

электронный научно-популярный журнал

ХИМИЯ **и ХИМИКИ**

№ 1 (2008)



Содержание	
О химии и не только (научно-популярные статьи)	
Топливные элементы: прошлое, настоящее, будущее.	2
Мой опыт создания прототипа топливного элемента с окислением угля (УТЭ)	5
Угольная батарея	16
Технология получения заменителя бензина из природного газа и воды.	24
Руководство по основам стеклодувного дела.	35
Обход защиты StarForce ^(L) (копирование защищенных дисков).	106
Неорганические синтезы.	
Хромит меди (катализатор дегидрогенизации).	109
Получение азотной кислоты.	109
Дымящая азотная кислота.	112
Получение препарата коларгол (коллоидное серебро).	112
Юным химикам	
Красный осадок белого вещества	113
Дым без огня	113
Дым из воды	113
Искусственный иней	114
Каталитическое окисление ацетона	114
Каталитическое окисление спирта	114
Беспламенное горение уротропина	114
Какого цвета соединения хрома?	115
Активный алюминий.	116
Алюминий может быть стойким.	117
Олимпиадные задачи	117
Химики шутят (лабораторный юмор).	
Правила выживания в химической лаборатории.	119
Законы органической химии.	119
Веселые картинки.	122
Цитаты	123
ХИМИЯ или ЖИЗНЬ (Дискуссии).	
Верующий ученик в школе.	124
Перкурсорная антиутопия. Москва XXI в.	128
Памятка псевдоизобретателю	130
Происшествия	
В Киеве произошел выброс хлора.	132
Ферроцен в топливе.	132
ЛИТПОРТАЛ	
Профессор А. Донда.	136
Обращение к читателям.	151

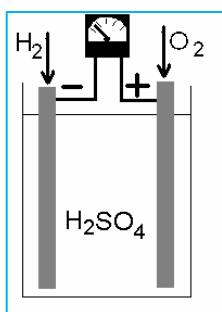
Топливные элементы: прошлое, настоящее, будущее.

В.Н. Вумер

На сегодняшний день значительное распространение получили атомная и гидроэнергетика. Определенные успехи достигнуты в применении “нетрадиционных” видов энергии. В то же время основным источником производства электрической энергии остается процесс сжигания органического топлива. В глазах многих людей тепловые электростанции выглядят как памятники прошлому. Но они наше настоящее и ближайшее будущее. Виды используемого топлива могут существенно отличаться (уголь, природный газ, мазут, древесина и др.). Достаточно разнообразно и аппаратное оформление. А сам принцип получения электричества остается неизменным. Он состоит в поэтапном преобразовании между разными видами энергии: химическая энергия топлива, тепловая энергия пара (или газов), механическая, электрическая. В этой цепи происходят очень значительные (притом закономерные) потери, кроме того, сооружение соответствующих громоздких установок требует много ресурсов.

Возникает вопрос: а нельзя ли осуществить прямое преобразование химической энергии в электрическую? Оказывается, что такие устройства уже давно известны и используются. Это гальванические элементы. Существуют факты, свидетельствующие, что их прототипы умели изготавливать еще некоторые древние цивилизации. Но гальванические элементы используют в качестве “топлива” дорогие и токсичные металлы (цинк, свинец, никель, кадмий и др.). Кроме того, данные металлы однократно загружаются в элемент при его производстве. Пополнение запасов “топлива” не предусмотрено конструкцией. Поэтому гальванические элементы нашли применение в основном как портативные источники питания. Представляет интерес прямое преобразование химической энергии в электрическую с использованием более приемлемых видов топлива: природного газа, угля, нефтепродуктов, водорода, метанола, спирта и др.

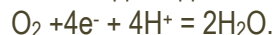
Еще в 1839 г. английский физик и химик Вильям Гров открыл устройство, которое позднее назовут топливным элементом (ТЭ). Принцип его работы довольно простой и фактически остался без изменений до сегодняшнего времени (рис.).



Два пористых (например, платиновых) электрода погружены в электролит (раствор серной или фосфорной кислоты). Через один из них подается водород. При этом молекулы водорода диссоциируют на атомы, которые отдают свои электроны поверхности:



Через поры второго электрода подается кислород. Молекула кислорода, принимая электроны, восстанавливается до воды:



Если электроды соединить проводником, то между ними потечет ток. Для водородных ТЭ электролитом также может служить раствор щелочи или даже твердый материал. Кроме того, вместо водорода могут использоваться много других видов топлива. Данное открытие в значительной мере опередило свое время. Ведь тепловые машины, несмотря на свой низкий к.п.д. (не более 25% в середине 1920-х) производили достаточное количество дешевой энергии. В дальнейшем к.п.д. тепловых машин удалось поднять только до 40-50%. Более того, цикл Карно накладывает четкое ограничение на эту величину:

$$\text{к.п.д.} = 100\% \cdot (1 - T_2/T_1)$$

где T_1 , T_2 – максимальная и минимальная температуры рабочей среды, К.

Но органическое топливо стабильно дорожает, а его запасы постепенно истощаются. Это вынуждает искать альтернативу тепловым машинам с целью более рационального и экологически безопасного использования топливных ресурсов. ТЭ не являются тепловыми машинами, следовательно, их эффективность не подлежит ограничениям цикла Карно. Выражение для

теоретически возможного к.п.д. ТЭ куда более интересно:

$$\text{к.п.д.} = 100\% \cdot (1 - T\Delta S/\Delta H)$$

где ΔS и ΔH – соответственно изменение энтропии и энтальпии в результате химической реакции.

В данном случае $\Delta H > 0$, а ΔS может быть как положительной, так и отрицательной. Напомним, что энтропия, как правило, возрастает, когда в ходе реакции увеличивается количество газообразных продуктов (и наоборот). Если количество газообразных продуктов не изменяется, то энтропия остается почти постоянной. Нетрудно видеть, что при $\Delta S = 0$ теоретический к.п.д. = 100%. Примером может служить реакция окисления угля: $C + O_2 = CO_2$. Еще Нернст подсчитал, что для данного процесса к.п.д. близок к 100%. А если бы для работы удалось использовать реакцию неполного окисления угля ($2C + O_2 = 2CO$), то теоретический к.п.д. такого элемента значительно бы превысил 100% (!). Ведь для этой реакции $\Delta S > 0$. И никаких чудес тут нет. Данное устройство смогло бы преобразовывать в электричество не только химическую энергию угля, а и тепловую энергию окружающей среды. К сказанному можно добавить, что ТЭ не содержат движущихся частей, просты в изготовлении и обслуживании. Так обстоит дело в теории.

На практике все значительно сложнее. Разработчики ТЭ сталкивались (и сталкиваются) с большим количеством трудностей самого разнообразного характера. Еще в 1897 г. Жако сконструировал ТЭ, в котором происходило окисление воздухом угля при 400-500 °С. Электролитом служил расплав щелочи (NaOH). Элемент имел довольно неплохие характеристики. Это позволило автору предложить его в качестве источника энергии для океанического лайнера. Но через несколько месяцев оказалось, что Жако сделал серьезную химическую ошибку. Углекислый газ, который выделялся при окислении углерода, реагировал со щелочью. При этом образовывалась сода, в результате электролит затвердевал, и работа элемента прекращалась. На этом попытки по созданию ТЭ на угле не закончились. Например, в качестве электролита был использован расплав соды. Несмотря на все усилия, приемлемый для практики прототип создать так и не удалось. Но это обстоятельство совсем не мешает отдельным энтузиастам и по сей день конструировать угольные ТЭ.

Еще в 1889 г. Монд и Лагнер сконструировали водородно-кислородный ТЭ, который давал довольно приемлемую плотность тока (0.2 A/cm²). В то же время данный элемент отличался нестабильностью: в процессе работы его характеристики могли резко ухудшиться, причем без видимых причин. Позднее было предложено ряд других оригинальных конструкций водородно-кислородного ТЭ, но все они отличались недолговечностью и нестабильностью в работе. Ученые поняли, что решение задачи возможно, но на это уйдут многие годы.

Инженер Френсис Бэкон внедрил ряд смелых идей по усовершенствованию водородного элемента. Он заменил дорогостоящие платиновые электроды на никелевые. Данное изменение потребовало поднятия температуры до нескольких сотен градусов, а соответственно, и высокого давления (во избежание закипания электролита). Технически это было вполне реально, но у большинства коллег и потенциальных инвесторов такие идеи вызывали непонимание. Вволю натерпевшись отказов и насмешек, Ф. Бэкон смог продолжить свои работы в Кембриджском университете. Ему удалось создать ТЭ, который давал ток до 0.23 A/cm² на протяжении тысяч часов. А в 1959 г. Он сконструировал батарею ТЭ суммарной мощностью 6 кВт при к.п.д. 80%.

Интерес к ТЭ резко усилился в связи с освоением космоса. Водородные ТЭ были выбраны в качестве источников электропитания американских кораблей "Дженеми". По массогабаритным показателям они были более предпочтительны, чем аккумуляторы или солнечные батареи. Усовершенствованные элементы Бэкона были использованы в кораблях "Аполло" при полетах на Луну. На исследование ТЭ были выделены большие материальные и человеческие ресурсы. Их конструкция постоянно совершенствовалась. В частности была реализована возможность применения твердых электролитов.

Однако широкому использованию ТЭ в других областях препятствовал целый ряд факторов. Основным из них является низкая сила тока. Еще в 19 в. ученые осознали, что одним из ключевых моментов является материал и конструкция электродов. Именно тогда возникла идея использовать пористые электроды. Но выяснилось, что они очень нестабильны в работе. Ведь либо электролит

вытеснял газ из пор либо наоборот. В любом случае поверхность электрода переставала работать и мощность элемента резко падала. Именно в этом и кроется причина неудачи конструкции Монда и Лагнера. Оригинальное решение данной проблемы реализовал Ф. Бекон. Он использовал бипористые электроды, т.е. такие, которые содержали большие и маленькие поры одновременно. Первые служили для подвода газа, а вторые были заполнены электролитом. В определенном смысле такая конструкция напоминает наши легкие. Благодаря применению бипористых электродов удалось поднять плотность тока от единиц до сотен mA/cm^2 , а главное, была достигнута стабильность работы элемента. Очень перспективными казались электроды, которые одновременно содержали гидрофильные (уголь) и гидрофобные (каучук, парафин, битум) материалы. Первые образуют поры, которые хорошо смачиваются электролитом. Вторые обладают водоотталкивающими свойствами. Их поры служат для подвода газа. Такой ТЭ создал П. Спиридонов еще в начале 1940-х. Первоначально он давал хорошую плотность тока, но со временем гидрофобные материалы теряли свои свойства, и плотность тока резко падала. Проблема была решена только с помощью тефлона. Благодаря своей уникальной химической стойкости этот полимер не теряет гидрофобных свойств даже при длительном контакте с электролитом. Несмотря на успехи по увеличению плотности тока, напряжение, которое дают ТЭ довольно низко, как правило, не более 1В. Для получения приемлемой разности потенциалов ТЭ объединяют в батареи.

Многие работы были посвящены именно водородным элементам. Но водород в качестве топлива имеет ряд недостатков. Он довольно дорог. Проблема рационального хранения и транспортировки водорода остается нерешенной. Данный газ можно перевести в жидкое состояние только при низкой температуре. А при хранении в сжатом состоянии масса водорода мала по сравнению с массой баллона. Поэтому особо актуально стоит проблема использования других видов топлива. С этой целью были исследованы: монооксид углерода, гидразин, аммиак, тетрагидроборат натрия, метанол, углеводороды и др.

Изготовлено много конструкций ТЭ, работающих на гидразине. Их реальные характеристики оказались довольно неплохими, но они были значительно ниже ожидаемых. Гидразин дорог, токсичен и огнеопасен. Такие элементы требуют для своей работы дополнительного оборудования. С позиций теории довольно привлекательным выглядит использование в ТЭ аммиака. Однако на практике оказалось, что такие элементы обладают весьма посредственными характеристиками. Вероятная причина состоит в образовании на электродах пассивирующего поверхностного слоя нитридов.

С практической точки зрения выглядит довольно целесообразным непосредственное использование в ТЭ углеводородного топлива. Но электрохимические процессы с участием углеводородов требуют высокой температуры, активных катализаторов и проходят не достаточно интенсивно. Определенные успехи по разработке таких элементов уже достигнуты, в тоже время они имеют целый ряд недостатков. Поэтому для эффективной работы ТЭ является необходимой промежуточная стадия конверсии углеводородов в более приемлемые виды топлив: H_2 , CO , метанол. В случае высокотемпературных установок такая конверсия производится прямо в ТЭ. Ряд компаний начали выпуск установок средней мощности, потребляющих природный или биогаз. Данные ТЭ работают с использованием расплавленных солей или твердых электролитов ($\text{ZrO}_2 + \text{Y}_2\text{O}_3$).

Одним из наиболее перспективных видов топлива является метанол. С одной стороны, ТЭ на метаноле заметно менее эффективны водородных. Метанол токсичен. С другой стороны он является дешевым крупнотоннажным продуктом химической промышленности. Метанол легко хранить и транспортировать. В щелочных электролитах окисление метилового спирта происходит значительно более интенсивно, чем в кислотных. Но практическое значение имеют в основном последние (щелочь неустойчива к действию CO_2 - продукта окисления метанола). В последнее время ведутся активные работы над созданием и усовершенствованием метанольных ТЭ для портативных электронных устройств, в частности – ноутбуков.

В заключении следует остановиться на некоторых экономических и социальных аспектах. На сегодняшний день производство электроэнергии во всем мире достаточно централизовано. Мелкие и даже крупные потребители очень зависимы от больших энергетических компаний, которые диктуют им свои условия. Массовое использование ТЭ значительно уменьшит эту зависимость и поможет решить

проблему перебоев с поставками электроэнергии. Обратим внимание, что переход на ТЭ невыгоден для нефтегазовых компаний (а также для стран-экспортеров нефти и газа). Причина проста: ТЭ потребляют топливо более рационально, чем тепловые машины. Кроме того, современные агрегаты активно используют принцип когенерации – одновременного производства электрической и тепловой энергии. Но не следует, однако забывать, что ТЭ все равно используют углеводороды или продукты их переработки. Существенной проблемой является использование для электродов платиновых металлов и серебра. Но уже намечены пути их значительной экономии и регенерации. Переход от ручной сборки к массовой автоматической должен резко уменьшить цену энергетических установок.

Таким образом, ТЭ прочно входят в нашу повседневную жизнь. В будущем следует ожидать их широкого и разнообразного применения: в быту, на транспорте, в промышленных предприятиях.

Мой опыт создания прототипа топливного элемента с окислением угля (УТЭ)

Денис Будяк

История

Первый элемент был сделан, кажется, из грифеля от русского (это важно) простого карандаша, а корпус был пробкой из-под пива. Все это подогревалось на кухонной плите. Электролитом был порошок "Диггер" для прочистки труб, состоящий из NaOH, если верить этикетке. Поскольку удалось получить какой-то ток, я подумал, что, наверное, такой элемент действительно может работать. Консервные банки начинали течь по швам (припой разъедался щелочью), и я даже не помню, какие результаты получились. Для более серьезного опыта купил жульеницу из нержавеющей стали. Однако, с ней ничего не получилось. Мало того, что напряжение было всего 0,5 вольта, оно было еще и направлено не в ту сторону. Также выяснилось, что угольки от карандашей очень любят рассыпаться на составные части. Видимо, они сделаны не из цельного кристалла графита, а склеены из пыли. Та же судьба постигла стержни от пальчиковых батареек. Также были куплены щетки от каких-то электродвигателей, но у них быстро приходили в негодность места, где подводный провод входит в щетку. К тому же, одна пара щеток, как оказалось, содержала медь или какой-то другой металл (с щетками это бывает).

Крепко почесав затылок, я решил, что для надежности лучше сделать сосуд из серебра, а уголек - по технологии, описанной Жако, т.е., спеканием. Серебро стоит умеренных денег (цены колеблются, но где-то порядка 10-20 рублей за грамм). Я встречал чай, который стоит гораздо дороже.

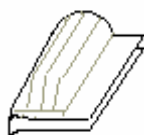
Известно, что серебро устойчиво в расплаве NaOH, в то время как железо дает ферраты, например, Na_2FeO_4 . Поскольку вообще железо обладает переменной валентностью, то его ионы могут вызвать в элементе "короткое замыкание", во всяком случае, в теории. Поэтому я решил для начала проверить случай серебра, как более простой. Сначала была куплена мельхиоровая посеребренная ложка, и при испытании со щетками сразу получилось 0,9 В открытой цепи с нужной полярностью, а также, довольно большой ток. Впоследствии (не практически, а теоретически) выяснилось, что серебро тоже может растворяться в щелочи в присутствии пероксида натрия Na_2O_2 , который в некоторых количествах образуется при продувании воздуха. Будет ли это происходить в элементе или под защитой углерода серебро находится в безопасности - я не знаю.

Ложка прожила недолго. Серебряный слой вздулся и она прекратила работать. Мельхиор неустойчив в щелочи (как и большинство существующих на свете материалов). После этого я сделал специальный стаканчик из серебряной монеты, на котором и была получена рекордная мощность в 0,176 ватт. После этого я решил, что нужно подыскать какое-то более подходящее место для экспериментов, чтобы воспроизвести их в большем масштабе. Еще через некоторое время я подумал, что, наверное, тепловые двигатели сделать проще и на некоторое время оставил это направление. Теперь я больше не думаю, что тепловые двигатели - это просто, но пока что еще не продолжал никаких опытов с угольными элементами. Вот и вся история.

Все это было проделано в обычной городской квартире, на кухне. Я ни разу крупно не обжегся, не устроил пожара и всего один раз пролил расплавленную щелочь на плиту (эмаль немедленно разъело). Инструмент был использован самый простой. Если получится узнать правильный вид железа и правильный состав электролита, то такой элемент сможет сделать на коленке каждый не совсем безрукий мужик.

Изготовление серебряного стаканчика

Стаканчик делался из серебряных монет 999 пробы (продаются в Сбербанке, около 500 рублей одна монета 30 грамм, важно не перепутать, там есть гораздо более дорогие). Монета расплющивается молотком на наковальне до тонкой пластинки. Чтобы металл не терял пластичность, после каждых нескольких ударов его нужно раскалить докрасна и бросить в холодную воду. Из монеты получается пластинка размером примерно 5*6 см. Соответственно, нужно стараться, чтобы сразу получался не круг, а прямоугольник. Прямоугольник не получится, получится овал. Но можно добиться, чтобы из него можно было сделать прямоугольник 5*6см, обрезав края.



Далее делается цилиндрическая заготовка с "припусками", которые потом оплавятся и дадут шов. Потом в эту заготовку вставляется что-то цилиндрическое подходящего диаметра, и край аккуратно сплющивается, чтобы получилось некое подобие тюбика из-под зубной пасты, см. рис. Результатом сплавления будет то, что

параллельные поверхности на краю швов сплавятся где-то на 1-2 мм. Для этого нужно:

* подмять и обработать надфилем прилегающие кромки, чтобы они хорошо соприкасались

** утончить самые кромки (тем же надфилем), чтобы у кромки образовался острый край, под углом около 30 градусов. Тогда кромки будут легче плавиться. Получается в сечении вот так:



Теперь будем сплавлять. Сначала сплавляем "дно" тюбика, потом - стенку тюбика. Естественно, это делается не за один прием: Аккуратно берем пассатижами весь "тюбик" примерно посередине, чтобы округлый вырез пассатижей охватывал его. Нужно учесть, что при нагревании серебро размягчается и все может раздавиться. Поэтому, зажимать нужно не слишком плотно. Может быть, нужно зажать в тисках, но у меня *не было верстака*, поэтому я все делал вручную. Не рекомендую так делать. Во время сварки, или, точнее,

сплавления, нужно одновременно учесть много факторов: - горячий воздух и выхлопные газы горелки поднимаются вверх. При этом они не должны попадать на баллончик горелки, на лицо, одежду, пассатижи; попадание на баллончик горелки может закончиться взрывом баллончика с последующим крупным пожаром. Также желательно держать баллончик в нормальном положении, а не "кверху

ногами". - если серебро нагревать слишком долго, изоляция пассатижей может начать плавиться; - пластина - достаточно тонкая, а поверхностное натяжение серебра - велико. Если его перегреть, то оно начнет собираться в капли, при этом в пластине образуется дыра; нужно только чуть-чуть подплавить его, чтобы края схватились. При этом, нужно начинать с одного из краев шва и вести горелку вдоль шва с некоторой скоростью. - пламя горелки имеет в разных частях разную температуру; Короче, варить серебро таким способом - это искусство. Мы освоили его на пару с соседом, у которого просто золотые руки. При этом стаканчик получился только с третьего или четвертого раза. Запорченные стаканчики приходилось сплавлять в серебряную капельку и начинать все сначала. Наверное, это нужно делать в фарфоровом тигле, но за его отсутствием я делал это в железной банке, и серебро загрязнялось железом. То ли загрязнение не успело стать фатальным, то ли мне пришлось покупать вторую монету (точно уже не помню). Лучше попробовать сначала сваривать те обрезки, которые остались от приготовления пластины. Потом нужно отрететировать весь процесс сварки шва стаканчика при выключенной горелке. И уже потом пробовать. Учтите, что серебро будет долго нагреваться, сам процесс сплавления проходит за секунду, а если продолжить нагрев, то пластина прохудится и придется все начать сначала.

После того, как сварили "дно" тюбика, точно так же подгоняем боковой шов на "стенке" тюбика, точно так же захватываем тюбик и свариваем стенку аналогичным образом.

Когда стаканчик сделан, его нужно проверить на герметичность, налив воды. Если где-то протекает, можно попробовать подплавить еще, но, вполне возможно, что из этого ничего не выйдет.

Затем стаканчик-тюбик должен превратиться в кастрюльку с ручкой, ее тоже лучше всего приварить. Ручка делается из обрезков, оставшихся от приготовления пластины. Поскольку элемент дает большой ток при маленьком напряжении, должна быть довольно большая поверхность контакта между ручкой и кастрюлей. И это должно быть крепкое соединение, т.к. за эту же ручку придется держать стаканчик во время испытаний.

Ручкой в моем случае был обрезок серебра длиной в несколько см, шириной 7мм, толщиной - такой же, как толщина стенки стаканчика, а расположение частей и горелки при сварке показано на рисунке.



Нда, стаканчик получился двусмысленный, ну да ладно. Кому надо, тот поймет. После присоединения ручки аккуратно отгибаем (серебро достаточно пластично и не должно сломаться).

Для работы я использовал газовую горелку KOVEA мощностью 1,8 кВт, купленную в туристическом магазине и работающую от баллона 300 г. Можно конечно, не мучатся, а купить серебряную стопку, но, во-первых, там серебро лишь 925 пробы, не знаю, что с ним будет при работе элемента. Во-вторых, она стоит порядка 1000 рублей. На момент проведения опыта я был настолько стеснен в средствах, что предпочел мучатся с монетой. Пожалуй, я бы

рекомендовал купить стопку. Она не только не потребует времени на обработку (а на это у меня ушло несколько дней), но и больше по объему.

Электрод

Можно пытаться использовать графит. Но я не успел. Я выпросил у тетенки-водителя накладку для рогов троллейбуса, но это было уже в конце моей экспериментальной эпопеи. Еще можно попробовать щетки от двигателей, но они часто бывают с медью, что нарушает чистоту эксперимента. У меня было два варианта щеток, одни оказались с медью. Карандаши не дают никакого результата, потому что у них маленькая площадь поверхности и с них неудобно снимать ток. Стержни от батарей в щелочи разваливаются (что-то происходит со связующим). Вообще говоря, графит - это наихудшее топливо для элемента, т.к. он наиболее химически стоек. Поэтому изготавливаем электрод "по честному". Берем древесный уголь (я покупал в супермаркете березовый уголь для шашлыков), мелется как можно мельче (я молот сначала в фарфоровой ступке, потом купил кофемолку). В промышленности электроды делают из нескольких фракций угля, смешивая их друг с другом. Ничто не мешает сделать так же. Порошок подвергается обжигу для повышения электропроводности: его нужно на несколько минут нагреть до как можно более высокой температуры (1000 и больше). Естественно, без доступа воздуха.

Я для этого сделал горн из двух вложенных друг в друга консервных банок. Между ними для теплоизоляции навалены кусочки сухой глины. Дно обеих банок пробито, чтобы было куда дуть воздуху. Внутренняя банка насыпается углями (которые выполняют роль топлива), среди них помещается металлическая коробочка - "тигель", я ее тоже сворачивал из жести от консервной банки. В коробочку закидывается завернутый в бумажный кулек угольный порошок. Должен быть зазор между свертком с углем и стенками "тигля". Он засыпается песком, чтобы не было доступа воздуха. Угли поджигаются, затем сквозь дырки в дне производится наддув обычным феном. Все это достаточно пожароопасно - летят искры. Нужны защитные очки, а также нужно смотреть, чтобы рядом не было занавесок, бочек с бензином и других пожароопасных предметов. Лучше бы, по хорошему, делать такие дела где-нибудь на зеленой лужайке в период дождей (в перерыве между дождями). Извините, но мне лень рисовать всю эту конструкцию. Думаю, догадаетесь и без меня.

Далее к обожженному порошку на глаз добавляется некоторое количество сахара (наверное, от трети до половины). Это - связующее. Потом - чуть-чуть воды (когда у меня были грязные руки и лень было открывать кран, я просто плевал в него и добавлял пиво вместо воды, не знаю, насколько это имеет значение; вполне возможно, что органика важна. Все это тщательно перемешивается в ступке. В результате должна получиться пластичная масса. Из этой массы нужно сформовать электрод. Чем лучше ты его спрессуешь, тем лучше. Я брал заглушенный кусок трубки и забивал уголь в трубку меньшей трубкой, с помощью молотка. Чтобы изделие не развалилось при извлечении из трубки, перед набивкой в трубу вставлял несколько ободков из бумаги. Заглушка должна быть съемной, а еще лучше - если труба будет распилена вдоль и соединена хомутами. Тогда после прессовки можно просто разъединить хомуты и достать заготовку уголька в целостности и сохранности. В случае съемной заглушки нужно будет выдавить готовую заготовку из трубы (при этом она может развалиться). Уголек у меня имел диаметр 1,2-1,5 см и длину 4-5 см.

Готовая форма сушится. Для этого я включал газовую плиту на очень маленький огонь, ставил на нее пустую консервную банку вверх дном и на дно клал уголек. Сушка должна быть достаточно медленной, чтобы пары воды не разорвали заготовку. После испарения всей воды начнет "кипеть" сахар. Он превратится в карамель и склеит кусочки угля между собой.

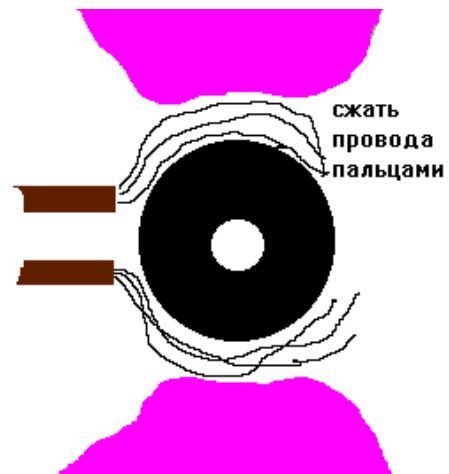
После остывания нужно просверлить в уголке продольное (вдоль его оси симметрии) круглое отверстие, в которое будет вставляться отводящий электрод. Диаметр отверстия - не помню, кажется, 4 мм. При этой процедуре уже может все накрыться, потому что конструкция хрупкая. Я сначала сверлил 2 мм сверлом, потом аккуратно (вручную) расширял 3-мм и 4-мм сверлами, или даже надфилем, точно не помню. В принципе, можно эту дырку сделать уже на этапе формовки. Но это -

После того, как все высушено и просверлено, нужно произвести обжиг. Общий смысл - нужно при достаточно плавном наборе температуры подвергнуть уголек сильному и равномерному нагреву без доступа воздуха на некоторое время (около 20 минут). Нагревать нужно постепенно, остужать - тоже. Температура - чем выше, тем лучше. Желательно, больше 1000. У меня было оранжевое (ближе к белому) каление железа в импровизированном горне. Промышленные электроды обжигают много суток, с очень плавным подводом-отводом теплоты. Ведь это, по сути - керамика, которая хрупка. Гарантировать, что уголек не треснет, я не могу. Я все делал на глаз. Некоторые угольки трескались сразу при начале эксплуатации.

Итак, уголек готов. Он должен иметь как можно меньшее сопротивление. При измерении сопротивления нужно не прикасаться к угольку иглами тестера, а взять два многожильных провода, прислонить их к сторонам уголька (не к концам стержня, а просто по диаметру) и сильно прижать пальцами (только чтобы не треснул), см. рисунок, на рисунке розовая аморфная масса - это пальцы, сжимающие жилы проводов.

Если сопротивление - 0.3-0.4 ома (это было на грани чувствительности моего тестера), то это - хороший уголек. Если больше 2-3 ом, то плохой (удельная мощность будет маленькая). Если уголек не удался, можно повторить обжиг.

После того, как сделали обжиг, делаем отводящий электрод. Это - полоска серебра длиной, равной двукратной или чуть меньше длине уголька, шириной - два диаметра отверстия. Толщина - допустим, 0,5 мм. Из нее нужно свернуть цилиндр, внешний диаметр которого равен диаметру отверстия. Но цилиндр не получится, потому что ширина слишком мала, получится цилиндр с продольной прорезью. Эта прорезь важна, для компенсации теплового расширения. Если сделать полный цилиндр, то серебро при нагреве разорвет уголек. "Цилиндр" вставляем в уголек. Нужно сделать так, чтобы он плотно входил в дырку. Здесь есть две стороны: чрезмерное усилие разорвет уголек, при слабом усилии не будет достаточного контакта (он очень важен). См. рисунок.



сечение отводящего электрода



отводящий электрод



уголек

Эта конструкция родилась не сразу, она представляется мне более совершенной, чем те хомуты, которые нарисованы в патенте у Жако. Во-первых, при таком контакте ток идет не вдоль, а по радиусу цилиндрического уголька, что позволяет существенно снизить электрические потери. Во-вторых, металлы имеют больший коэффициент теплового расширения, чем уголь, поэтому контакт угля с металлическим хомутом ослабевает при нагреве. В моем случае контакт упрочняется или сохраняет свою силу. В-третьих, если отводящий электрод сделан не из серебра, то уголь предохраняет его от окисления. Скорее дайте мне патент!

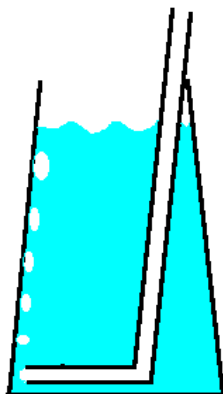
Теперь можно еще раз померять сопротивление, одним из полюсов будет токоотводящий электрод. Кстати, у моего тестера 0.3 ома - это уже предел чувствительности, поэтому лучше пропустить ток известного напряжения и померять его силу.

Подача воздуха

Берем стальной стерженек от шариковой ручки большой емкости. Желательно - пустой. Удаляем из него блок с шариком - остается просто железная трубочка. Тщательно удаляем остатки пасты (у меня это не очень хорошо получилось и паста потом обуглилась, что мешало жить). Сначала это делается водой, а потом лучше все же несколько раз прокалить стерженек в пламени горелки. Произойдет пиролиз чернил, после этого останется уголь, который можно выковырять.

Далее находим какую-то еще трубку, чтобы соединить этот стерженек (он будет раскален) с ПВХ-шной трубкой, ведущей от аквариумного компрессора, которым кондиционируют рыбок. Все должно быть достаточно герметично. На ПВХ-шную трубку ставим регулируемый зажим, потому что даже самый хилый компрессор дает слишком много воздуха. В идеале нужно сделать серебряную, а не стальную трубку и у меня это даже получилось, но я не смог обеспечить герметичное соединение серебряной трубки с ПВХ-шной. Промежуточные трубки сильно травили воздух (из-за тех же тепловых зазоров), поэтому в итоге я остановился на стальном стерженьке. Конечно, эта проблема разрешима, но нужно просто было потратить на это время и силы и подобрать соответствующую ситуации трубку. Вообще, в этой части я сильно отступил от патента Жако. Сделать такую розочку, как нарисована у него, я не смог (а если честно, то я тогда недостаточно хорошо рассмотрел ее конструкцию).

Здесь следует сделать небольшое отступление и обсудить, насколько неправильно Жако представлял работу своего элемента. Очевидно, что кислород переходит в ионную форму где-то на катоде, по формуле $O_2 + 4e^- = 2O^{2-}$; либо какая-то аналогичная реакция, где кислород восстанавливается и соединяется с чем-то. То есть, важно обеспечить тройное соприкосновение воздуха, электролита и катода. Это может происходить при контакте пузырьков воздуха с металлом распылителя и электролитом. То есть, чем больше суммарный периметр всех отверстий распылителя, тем больше должна быть сила тока. Также, если сделать стаканчик с наклонными краями, то поверхность тройного соприкосновения тоже может увеличиться, см. рис.



Другой вариант - это когда на катоде восстанавливается растворенный кислород. В этом случае, площадь тройного соприкосновения не имеет особого значения, а нужно лишь максимизировать площадь поверхности пузырьков, чтобы ускорить растворение кислорода. Правда, в этом случае непонятно, почему растворенный кислород не окисляет уголь непосредственно, без электрохимической реакции (работая "мимо" электрической цепи). Видимо, в этом случае важны каталитические свойства материала стаканчика. Ну ладно, это все лирика. В любом случае, нужно делить струю на мелкие пузырьки. Те попытки сделать это, которые я предпринимал, не были особо успешными.

Для этого нужно было сделать тонкие отверстия, с которыми получилась куча проблем.

Во-первых, тонкие отверстия быстро засоряются, т.к. железо корродирует, ржавчина и остатки угля (вспомним, что там когда-то была паста от ручки) выпадают из стерженька и затыкают отверстия. Во-вторых, отверстия получаются неравной величины и сложно заставить воздух идти одновременно из всех отверстий. В-третьих, если два отверстия находятся рядом, то возникает нехорошая тенденция слияния пузырьков еще до их отрыва. В-четвертых, компрессор подает воздух

неравномерно и это тоже как-то влияет на размер пузырьков (видимо, выскакивает один пузырек за один толчок). Все это можно легко наблюдать, налив в прозрачную банку воду и испытав распылитель в ней. Конечно, у щелочи другая вязкость и коэффициент поверхностного натяжения, поэтому придется действовать наугад. Я так и не смог победить эти проблемы и плюс к этому, проблему утечек воздуха из-за тепловых зазоров. Из-за этих утечек распылитель не мог начать работать, поскольку для этого нужно преодолеть силы поверхностного натяжения. Как раз тут полностью проявились недостатки хомутов. Как их не затягивай, при нагреве они все равно ослабевают. В итоге, я перешел к простейшему распылителю из стерженька от шариковой ручки, который давал только одну струю пузырьков. Видимо, чтобы сделать это по-нормальному, нужно тщательно избавиться от утечек, подавать воздух под существенным давлением (больше, чем создаваемое аквариумным компрессором) и через мелкие отверстия.

Эта часть конструкции у меня проработана откровенно плохо...

Сборка

Все. Собираем все вместе. Нужно так все установить на зажимах, чтобы:

1. Не было короткого замыкания через несущую конструкцию.
2. Уголек не касался трубки, вдувающей воздух, а также стенок стаканчика.

Это будет трудно, поскольку зазоры малы, зажимы хлипкие, а при работе элемента щелочь будет булькать. Также будет действовать архимедова сила, которая будет все смещать куда не надо, и сила поверхностного натяжения, притягивающая уголек к другим предметам. Серебро станет мягким от нагрева. Поэтому, в итоге, я держал уголек пассатижами за конец отводящего электрода. Это было плохо. Для нормальной работы нужно все же сделать крышку (видимо, только из фарфора - глина размокает в щелочи и теряет прочность, может быть, можно обожженную глину использовать). Идея о том, как сделать эту крышку, есть в патенте Жако. Главное, что она должна довольно хорошо удерживать уголек, т.к. даже при небольшом перекосе он будет касаться стаканчика у дна. Для этого она должна иметь большую высоту. Подобрать такую фарфоровую крышку мне не удалось, сделать керамическую из глины - тоже (все, что я пытался делать из глины - быстро трескалось, видимо, я как-то не так обжигал). Единственная небольшая хитрость состоит в том, чтобы использовать металлическую крышку и слой пусть даже плохо обожженной глины в качестве теплоизоляции. Этот путь тоже не так прост.

Короче говоря, конструкция элемента была у меня тоже никуда не годной.

Еще неплохо заготовить инструмент, которым можно будет достать кусок уголька, который может отвалиться от электрода и упасть в щелочь. Может отвалиться кусок уголька и упасть в щелочь, тогда будет короткое замыкание. У меня в качестве такого инструмента была гнутая стальная скрепка, которую я держал пассатижами. Подводим провода - один к ручке, другой - к отводящему электроду. Можно припаять, хотя я использовал две металлических пластинки и свинчивал их винтиками (все - от детского металлического конструктора). Главное - понимать, что вся конструкция работает при низком напряжении и все соединения должны быть сделаны хорошо. Измеряем сопротивление при отсутствии электролита между электродами - убеждаемся, что оно велико (хотя бы 20 Ом). Измеряем сопротивления всех соединений - убеждаемся, что они малы. Собираем схему с нагрузкой. Например, сопротивление 1 Ом и последовательно включенный амперметр. У тестеров низкое сопротивление амперметра бывает только в режиме измерения единиц ампер, желательно это заранее выяснить. Можно либо включить в режим изменения единиц ампер, (ток получится от 0.001 до 0.4 А), либо вместо последовательно включенного амперметра включить параллельно вольтметр (напряжение

будет от 0.2 до 0.9 В). Желательно предусмотреть возможность менять условия в ходе опыта, чтобы замерять напряжение раскрытой цепи, ток короткого замыкания и ток с нагрузкой 1 ом. А лучше, если сопротивление тоже можно менять: 0.5 Ом, 1 Ом и 2 Ом, чтобы найти то, при котором будет достигнута максимальная мощность.

Включаем компрессор от аквариума и заворачиваем зажим, чтобы воздух шел еле-еле (а, кстати, работоспособность подводного трубопровода нужно проверить, погружая его в воду. Поскольку плотность щелочи - 2,7, нужно погрузить на соответствующую большую глубину. Полная герметичность не обязательна, главное, чтобы и на такой глубине из конца трубки что-то булькнуло.

Меры предосторожности

Далее идет работа с расплавом щелочи. Как бы объяснить, что такое расплав щелочи? Вам попадало в глаза мыло? Неприятно, правда? Так вот, расплав NaOH - это тоже мыло, только разогретое до 400 градусов и в сотни раз более едкое.

Защитные меры при работе с расплавом щелочи строго обязательны!

Прежде всего, строго необходимы хорошие защитные очки. Я близорук, поэтому я одевал двое очков - сверху пластиковые защитные, а под них еще и стеклянные. Защитные очки должны защищать от попадания брызг не только спереди, но и сбоку. В такой амуниции я чувствовал себя в безопасности. Несмотря на защитные очки, приближать лицо к аппарату не рекомендуется вовсе.

Кроме глаз, необходимо защитить и руки. Я все делал очень аккуратно, поэтому под конец уже "замастерился" и работал в футболке. Это полезно, поскольку попадающие иногда на руки мельчайшие брызги щелочи дают ожог, не позволяющий в течение нескольких дней забыть, с каким веществом имеешь дело.

Но на руках, естественно, были перчатки. Сначала резиновые хозяйственные (не самые тонкие), а поверх них - пупырчатые тряпичные пупырышки торчали с задней стороны ладони. Их я смачивал водой, чтобы можно было брать за горячие предметы. В такое паре перчаток руки более-менее защищены. Но нужно следить, чтобы внешние перчатки никогда не были слишком мокрые. Капля воды, попадающая в электролит, мгновенно закипает, при этом электролит очень здорово разбрызгивается. Если такое произошло (а такое у меня происходило раза три), возникают проблемы с органами дыхания. В этих случаях я немедленно задерживал дыхание, не завершая вдох (каякерская практика помогает не впасть в панику в таких ситуациях), и сваливал из кухни подброду-поздорову.

Вообще, для защиты органов дыхания нужна хорошая вентиляция при проведении опыта. В моем случае это был просто сквозняк (дело было летом). Но в идеале это должна быть вытяжка или открытый воздух.

Поскольку брызги щелочи неизбежны, все, что находится в ближайшей окрестности стаканчика, покрывается щелочью в той или иной степени. Если взяться за нее голыми руками, можно получить ожог. Нужно все промывать после завершения опыта, в том числе, перчатки.

Еще на случай ожога у меня всегда была рядом заготовлена емкость с водой и емкость с разбавленным уксусом, для нейтрализации щелочи при сильном ожоге. Уксус ни разу не пригодился, к счастью и я не могу сказать, стоит ли им пользоваться вообще. В случае ожога нужно сразу смывать щелочь большим количеством воды. Еще есть народное средство от ожогов - моча. Оно, вроде бы, тоже помогает.

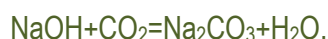
Собственно работа с элементом

Насыпаем в стаканчик сухой NaOH (я покупал средство "Диггер" для прочистки труб). Можно добавить MgO и другие ингредиенты, например, CaCO₃ (зубной порошок или мел) или MgCO₃ (у меня был MgO, добытый друзьями). Поджигаем горелку и греем. Поскольку NaOH крайне гигроскопичен, нужно это делать сразу (а пакетик с NaOH - плотно закрывать). Неплохо бы сделать так, чтобы стаканчик был окружен теплом со всех сторон - ток ОЧЕНЬ сильно зависит от температуры. Т.е., сделать импровизированную камеру сгорания и направить в нее пламя горелки (нужно еще следить, чтобы баллончик у горелки не взорвался, по-моему эти горелки достаточно плохо сделаны с этой точки зрения, как я уже писал, для этого нужно, чтобы горячие газы не попадали на баллончик, и лучше держать его в нормальном положении, а не "вверх ногами"). Иногда оказывается удобным подводить пламя горелки сверху, но это - уже после того, как все расплавится. Тогда одновременно греется нагнетательная трубка, отводящий электрод (и уголек через него), верх стакана, где больше всего воздушных пузырьков. Если мне память не изменяет, самый большой результат был получен именно таким образом. Через какое-то время щелочь начнет плавиться и ее объем уменьшится. Нужно подсыпать порошка, так, чтобы стаканчик был заполнен на 2/3 по высоте (щелочь будет утекать из-за капиллярности и разбрызгивания). Труба подачи воздуха у меня работала плохо (из-за теплового расширения зазоры и неплотности увеличатся, а из-за хорошего теплоотвода щелочь в ней может застывать). Иногда воздух вообще переставал поступать. Чтобы это исправить, я делал следующее: 1. Продув. (временное аккуратное увеличение подачи воздуха) 2. Подъем. (меньше будет напор и воздух вытеснит столб щелочи из трубы) 3. Прогрев (достать из стаканчика и прогреть горелкой, чтобы щелочь внутри распылителя расплавилась).

Вообще, элемент начинает хорошо работать при температуре красного каления (щелочь начинает светиться). При этом начинает идти пена (это CO₂), и раздаются хлопки со вспышками (то ли это водород, то ли СО догорает, я так и не понял). Мне удалось добиться максимальной мощности 0,025 Вт/см² или 0,176 Вт всего с элемента, при сопротивлении нагрузки в 1,1 Ома. При этом я измерял ток амперметром. А можно было измерять и падение напряжения на нагрузке.

Вырождение электролита

В элементе происходит нехорошая побочная реакция



Т.е., через какое-то время (десятки минут) все застынет (температура плавления соды - не помню, но около 800 °С). Некоторое время это можно преодолевать, подсыпая еще щелочи, но в конце концов все равно - электролит застынет. Вообще говоря, можно использовать NaOH, невзирая на эту проблему, о чем и писал Жако в своем патенте. Поскольку есть способы получения NaOH из Na₂CO₃. Например, вытеснение негашеной известью по реакции Na₂CO₃+Ca(OH)₂ = 2NaOH+CaCO₃, после чего CaCO₃ можно прокалить и получится опять CaO. Правда, такой способ очень энергоемок и общий КПД элемента при этом упадет очень сильно, да и сложность увеличится. Поэтому, я думаю, что все же нужно искать стабильный состав электролита, который нашли в SARA. Вполне возможно, что это можно сделать, найдя заявки SARA на патенты в базе патентного ведомства США (<http://www.uspto.gov>), тем более, что за прошедшее время они могли стать уже выданными патентами. Но у меня руки пока не дошли. Собственно, и сама эта идея появилась лишь в ходе подготовки этих материалов. Видимо, скоро я все же это сделаю.

Итоги, мысли и выводы

Тут я, может быть, немного повторюсь. Можно начинать не с серебра, а сразу с железа. Когда я пробовал использовать жульеницу из нержавеющей стали, у меня получилось плохо. Теперь я понимаю, что первая причина этого - низкая температура и большой зазор между электродами. В своей статье Jacques пишет, что плохая работа с железом связана с тем, что к железу пригорает масло и образуется второй угольный электрод, поэтому нужно очень тщательно очистить железо от малейших следов масла, а также использовать железо с низким содержанием углерода. Может быть, и так, но я все же думаю, что есть еще одна, более важная причина. Железо - элемент переменной валентности. Оно растворяется и образует "короткое замыкание". В пользу этого говорит и изменение цвета. При использовании серебра цвет электролита не меняется (серебро - самый устойчивый металл к действию расплавленных щелочей). При использовании железа электролит становится коричневым. При использовании серебра напряжение открытой цепи достигает 0.9В и выше. При использовании железа - существенно меньше (не помню точно, но не более 0.6В) Насчет того, какое железо нужно использовать, чтобы все хорошо работало - есть на других страницах. Еще немного - насчет водяного пара, о котором пишет SARA. С одной стороны, он всем хорош (в теории): не дает железу переходить в раствор (известна реакция разложения ферратов щелочных металлов горячей водой, что-то типа $\text{Na}_2\text{FeO}_4 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH} + \text{Fe}_2\text{O}_3$) и вроде бы должен сдвигать равновесие в нехорошей побочной реакции. Я посмотрел термодинамику реакции $\text{NaOH} + \text{CO}_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ с помощью он-лайн программы F*A*C*T (<http://www.crct.polymtl.ca/FACT/index.php>) При всех температурах равновесие в ней очень сильно сдвинуто вправо, т.е., вода вряд ли может существенно вытеснить углекислый газ из соединения с окисью натрия. Возможно, что ситуация меняется в сплаве $\text{NaOH-Na}_2\text{CO}_3$, либо образуется как бы водный раствор, но я не знаю, как это выяснить. Думаю, что в данном случае практика - критерий истины.

Основное, с чем можно столкнуться при проведении опытов с паром - это конденсация. Если где-то по дороге от места ввода воды в воздушную магистраль температура любой стенки упадет ниже 100°C, вода может сконденсироваться, а потом с током воздуха попасть в щелочь в виде капельки. Это очень опасно и нужно этого изо всех сил избегать. Особенно опасно то, что температуру стенок не так легко промерить. Сам я ничего с паром делать не пробовал.

Вообще, конечно, нужно проводить такие работы не в квартире, а, как минимум, на даче, и делать сразу элемент большего размера. Для этого, естественно, понадобится большой горн для обжига, большая "печка" для подогрева элемента, больше исходных материалов. Зато будет гораздо более удобно работать со всеми деталями. Особенно это касается устройства самого элемента, который у меня не имел крышки. Сделать большую крышку - гораздо проще, чем маленькую.

Насчет серебра. Серебро, конечно, стоит не так уж дешево. Но если делать серебряный электрод достаточно тонким, то элемент с серебром может стать рентабельным. Например, пусть удалось сделать электрод толщиной 0,1мм. При пластичности и ковкости серебра это будет легко (серебро можно протягивать сквозь валки в очень тонкую фольгу и я даже хотел это делать, но не нашлось валков). При плотности около 10г/см³, один кубический сантиметр серебра стоит примерно 150 рублей. Он даст 100 квадратных сантиметров поверхности электрода. Можно получить и 200см², если взять два плоских уголька и расположить серебряную пластинку между ними. При достигнутой мной удельной мощности в 0,025вт/см², получается мощность в 5 ватт или 30 рублей за ватт, или 30.000 рублей за киловатт. Ввиду простоты конструкции, можно ожидать, что остальные компоненты киловаттного элемента (печка, воздушный насос) будут существенно дешевле. Корпус при этом можно сделать из фарфора, который относительно стоек к расплаву щелочи. В результате получится не слишком дорого, даже по сравнению с бензоэлектростанциями малой мощности. А уж солнечные батареи с ветряками и термоэлектрогенераторами отдыхают далеко позади. Чтобы еще сильно снизить цену, можно попытаться сделать сосуд из посеребренной меди. В этом случае, слой серебра будет еще в 100-1000 раз тоньше. Правда, мои опыты с мельхиоровой ложкой закончились неудачно, так что неясно, насколько серебряное покрытие окажется стойким. То есть, даже использование серебра открывает

довольно неплохие перспективы. Единственное, что может тут оказаться неудачным - это если серебро будет недостаточно стойким.

Еще о материалах корпуса. Якобы, при работе элемента большое значение имеют пероксиды натрия, например, Na_2O_2 , который должен возникать при продуве воздуха в NaOH . При высокой температуре пероксид разъедает практически все вещества. Проводились опыты по измерению потери веса тиглями из различных материалов, в которых содержался расплав пероксида натрия. Самым стойким оказался цирконий, за ним - железо, затем никель, затем фарфор. Серебро не попало в четверку лидеров. К сожалению, не помню точно, насколько серебро устойчиво. Там еще было написано про хорошую стойкость Al_2O_3 и MgO . Но второе место, которое занимает железо, вселяет оптимизм.

(ecovillage.narod.ru)

От редакции: статья Дениса Будяка дана в оригинальном виде (т.е. без существенных изменений). Но при этом обращаем внимание читателей, что материал содержит ряд неточностей и спорных моментов по части химии.

Следует еще раз подчеркнуть, что работа с расплавом щелочи крайне опасна. Попадание капель в глаза означает гарантированную и необратимую потерю зрения. Довольно неприятные последствия имеет вдыхание щелочного аэрозоля. Попадание мельчайших капель на руки вызывает болезненные ожоги. Не игнорируйте элементарных мер ТБ: обязательно работайте в защитных очках, перчатках и при хорошей тяге.

Угольная батарея

Dr. Уильям Жако

"Угольная батарея" Уильяма Жако (William Jacques), как заявлялось, имела КПД 82%; однако, его критики показали, что он не учел тепловую энергию печи и энергию, потребляемую воздушным насосом. В результате, реальный КПД был равен всего лишь 8%. Более того, последующие исследования привели к выводу, что аппарат производил энергию с помощью термоэлектричества, а не с помощью электрохимии. Жако конкретно полагал в своем патенте, что "Электролитический процесс приводит к преобразованию потенциальной энергии угля в электрическую энергию вместо тепла, которое имеет место при соединении кислорода с углеродом без электролита. Чтобы способствовать химической реакции и, следовательно, получить большее количество электричества, желательно тщательно насытить электролит кислородом и это может быть сделано с помощью доступа воздуха..." В статье, опубликованной в журнале Харпера, действие батарей было объяснено так:

"Нет сомнения в том, что электрический ток возникал из-за химической реакции кислорода и углерода. Количественные измерения показали, что кислород поглощался из воздуха; углерод расходовался; выделялась двуокись углерода (carbonic acid). Более того, электродвижущая сила почти точно соответствовала получаемой при сжигании углерода в кислороде с получением двуокиси углерода (1,04В). Когда весь аппарат был расположен так, что все его части находились при одинаковой, максимальной температуре, получался максимальный ток и максимальная ЭДС, что доказывает получение тока не от термоэлектричества. Затем. Позднейшие эксперименты с гораздо большими аппаратами не только подтвердили эти результаты, но и показали, что при должных условиях получаемая электрическая энергия приблизительно равна потенциальной энергии израсходованного в сосуде углерода..."

Прямое получение электричества из угля

<... лирика пропущена... >

Ко мне пришло почти как откровение, что если кислород воздуха можно было бы заставить соединяться с углем в таких обстоятельствах, при которых предотвращается производство тепла, и в то же время обеспечивается электропроводящий путь, энергия химической реакции обязательно превратится в электричество. (*for any given form of electricity will be converted into such other form as the surrounding conditions make most easy. ???*). При должных условиях, потенциальная энергия угля предпочтет превратиться в электричество, а не в тепло.

Это "откровение" привело к экспериментам, в которых уголь погружался в жидкость, так, чтобы кислород воздуха не контактировал с углем непосредственно во избежание сгорания. Далее, выбиралась такая жидкость, чтобы когда воздух продувался сквозь нее по направлению к углю, кислород воздуха временно вступал в химическую связь с жидкостью и затем замещался последующими порциями кислорода, тем самым, будучи принуждаем к реакции с углем. <... объясняется электропроводность электролитов и принцип действия топливного элемента. Перевести не могу, но это и так все знают ...> Жидкости, которые позволяют атомам кислорода и электрическому току проходить сквозь себя, можно назвать "электролитическими проводниками".

Таким образом, я считаю, что я открыл новый факт или принцип, ранее неизвестный естественным наукам - принцип, который, как я надеюсь, может быть так же полезен науке, как мое изобретение будет полезным на практике. Говоря научно, мое открытие состоит в том, что если кислород воздуха

заставить соединяться с углем через промежуточный электролитический проводник, запасенная энергия угля может быть превращена не в тепло, а сразу в электричество.

Грубо говоря, мое изобретение состоит в производстве электричества при соединении кислорода воздуха с углем под слоем подходящей жидкости.

Изобретение представляет из себя процесс, а не машины. Процесс может выполняться очень простыми средствами. Ранняя форма аппарата состояла из платинового тигля формой и размером с чашку послеобеденного чая (after-dinner coffee cup), частично заполненную обычным едким кали, который поддерживался жидким с помощью газовой горелки. В КОН платиновой проволокой удерживался в утопленном состоянии кусок обычного кокса (coke) размером с арахис. Платиновой трубкой, по типу соломинки, в гидроксид калия вдувался поток воздуха. Проволока, которой удерживался кокс, образовывала отрицательный полюс, а другая проволока, присоединенная к тиглю, образовывала положительный полюс генератора. Присоединив эти провода к маленькому электромотору, я обнаружил, что при продуве воздуха мотор начинал вращаться. Когда подача воздуха прекращалась, мотор останавливался. Из этого простейшего аппарата получался ток в несколько ампер. Электродвижущая сила была немногим более 1В.

Не может быть сомнения, что электрический ток возникал из-за химической реакции кислорода воздуха и кокса (углерода). Измерения показали, что кислород поглощался из воздуха, углерод расходовался и образовывался углекислый газ. Более того, электродвижущая сила почти точно соответствовала получаемой при сжигании углерода в кислороде с получением двуокиси углерода (1,04В). Когда весь аппарат был расположен так, что все его части находились при одинаковой, максимальной температуре, получался максимальный ток и максимальная ЭДС, что доказывает получение тока не от термоэлектричества. Затем. Позднейшие эксперименты с гораздо большими аппаратами не только подтвердили эти результаты, но и показали, что при должных условиях получаемая электрическая энергия приблизительно равна потенциальной энергии израсходованного в сосуде углерода.

Изобретение было сделано. Электричество из угля было получено. Будет ли это работать в большем масштабе? Могут ли быть преодолены многие практические трудности? Платина дороже золота, поэтому должен быть использован какой-то другой металл. Была попытка использовать железо, но ток получался очень маленьким.

Сосуды из меди, свинца, цинка, олова, никеля, магния разрушались. Золото и серебро давали хорошие результаты, но хуже, чем платина. Эксперименты повторялись снова и снова. Не было видно ни одной теоретической причины, почему железо не могло работать так же хорошо, как платина, и сосуды изготовлялись из железа всех видов.

Наконец, причина была найдена. Большинство образцов железа имеют масляную поверхность. При нагреве масло превращается в уголь, так, что железный электрод начинает вести себя подобно угольному. Это привело к методу очищения (cleansing, также имеет смысл "выравнивание, полировка") поверхности железа. И затем соответственно очищенный железный сосуд так же хорош, как платиновый, но, конечно, гораздо дешевле.

Сосуды теперь делались больше и больше, и теперь они достигают размеров барреля. Получаемый ток измеряется сотнями ампер.

Предстояло также преодолеть множество других трудностей. Уголь (coal), в том виде, в котором он поступает из забоев, не является хорошим проводником электричества. И, хотя был сконструирован

экспериментальный аппарат в котором оказалось возможным потреблять обычный кокс, сбрасываемый лопатой на затопленную решетку (grate), лучше всего оказалось раздробить (crush) уголь, сформовать (mould) его в большие бруски удобного размера и спечь (bake) его чтобы удалить содержащиеся газы и дать хорошую электропроводность.

Скорость, с которой расходуется углерод, и, соответственно, сила электрического тока, получаемого ячейкой, сильно увеличивается, если тщательно насытить все части жидкости избытком кислорода. Наилучшим образом это достигается, если выполнить конец трубки подачи воздуха в виде распылителя (rose nozzle), подобно тому, как это сделано в лейке (watering pot), так, чтобы воздух впрыскивался в жидкость большим количеством тонких струй.

Есть много видов жидкостей, которые могут быть использованы как электролитические проводники, но, к сожалению, наиболее подходящие становятся жидкими только при повышенных температурах. Поэтому, определенное количество угля или другого топлива должно сжигаться на решетке под сосудом для поддержания этой температуры. Однако, поскольку при этом нет существенного поглощения тепла, за исключением того, которое используется для подогрева поступающего воздуха и того, которое теряется излучением, можно ожидать, что в больших аппаратах, где большое количество сосудов заключено в теплоизолированную печь, потребление угля будет относительно очень маленьким.

Даже в небольшом аппарате мощностью в две лошадиных силы, в котором не было предпринято больших мер для сохранения тепла, измерения показали, что только 1/3 фунта угля на каждый силочас электроэнергии сжигалась на решетке. Паровая машина с динамомашинной эквивалентной мощности поглощала бы, как минимум, в 40 раз больше.

Расплавленный КОН имеет много достоинств как электролитический проводник, но у него есть недостаток в том, что он поглощает некоторое количество двуокиси углерода, выделяемой углем или содержащейся в воздухе. Если используется КОН, рано или поздно он загрязняется и требует очистки, несмотря на то, что часть двуокиси углерода выносится током азота, и несмотря на то, что добавлением носителей двуокиси углерода можно выносить часть двуокиси углерода к поверхности для ее выделения.

Выбирая электролитические проводники, не имеющие сродства к двуокиси углерода, нужда в частой очистке отпадает, поскольку, к счастью, потребление угля настолько более полное, чем при обычном сжигании, что при относительно чистом угле образуются только немного легко удаляемой золы.

Удельная сила тока составляет около 3/4 ампера на квадратный дюйм. Таким образом, кастрюля, содержащая 6 угольных стержней, каждый диаметром в 3 дюйма и восемнадцать дюймов длиной (удобный для производства и обращения размер), дает около 750 ампер, или немногим больше одной лошадиной силы электрической мощности. ЭДС каждого горшка, большого или маленького - чуть больше 1В. Когда нужен большой вольтаж, требуемое количество горшков соединяется последовательно и нагревается в общей печи. Воздух прокачивается с помощью воздушного насоса с электроприводом, на что расходуется небольшая часть произведенного электричества.

Было бы преждевременным давать какие-то окончательные оценки эффективности нового процесса, если использовать его в большом масштабе. Постоянно делаются улучшения. Только относительно маленькие угольные электрогенераторы были построены, по сравнению с современными паровыми машинами. И нужно помнить, что для этого генератора, как и для паровой машины,

увеличение размера означает увеличение КПД, особенно, для угля, сжигаемого на решетке. Однако, по результатам проведенного независимыми экспертами тестирования маленькой и относительно грубо сделанного угольного генератора мощностью 2 л.с., который периодически использовался в течение 6 месяцев, были получены следующие результаты:

Средняя развиваемая электрическая мощность: 2,16 л.с.
Средняя мощность, потребляемая воздушным насосом: 0,11 л.с.
Средняя электрическая мощность, нетто: 2,05 л.с.
Потребление угля в горшках на силочас электроэнергии: 0,233 фунта
Потребление угля на решетке не силочас электроэнергии: 0,336 фунта
Общее потребление угля на силочас электроэнергии: 0,559 фунта
Энергия, получаемая из 1 фунта электроэнергии: 1336Вт*ч (32% от теоретически возможной)

Таким образом, КПД этого генератора был в 12 раз выше, чем у средней электростанции, используемой в этой стране, и в 40 раз выше, чем у электростанций соответствующего размера.



Рис 1. Элементарная ячейка ~ Разобрана, чтобы показать железный "горшок", угольный стержень с железным держателем и трубку подачи воздуха с соплом. Угольный имеет длину 20 дюймов и периметр образующей 10 дюймов, и дает ток около 150 ампер. ЭДС - 1 В.



Рис 2: Угольный электрический генератор. Приводит в действие электромотор. Генератор состоит из теплоизолированной печи с шестью последовательно соединенными ячейками, подобными показанной на рис. 1, подвешенными над решеткой для сжигания угля.

Однако, есть еще много деталей, над которыми предстоит работа, и предстоит сделать еще много улучшений, до того, как угольный электрогенератор может быть запущен в общее коммерческое использование в масштабах, сопоставимых с современными паровыми машинами. Вопреки тем утверждения, которые я читал, я верю, что еще пройдет некоторое время, пока динамо-машины будут преданы забвению вместе с паровыми машинами.

<... лирика пропущена ...>

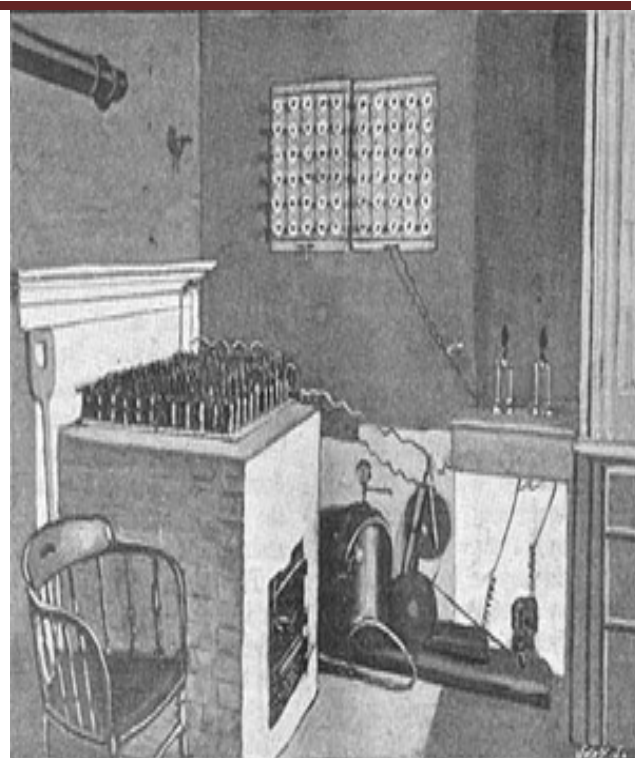
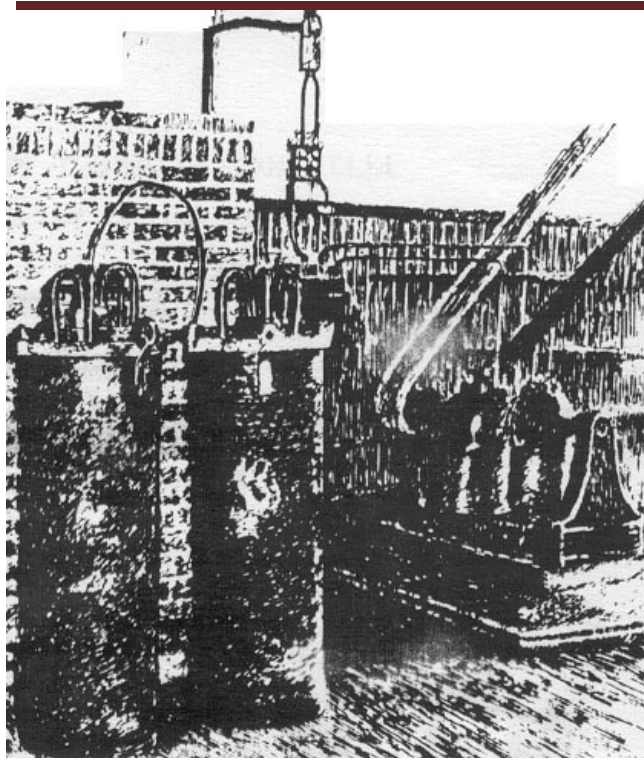
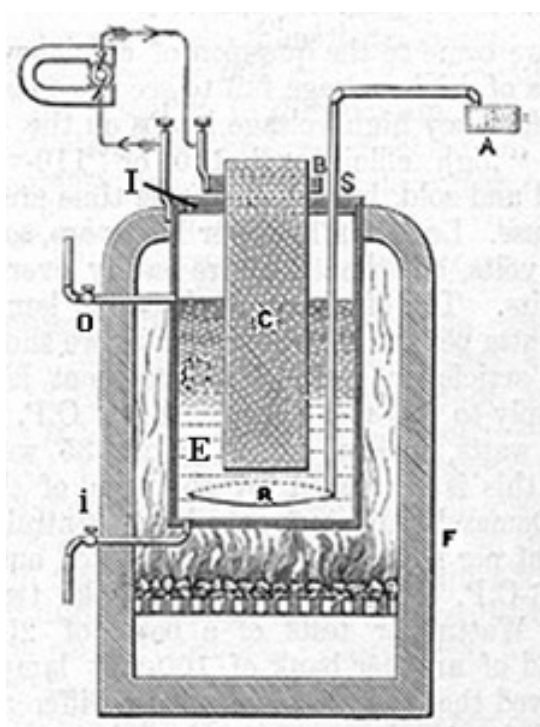


Рис 3: Большой угольный электрогенератор ~ Сейчас с ним проводятся эксперименты. Кирпичная печь имеет высоту 10 футов и длину 6 футов. Две ячейки вынуты из печи, чтобы их можно было видеть. Каждая содержит 6 стержней длиной по 3 фута. Ожидается, что по завершению работ (when perfected) этот генератор выдаст около 40 л.с.

100 последовательно соединенных ячеек на печи (Температура электролита: 400-500° С); Выработка: 16 А / 90 В



Уголь С погружен в раствор едкого натра Е. Насос А прокачивает воздух через перфорированное сопло R, которое равномерно распределяет воздух по электролиту. Положительный полюс зафиксирован на железном приемнике I, содержащем раствор, а отрицательный полюс В - на угольном стержне, который поддерживается и изолируется от приемника хомутом S. Две трубы о и i служат для подачи и удаления раствора."

Метод преобразования потенциальной энергии угля в электрическую энергию

Всем, кого это может заинтересовать

<... несущественные детали, повторы и т.п. опущены ...>

Мое изобретение <...> состоит из процесса преобразования потенциальной энергии угля или углеродистых материалов в электрическую энергию, при химическом соединении кислорода с этим материалом посредством промежуточного электролита.

Удобный и практичный способ осуществления моего изобретения состоит в том, чтобы погрузить угольный цилиндр в расплав гидроксида натрия и вдуть (current or blast) воздух в расплавленный гидроксид натрия так, чтобы он насыщался избытком кислорода. Электрическая цепь состоит из гидроксида натрия, который является электролитом, собирающего электрода, который химически не взаимодействует с электролитом, внешнего проводника к углю. В этой цепи протекает непрерывный электрический ток от гидроксида через собирающий электрод и внешний проводник к углю, сила тока зависит прежде всего от скорости подачи воздуха. При этом кислород воздуха соединяется с углем.

В этом процессе уголь постепенно превращается в углекислый газ (carbonic acid), который по большей части пробулькивает сквозь электролит и выделяется из него. Результирующий состав гидроксида натрия при этом не меняется, за исключением нижеописанных особенностей, а кислород поглощается из воздуха. Азот воздуха не вступает в реакцию и просто пробулькивается сквозь электролит, после чего выходит из аппарата. Гидроксид натрия содержится в сосуде из чистого железа, с которым он не имеет заметного химического взаимодействия, будучи расплавленным, и этот железный сосуд служит собирающим электродом или положительным полюсом генератора, в то время как уголь образует окисляемый электрод или отрицательный полюс.

<... повтор пропущен ...>

Также желательно поддерживать постоянную циркуляцию электролита, так, чтобы новые порции, насыщенные кислородом, могли бы последовательно вступать в контакт с углем. Также, для предотвращения создания ЭДС, направленной навстречу нормальному ЭДС элемента, поддерживать электролит, сосуд и угольные стержни при более или менее одинаковой температуре, и это удобно достигается перемешиванием электролита при пробулькивании воздуха. К тому же, постоянное перемешивание электролита удаляет золу и другие продукты реакции с поверхности угля, тем самым открывая свежие поверхности для воздействия электролита.

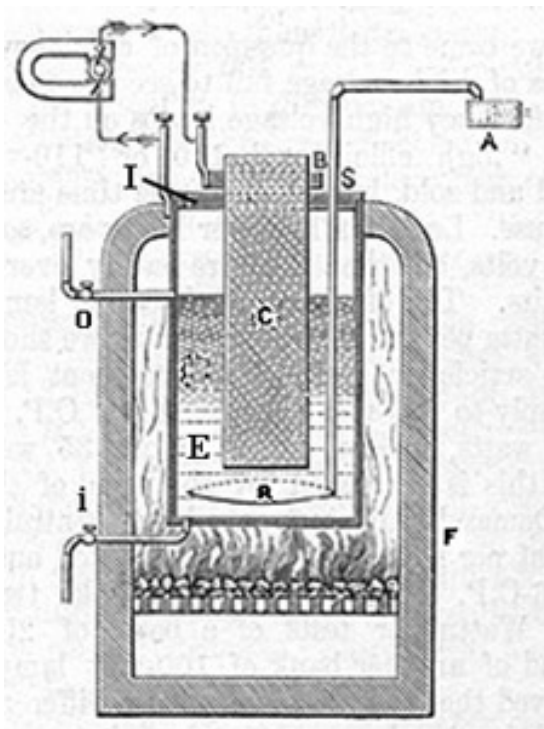


Рисунок 1 показывает подходящий аппарат для реализации моего изобретения, используя в качестве электролита NaOH и воздух в качестве источника кислорода.

электрического контакт между углем и подводющим проводом (lead wire) w^2 .

p_2 - винтовая клемма, с помощью которой подводящий провод u_2 соединяется с металлическим хомутом B .

p' - винтовая клемма, которой подводящий провод w' присоединен к железному горшку I .

F - печь, окружающая генератор, чтобы поддерживать его при должной температуре (скажем, 400-500 градусов Цельсия (centigrade)).

A - воздушный насос, прокачивающий воздух по трубе T в распылитель R , из которого он прокачивается в электролит несколькими тонкими струями. Распылитель R также показан в плане на Рисунке 2. Он сделан из некоторого металла, не подвергающегося действию электролита и проткнут, так что в нем имеется большое количество отверстий (pinholes - отверстие, сделанное булавкой), как показано.

S - крышка из непроводящего материала, которая также поддерживает уголь и изолирует его от железного горшка.

v - вентиляционное отверстие для выхода выхлопных газов.

o - выпуск загрязненного электролита, I - впуск свежего электролита.

<... повтор пропущен ...>

Хотя большая часть углекислого газа, возникающего в результате реакции или содержащегося в подаваемом воздухе, пробулькивается сквозь электролит и выделяется, часть его все же соединяется с гидроксидом натрия и образует карбонат натрия, который, вместе с золой, медленно загрязняет электролит, со временем снижая его эффективность. Эффективность генератора, однако, может поддерживаться за счет периодического удаления части загрязненного электролита и замены его новой порцией.

Загрязненный электролит может быть очищен хорошо известными простыми процессами.

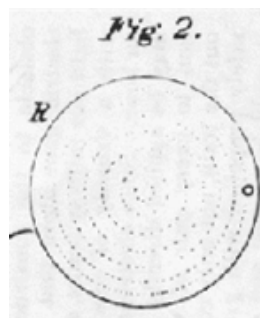


Рисунок 2 - это план "розочки" для распределения воздуха

I -

горшок (pot) из чистого железа. Хорошее листовое норвежское железо (rolled Norway iron) подходит.

E - электролит, в данном случае - гидроксид натрия. Он не обязательно должен быть чистым от обычных загрязнений, которые встречаются в коммерческом продукте.

C - уголь, который должен быть хорошим проводником электричества, будучи помещенным в электролит

B - металлический хомут, для обеспечения хорошего

Добавлением небольшой доли оксида магния, загрязнение гидроксида натрия карбонатом натрия может быть уменьшено, и, следовательно, его срок годности продлен. Мое мнение состоит в том, что оксид магния соединяется с углекислым газом быстрее, чем гидроксид натрия, и образующийся карбонат натрия быстро разлагается на углекислый газ, который выделяется и окись магния, которая снова готова к соединению с углекислым газом. Короче говоря, окись магния служит носителем для транспортировки углекислого газа через электролит.

Мое изобретение не ограничивается ни конкретным вышеупомянутым электролитом, ни использованием только воздуха в качестве источника кислорода, ни вышеописанным аппаратом.

Для реализации моего изобретения может быть использовано много электролитов. Вот некоторые из их желательных характеристик: Они должны становиться жидкостями при удобной температуре. Они должны хорошо проводить электричество. Они должны легко присоединять кислород из воздуха или из другого источника, а также легко отдавать кислород при взаимодействии с углем. Они не должны иметь сильного сродства к углекислому газу, и, если воздух используется как источник кислорода, у них не должно быть существенного сродства к азоту и другим компонентам воздуха. Расплавы карбонатов калия и натрия (molten hydrates of potash and soda) особенно подходят для практического использования.

Очевидно, что вместо использования кислорода воздуха я могу использовать искусственно полученный любым способом кислород. И, как естественно было бы предположить, химическое взаимодействие происходит более бурно с чистым кислородом, чем с кислородом воздуха.

Воздух или кислород может подогреваться перед подачей в электролит.

Собирающий электрод или положительный полюс может быть сделан из электропроводного материала, существенно не подвергающегося действию электролита, или из другого материала. Однако, возникающий в генераторе ток защищает положительный полюс. Платина является почти универсально применимой, но стоит дорого. Чистое железо может применяться во многих случаях и недорого. Следует избегать сталь и железо, содержащие значительное количество углерода, поскольку они могут создать противоположно направленную ЭДС, которая ощутимо снижает эффективность генератора.

Я нашел удобными для использования газовый кокс (gas-carbon), антрацит, который спечен для придания электропроводности, каменный уголь, из которого удалено достаточно углеводородов, чтобы он стал электропроводным, древесный уголь, а также любая форма углерода или углеродосодержащего материала, которая имеет достаточную электропроводность.

Я предпочитаю формовать уголь в один или несколько цилиндров или пластин (это может быть произведено широкоизвестными процессами), поскольку легко создать хороший электрический контакт между углем такой формы и подводющим электродом.

Ток, даваемый генератором, очень велик, но напряжение - меньше, чем требуется для большинства коммерческих целей. Напряжение может быть повышено последовательным соединением нескольких генераторов или произведена трансформация известными методами.

<... повтор пропущен ...>

Harper's New Monthly Magazine (1896) - новый ежемесячный журнал Харпера (1896)
Electrical Review 38 (970): 826 (26 June 1896) - электрическое обозрение, 26 июня 1896
US Patent # 555,511 Патент США №555,511
(перевод статьи rexresearch.com/jacques/jacques.htm)

Технология получения заменителя бензина из природного газа и ВОДЫ.

Ниже приводятся описания двух самодельных установок по производству метилового спирта – перспективного топлива для двигателей внутреннего сгорания. Данный материал дается исключительно в ознакомительных целях. Попытки сконструировать подобные установки в домашних условиях не только опасны, но и имеют весьма сомнительную экономическую перспективность.

Метанол является сильным ядом. Он представляет собой бесцветную огнеопасную жидкость с запахом, подобным запаху обычного питьевого спирта. Помните о том, что 30 миллилитров выпитого метанола смертельны! Пары также ядовиты! Большая опасность метилового спирта состоит в том, что он практически неотличим от этанола.

Вариант 1

Краткие сведения о метаноле. Метанол, метиловый спирт, древесный спирт, карбинол, CH_3OH — простейший алифатический спирт, бесцветная жидкость с запахом, напоминающим запах этилового спирта. Температура кипения — 64,5 градуса Цельсия, температура замерзания — минус 98 градусов, плотность — 792 кг/куб.м. Смешивается во всех отношениях с водой и многими органическими жидкостями. Пределы взрывоопасных концентраций в воздухе 6,7—36% объема. Октановое число больше 150. Теплота сгорания 24000 кДж/кг — меньше, чем у бензина (44000 кдж/кг), этому расход метанола будет выше примерно в два раза. Как топливо метанол применяется в гоночных машинах, например, "Формуле-1", а также в немецких реактивных самолетах в конце второй мировой войны. Традиционно метанол получают возгонкой древесины. Но более перспективен способ получения метанола — из природного газа. Природный газ, как известно, почти на 100% состоит из метана — CH_4 . Ни в коем случае не надо его путать с баллонным газом пропан-бутаном, последний является продуктом крекинга нефти и используется напрямую в качестве автомобильного топлива. Впрочем, это и делают многие автомобилисты, устанавливая соответствующее оборудование. Зато при использовании метанола никакого дополнительного оборудования не требуется.

Итак, о химии процесса получения метанола из природного газа. Метан при неполном окислении превращается в окись углерода и водорода, реакция эта выглядит следующим образом:



Но при этом одновременно образуются также CO_2 , сажа, ацетилен. Причем в больших количествах. Применяемый в промышленности способ основан на реакции конверсии метана с водяным паром:



В первом уравнении стоит "+16,1 ккал". Это означает, что реакция идет с выделением тепла. Во втором – с поглощением. Но по указанным выше причинам мы остановимся именно на втором способе получения окиси углерода и водорода. При наличии этих двух компонентов уже можно напрямую синтезировать метанол. Реакция идет по следующему уравнению:



Сложность в том, что конечный продукт получается лишь при высоком давлении и высокой температуре ($P > 20$ атм., $T = 350$ градусов), но при наличии катализатора этот процесс возможен и при низком давлении. Полученный метанол выводится из реакции охлаждением до конденсации, а не

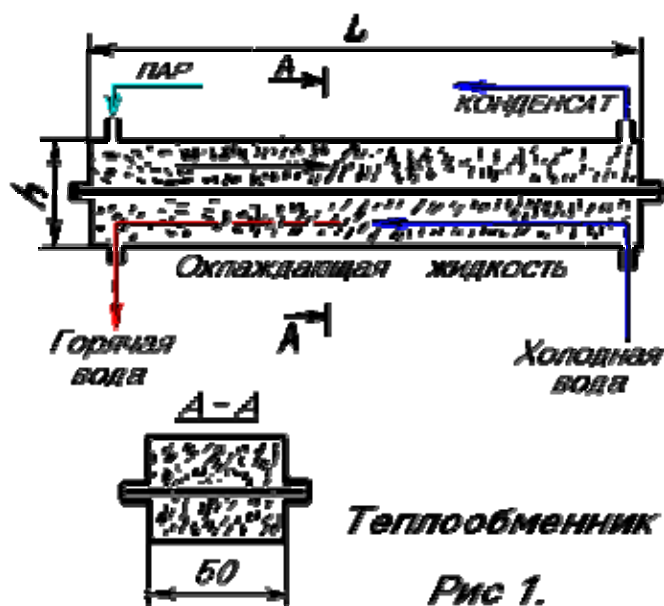


Рис 1.

сконденсировавшие газы будем сжигать. При правильном сжигании остатков водорода и СО никаких вредных веществ не выделяется (отходы CO_2 и H_2O — безвредны), так что никаких вытяжных устройств не требуется. Далее метанол заливается через трубку, обязательно с герметизацией (!), в канистру. Как видите, химический процесс очень прост, он основывается на двух реакциях. Сложности есть только технологические и в соблюдении мер безопасности. Мы ведь имеем здесь дело с сильно горючими и ядовитыми веществами. Нужно опасаться как взрыва, так и утечки этих газов. Поэтому — необходимо строго соблюдать технологию и правила обращения, которые мы будем описывать. Для сборки установки нужно будет приобрести: лист нержавеющей стали (1мм), трубку из "нержавейки" бесшовную, наружным диаметром 6—8 мм, толщиной стенки не менее 1 мм и длиной около 2 метров, компрессор от любого бытового холодильника (можно со свалок, но рабочий). Ну и, само собой разумеется, нужна будет аргоновая электросварка.

ТЕПЛООБМЕННИКИ. Теплообменники обычно состоят из трубок, окруженных охлаждающей средой. В обиходе их называют "змеевиками". Для жидкостей, теплопроводность которых велика, такой теплообменник может быть приемлем. Но с газами ситуация совершенно другая. Дело в том, что на небольших скоростях ток газа движется ламинарно и практически не обменивается теплом с окружающей средой. Посмотрите на дымок от горячей сигареты. Эта стройная струйка дыма и есть ламинарный ток. Сам факт, что дымок поднимается вверх, говорит о его высокой температуре. А то, что он остается цельным прутком примерно на высоту до 20 сантиметров подъема, свидетельствует о сохранении им тепла. То есть на этом расстоянии даже при совсем малых скоростях ток газа не успевает охладиться, обменяться теплом с воздухом. Именно вследствие ламинарности тока газовые теплообменники приходится конструировать громоздкими. Внутри их трубок являются "сквозняки", которые даже на десятках метров практически не дают теплообмена. Это хорошо известно тем, кто когда-либо гнал самогон. (Всякий опыт полезен!) Длинная, интенсивно охлаждаемая трубка, из неё вытекает конденсат, но при этом обязательно идет и пар. Значит, теплообмен недостаточно эффективен. Проблема, однако, имеет решение, и оно может быть несложным. Наполнить трубку, например, медным порошком (см. рис.1). Для производительности 10 л/час теплообменник может быть длиной 600 мм, а для 3 л/час должно хватить и двухсот мм, h — 20 мм. Размеры частиц могут варьироваться, оптимум где-то в пределах 0,5—1 мм. Учитывая задачи теплообмена, материалом корпуса могут быть железо, и медь, и алюминий, материалом набивки — медь, алюминий, — что найдется. Тогда вокруг каждой частички металла струйка газа будет образовывать завихрения. Тем самым сразу ликвидируются сквозняки и ток становится турбулентным. Ну и одновременно увеличивается в огромной степени контакт газа с охлаждаемой поверхностью. Набитый в трубку порошок меди постоянно принимает или отдает тепло стенкам, и поскольку теплопроводность меди примерно в 100 тысяч раз выше теплопроводности газа, то газ сравнительно быстро примет температуру стенок, если мы будем их интенсивно охлаждать. Нужно учесть, что с уменьшением размеров частиц и увеличением их количества растет также и сопротивление газовому потоку, поэтому

врядли удастся использовать для теплообменника частицы мельче 0,5—1 мм. Проточную охлаждающую воду, конечно, целесообразно пропускать навстречу току газа. Это дает возможность в каждый точке теплообменника иметь свою определенную температуру. Поскольку тепловой контакт у нас близок к идеальному, температура на выходе конденсируемой жидкости будет равна температуре охлаждающей жидкости. Вот каков поидее обсуждаемый здесь теплообменник. Приведенный эскиз есть не что иное, как дистиллятор, он же самогонный аппарат, он же теплообменник. Производительность такого дистиллятора прикидочно 10 литров в час. Его также можно применять практически в любых целях, включая установку для получения обычного этилового спирта. Такие теплообменники при огромной производительности в сотни раз меньше существующих.

КАТАЛИТИЧЕСКИЙ РЕАКТОР

В существующих химических газовых процессах обычный катализатор идет в гранулах довольно значительного размера от 10 до 30 мм. Площадь контакта газа с такими шариками в тысячи раз меньше, чем, если бы мы использовали частицы в 1—1000 микрон. Но тогда проходимость газа весьма затруднится. Кроме того, мельчайшие частицы катализатора довольно скоро выйдут из строя вследствие поверхностного загрязнения. Нами найден способ увеличить площадь контакта газа с катализатором, не затрудняя проходимость его в реакторе, и одновременно непрерывно производить очистку от так называемого "отравления" самого катализатора. Делается

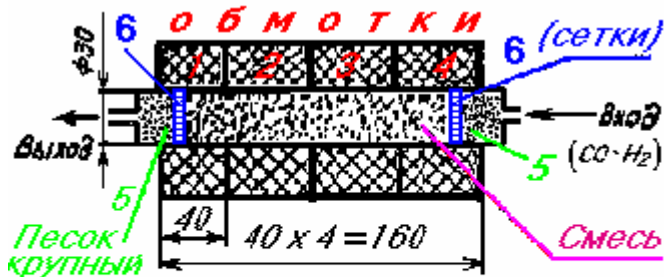


Рис.2, где смесь: катализатор с ферритовым порошком, может быть в соотношении 1:1. Сетки предназначены для фиксации порошков. Песок — фиксирует сетки.

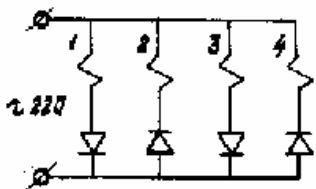


Рис.3. Рассматривается схема включения обмоток. Сопротивление обмотки 1200 Ом. Диаметр провода 0,15 мм (до заполнения катушки). Диоды любой силы тока, не менее 1 А, напряжение не менее 450 В.

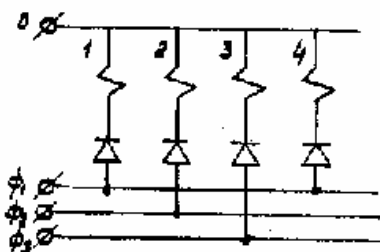


Рис.4. Смещение фаз на 120 градусов заставляет катушки работать не попеременно как в предыдущей, а поочередно, по принципу "бегущих огней".

это следующим образом. порошковый катализатор смешивается с ферромагнитными частицами (железным либо ферритовым порошком). Тут не должно возникнуть затруднений: если такого порошка невозможно достать, его легко самому лучить. Обычный феррит, известный всякому радиолюбителю, размолоть в ступке — и готово. Смесь ферритового порошка с катализатором помещается в неферромагнитную трубку, например, из стекла, керамики, можно и в алюминиевую или медную. Теперь смотрите, какая может быть схема. Снаружи трубки идут обмотки катушек. Каждая из них включена через диоды, так, например, как дано на рис.3. При включении в сеть переменного тока обмотки включаются поочередно с частотой 50 Гц. При этом ферромагнитный порошок непрерывно сжимает и расширяет катализатор, обеспечивая пульсирующую проходимость газа. Если же включать электромагниты в трехфазную сеть (см. рис.4), то в этом случае обеспечивается поступательная пульсация сжатий, и за счет этого непрерывно газ будет сжиматься в продольном направлении вперед. Таким образом, система работает, как насос. При этом — многократно перемешивая газ, сжимая и расширяя

его и тысячекратно увеличивая интенсивность процесса на катализаторе. Попутно частички катализатора трутся друг о друга и о ферритовый абразивный порошок, что приводит к их очистке от загрязняющих пленок. Схема работает следующим образом: с частотой 50 Гц происходит смена полярности на питании. Ток переменного тока проходит по обмотке 1,3 и 2,4 (см. рис. 2). При этом в них является магнитное поле, которое намагничивает ферритовые частицы и заставляет их взаимодействовать друг с другом, вовлекая в движение частицы катализатора. Таким образом, переменного тока возникает для газа проходимость сквозь мелкие частицы, сменяемая большим сопротивлением, оказываемым сжатой массой частиц. И самое главное: активность катализатора, сжимающего и разжимающего реагирующий газ, по еще не изученным причинам повышается дополнительно в 20—50 раз. Работа описанного каталитического реактора эквивалентна реактору размером метров в 20—30. Увеличить производительность реактора можно, включая обмотки в трехфазную сеть. При этом система работает не как клапаны, а как активный насос, совмещая все положительные эффекты первой схемы и дополнительно принуждая газ перемещаться в направлении смещения сдвига фаз. При таком включении важно правильно выбрать фазировку. Итак, в реакторе, приведенном здесь, работают следующие положительные факторы:

1. Увеличение площади катализатора в 300—1000 раз за счет уменьшения размеров частиц.
2. Происходит постоянная очистка катализатора от поверхностного загрязнения.
3. Постоянные пульсации давления реагирующих газов между частицами катализатора, а во второй схеме дополнительно происходит еще и перекачки газа внутри самого реактора.

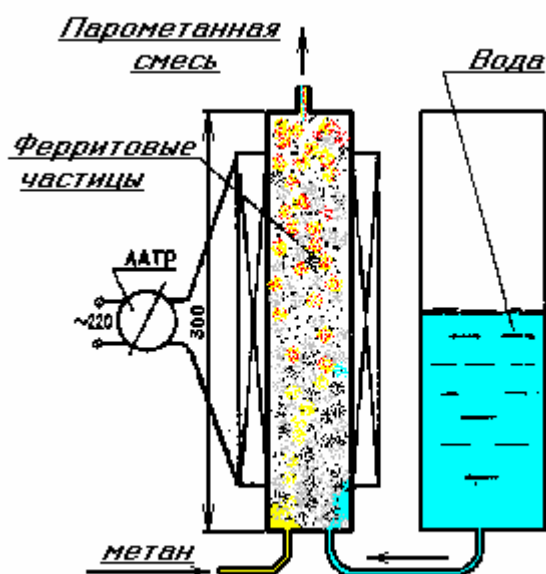


Рис 5. Диспергатор

Недостаток этого реактора — повышенное сопротивление току газа — устраняется переменным уплотнением — освобождением частиц внутри четных—нечетных катушек. Одна важная деталь: необходимо теплоизолировать катушки от корпуса реактора. Следует отметить, что подобная схема реактора заявлена на патент, и она может работать в любых каталитических газовых процессах. Поэтому для химиков — это не домашняя разработка, а принципиально новый, еще не совсем изученный, но эффективный реактор. По всей видимости, эффекты усилятся при подаче прямоугольных импульсов или колебаний высокой частоты.

ПРОИЗВОДСТВО СИНТЕЗ—ГАЗА.

Синтез-газом называется смесь H_2 и CO , необходимая для производства метанола. Поэтому вначале рассмотрим технологию синтез-газа. Традиционные методы получения CO и H_2 из метана (CH_4) состоят в том, что метан смешивается с водяным паром и в нагретом состоянии поступает в

реактор, где к паро-метановой смеси добавляется дозированное количество кислорода. При этом происходят следующие реакции:



Как видно, некоторые реакции эндотермические — с поглощением тепла — а некоторые экзотермические — с выделением. Наша задача создать такой баланс, чтобы реакции шли с контролируемым выделением тепла. Итак, вначале требуется дозированное смешение H_2O и CH_4 . Традиционные методы ведения этого процесса сложны и громоздки. Мы будем насыщать метан водяными парами путем пропускания пузырьков этого газа через нагретую до 100 градусов Цельсия воду, а чтобы пузырьки активно разбивались, размещаем на их пути твердые ферритовые частички размером 1—2 мм. Но в этой массе рано или поздно пузырьки находят дорогу и затем, практически не разбиваясь, проходят по образовавшемуся каналу. Чтобы этого не происходило, смесительную камеру с частичками из феррита ставим в соленоид, на который подается переменный ток. В этом существенное отличие нашего диспергатора. Под действием вибрации частиц феррита в пульсирующем магнитном поле пузырьки метана постоянно разбиваются, проходят сложный зигзагообразный путь и насыщаются парами воды. Этот процесс осуществляется в диспергаторе (см. рис 5).

К соленоиду жестких требований нет, поскольку запитывается он от ЛАТРа или от регулятора света (в продаже имеются). Регулировка напряжения на соленоиде необходима, чтобы, изменяя магнитное поле, одновременно изменять и степень насыщения метана парами воды.

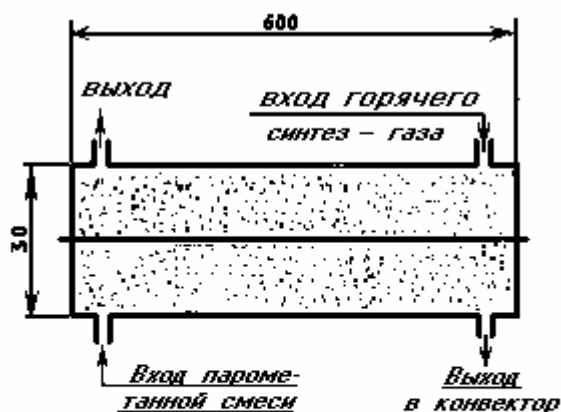


Рис 6.
Теплообменник

О цели этих изменений будет сказано ниже. Количество витков в катушке может быть от 500 до 1000. Диаметр провода 0,1— 0,3мм. Необходим бачок воды для подпитки, поскольку вода непрерывно расходуется на образование паро-метановой смеси (см. рис.1). Труба диспергатора берется из неферромагнитного металла, поэтому в переменном магнитном поле она будет разогреваться. Кроме того, и метан поступает в воду разогретым. Поэтому специального нагревателя для воды не требуется.

ВНИМАНИЕ: необходимо расположить бачок таким образом, чтобы уровень воды в смесителе—диспергаторе не поднимался выше 150 мм, т.е. до половины его высоты, это связано с величиной давления в газовой сети (=150 мм водного столба).

ВСЯ СИСТЕМА ДОЛЖНА БЫТЬ ГЕРМЕТИЧНА И НЕ ДОПУСКАТЬ УТЕЧЕК! Готовая паро-метановая смесь разогревается до температуры 550—600 градусов в теплообменнике. Устройство теплообменника уже достаточно подробно описано (см. рис 1.). Поэтому приведем только уточнение размеров.

Теплообменник изготавливается из нержавеющей стали, обязательно варится в среде инертного газа. Трубки из нержавеющей стали крепятся к корпусу только сваркой. Наполнитель теплообменника изготавливается из 1—2 миллиметровых частиц керамики. Это может быть, например, дробленая фарфоровая посуда. Наполнять емкость надо достаточно плотно, с обязательным встряхиванием. Возможная ошибка: при недостаточном наполнении теплообменника частицами керамики газ "найдет себе дорогу", и токи будут ламинарными, чем ухудшается теплообмен. **ВНИМАНИЕ:** В теплообменнике 3.2 (см. рис.10) температуры высокие! Никакие уплотнители не применять — только аргонная сварка.

САМЫМ СЛОЖНЫМ И ОТВЕТСТВЕННЫМ УЗЛОМ УСТАНОВКИ ЯВЛЯЕТСЯ КОНВЕРТОР-РЕАКТОР (см. рис.7), где происходит конверсия метана (превращение его в синтез—газ).

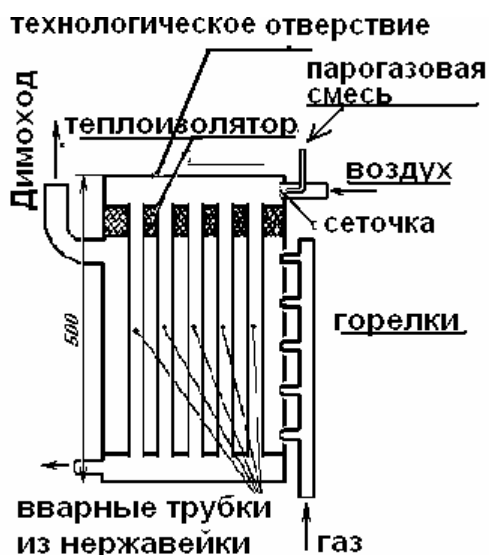


Рис 7. Реактор-конвертор

Конвертор состоит из кислород-парометанового смесителя и реакционных каталитических колонн. Вообще, реакция идет с выделением тепла. Однако в нашем случае, чтобы процесс начался, на подводящих трубках проводим нагрев, поскольку мы осуществляем конверсию метана по реакции:



, с потерей тепла, а значит нужно обязательно подводить тепло в конвертор. Для этого паро-метановый газ мы пропускаем через трубки, постоянно обогреваемые горелками "Г". Конвертор работает следующим образом. Парометановая смесь поступает в камеру, в которой вварены трубки из нержавеющей стали. Количество трубок может быть от 5 до 20 в зависимости от желательной

производительности конвертора. Пространство камеры должно быть обязательно плотно набито крупнозернистым песком или дробленой керамикой или крошкой нержавеющей стали, размеры частиц 0,5—1,5 мм. Это необходимо для лучшего перемешивания газов, а самое главное — для пламягашения. При соединении воздуха с горячим метаном может произойти возгорание. Поэтому в камере набивка осуществляется с обязательным встряхиванием и досылкой. Трубки и сборная камера (на рис 7.- нижняя), как раз и набиваются частицами, содержащими катализатор — окись никеля. Который смешивается в пропорции 1/3 объема порошка с 2/3 объема молотой керамики (0,5 мм) или чистого грубозернистого песка. Промежуток между верхними частями трубок заполняются на 10 см любым высокотемпературным теплоизолятором. Это делается, чтобы не перегревать камеру. Мы можем предложить свой способ получения такого теплоизолятора. Обычный канцелярский силикатный клей смешивают с 10—15 весовыми процентами тонкомолотого мела или талька или глины. Перемешивают тщательно. Наливают смесь тонким слоем и сразу же прижигают огнем паяльной лампы. Вскипевшая в клее вода образует пемзообразную белую массу. Когда она остынет, опять наливают на нее слой клея с мелом и опять обрабатывают пламенем. И так повторяют до тех пор, пока не получат, необходимый слой теплоизолятора. После окончания сборки конвертора его помещают в стальной короб, который обязательно теплоизолируют материалом, выдерживающим температуру до 1000 градусов, например,

асбестом. Горелки инжекционного типа, могут быть любые, от 5 штук до 8. Чем их больше, тем равномернее нагрев. Возможна также система, использующая одну горелку. Пламя ее имеет несколько выходов через отверстия в трубе. Газовые горелки есть в продаже, например, те, что используются для обработки лыж. Есть в продаже также газовые паяльные лампы, этому мы даем только общую схему. Горелки должны соединяться параллельно и регулироваться стандартным газовым краном, например, от газовой плиты, или "родным" краном от "лыжной" горелки.

Ещё один из ответственных узлов — это **эжекторный смеситель подачи воздуха и метана (рис.8.)** в камеру конвертора. Эжекторный смеситель воздуха и метана состоит из двух сопел: одно дает метан, насыщенный парами воды, а другое — эжектор воздуха. Воздух ступает от компрессора,

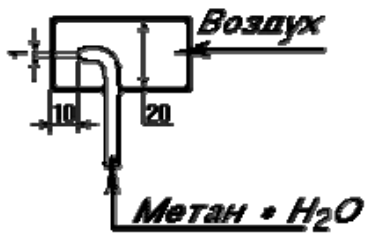


Рис 8. Эжекторный смеситель воздуха и метана

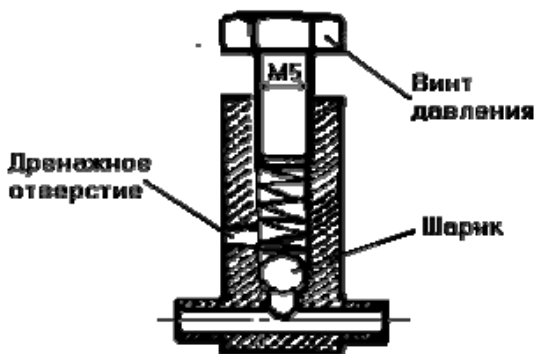


Рис 9. Клапан давления

количество его регулируется клапаном давления (Рис.9.). Компрессор может быть практически от любого бытового холодильника, давление регулируется от "нуля" до необходимого, которое будет ненамного выше давления в газовой магистрали (т.е. =>150 мм.вод.ст.). Необходимость подачи воздуха (кислорода) в конвертор обусловлена тем, что реакции [5] часть водорода должна быть поглощена с выделением СО, тем самым увеличивается количество окиси углерода до пропорции $CO:H_2 = 1:2$, т.е. число молей (объемов) водорода должно быть в два раза большим объемов окиси углерода. Но возникновение CO_2 произойдет по реакции [1] с выделением большого количества тепла. Поэтому вначале процесса компрессор мы не включаем и винт держим вывернутым. Воздух не даем. И по мере разогрева камеры и включении всей системы будем постепенно, включив компрессор и вворачивая винт клапана давления, увеличивать подачу воздуха и одновременно уменьшать пламя на горелках. Контроль будем вести по количеству излишков водорода на выходе из конденсатора метанола (теплообменник 3.3 и 3.1) через фитиль 13 (рис.10), сокращая его. Фитиль для дожига излишка синтез—газа представляет собой 8-миллиметровую трубку, длиной 100 мм, набитую медным

проводом всей длине,- чтобы пламя не шло вниз, в канистру с метанолом. Мы разобрали все узлы установки получения метанола. Как ясно из предыдущего, вся установка состоит из двух основных узлов: конвертора для создания синтез—газа (конверсия метана) и синтезатора метанола. Синтезатор (каталитический насос) достаточно хорошо описан выше. Единственно, что следует добавить — это необходимость установки теплоизолятора между трубой и катушкой. Как изготовить теплоизолятор, мы сообщали при описании изготовления конвертора (см. рис.7).

ПЕРЕЙДЕМ К ОБЩЕЙ СХЕМЕ УСТАНОВКИ. Работа общей схемы. Из газовой магистрали метан поступает через вентиль 14 в теплообменник 3.1, разогревается до 250—300 градусов [в этом месте нужно бы добавить фильтр из окиси цинка - для очистки газа от примесей серы !] и поступает в смеситель—диспергатор 2, где насыщается парами воды. Вода добавляется в диспергатор непрерывно из бачка 1. Вышедшая газовая смесь поступает в теплообменник 3.2, где разогревается до 500—600 градусов и идет в конвертор 4. На NiO — катализаторе при температуре 800—900 градусов происходит реакция (2). Для создания этой температуры работают горелки "12". После установления

температурных режимов включается компрессор 5 и постепенно дается воздух в смеситель 11. Повышение давления осуществляется путем вворачивания винта в клапане 8. Одновременно уменьшаем пламя на горелках "12" при помощи вентиля 14.2. Полученный на выходе синтез—газ поступает в теплообменники 3.1 и 3.2, где охлаждается до температуры 320—350 градусов. Затем синтез—газ поступает в синтезатор метанола 6, где на катализаторе из смеси одинакового количества ZnO, CuO, CoO происходит превращение его в метанол CH_3OH . Смесь газообразных продуктов на выхода охлаждается в теплообменнике 3.3., который описан выше (см. рис.1) и поступает в накопительный бачок 10. В верхней его части находится трубка — фитиль (13), где дожигаются продукты, которые не прореагировали в процессах. Поджигание необходимо, обязательно!

Несколько советов. Катализаторы можно готовить самому путем прокаливания порошковых металлов на воздухе. Первые установки для получения метанола работали с катализатором только из окиси цинка. Это в принципе цинковые белила. Белый порошок. Но в дальнейшем химики начали делать и на окиси меди, и на окиси хрома, окиси кобальта. Есть огромное количество отчетов. В ГПНТБ

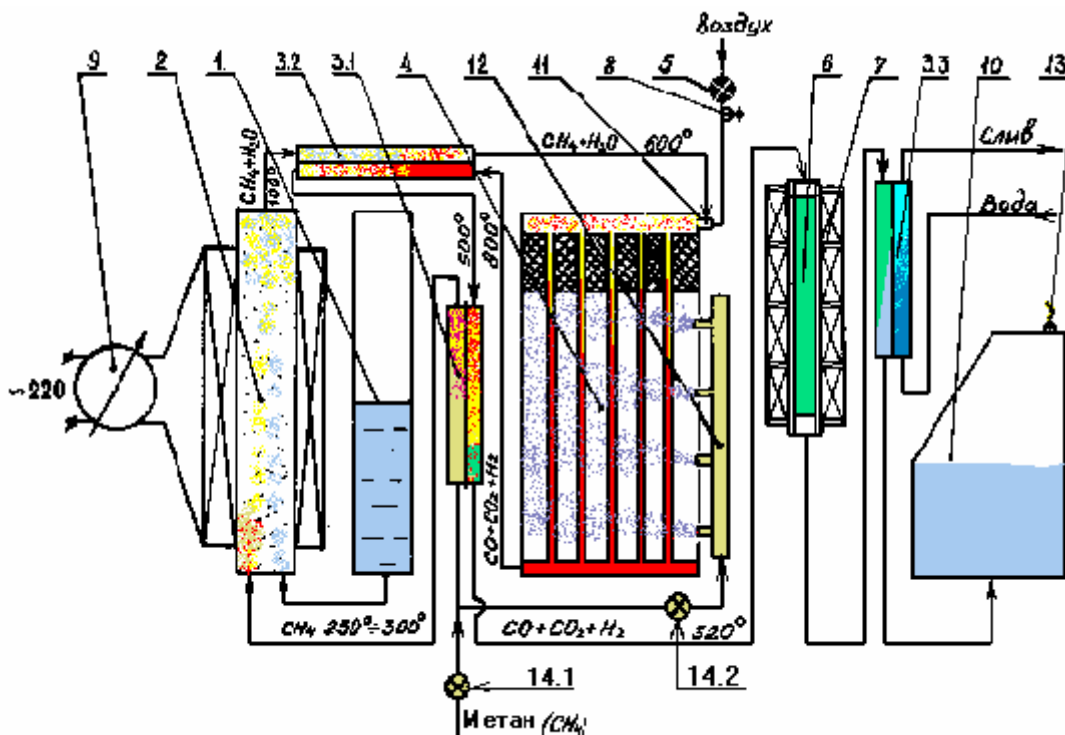


Рис 10. Общая схема установки

целый стеллаж стоит. Эти катализаторы более эффективны, чем окись цинка. Предлагаемый способ - измельчение старых "серебряных" монет, они состоят из никеля и меди - даст неплохой катализатор. Эти опилки надо, конечно, обжечь, окислить на воздухе. Измерение температуры можно осуществлять при помощи термоиндикаторных красок, которые в настоящее время достаточно распространены. Измерение нужно проводить на входных и выходных трубках. Если термокрасок вы не достанете, можно изготовить сплав олово — свинец — цинк. При определенных, найденных экспериментально пропорциях смешения они будут иметь необходимую температуру плавления. Нанося полученные сплавы на трубки, и следя за их плавлением, можно с некоторой грешностью контролировать температуру. Если вы не допустили образования газовых карманов (т.е. полностью заполнены все полости соответствующей крошкой), если устранили утечки и самое главное — своевременно зажжен и постоянно горит фитиль (11), то установка будет абсолютно безопасна. Подбирая катализаторы можно повышать тепловой КПД, увеличить процент выхода метанола. Для достижения оптимума здесь требуются эксперименты. Они проводятся во многих институтах разных стран. В России к числу таких

НИИ относится, например, ГИАП (Государственный институт азотной промышленности). Следует иметь в виду, что получение метанола из природного газа в компактных установках — новое дело, и многие процессы еще недостаточно изучены. В то же время метанол — одно из самых экологически чистых и практически идеальных топлив. И, самое главное, получение его основано на безграничных и возобновляемых ресурсах — метане.

Вариант 2.

Малогабаритный аппарат для получения этого топлива прост в изготовлении, не требует особых знаний и дефицитных деталей, безотказен в работе. Его производительность зависит от различных причин, в том числе и от габаритов. Аппарат, схему и описание сборки которого предлагаем вашему вниманию, при $D=75\text{мм}$ дает три литра готового топлива в час, имеет вес около 20 кг, и габариты приблизительно: 20 см в высоту, 50 см в длину и 30 см в ширину.

Принцип действия и работа аппарата:

Водопроводная вода подключается к «входу воды» (15) и, проходя далее, разделяется на два тока: один ток через краник (14) и отверстие (С) входит в смеситель (1), а другой ток через краник (4) и отверстие (Ж) идет в холодильник (3), проходя через который вода, охлаждая синтез-газ и конденсат бензина, выходит через отверстие (Ю).

Бытовой природный газ подключается к трубопроводу «Вход газа» (16). Далее газ входит в смеситель (1) через отверстие (Б), в котором, смешавшись с паром воды, нагревается на горелке (12) до температуры 100 - 120°C. Затем из смесителя (1) через отверстие (Д) нагретая смесь газа и водяного пара входит через отверстие (В) в реактор (2). Реактор (2) заполнен катализатором №1, состоящим из 25% никеля и 75% алюминия (в виде стружки или в зернах, промышленная марка ГИАП-16). В реакторе происходит образование синтез газа под воздействием температуры от 500°C и выше, получаемой за счет нагрева горелкой (13). Далее нагретый синтез-газ входит через отверстие (Е) в холодильник (3), где он должен охладиться до температуры 30-40°C или ниже. Затем охлажденный синтез-газ через отверстие (И) выходит из холодильника и через отверстие (М) входит в компрессор (5), в качестве которого можно использовать компрессор от любого бытового холодильника. Далее сжатый синтез-газ с давлением 5-50 через отверстие (Н) выходит из компрессора и через отверстие (О) поступает в реактор (6). Реактор (6) заполнен катализатором №2, состоящим из стружки 80% меди и 20% цинка (состав фирмы «ICI», марка в России СНМ-1). В этом реакторе, который является самым главным узлом аппарата, образуется пар синтез-бензина. Температура в реакторе не должна превышать 270°C, что можно проконтролировать градусником (7) и регулировать краником (4). Желательно поддерживать температуру в пределах 200-250°C, можно и ниже. Затем пары бензина и не прореагировавший синтез-газ через отверстие (П) выходят из реактора (6) и через отверстие (Л) входят в холодильник (3), где пары бензина конденсируют и через отверстие (К) выходят из холодильника. Далее конденсат и не прореагировавший синтез-газ входят через отверстие (У) в конденсатор (8), где накапливается готовый бензин, который выходит из конденсатора через отверстие (Р) и краник (9) в какую-либо емкость.

Отверстие (Т) в конденсаторе (8) служит для установки манометра (10), который необходим для контроля давления в конденсаторе. Оно поддерживается в пределах 5-10 атмосфер или больше в основном с мощью краника (11) и частично краника (9). Отверстие (Х) и краник (11) необходимы для выхода из конденсатора не прореагировавшего синтез газа, который идет на рециркуляцию обратно в смеситель (1) через отверстие (А). Краник (9) регулируют так, чтобы постоянно выходил чистый жидкий

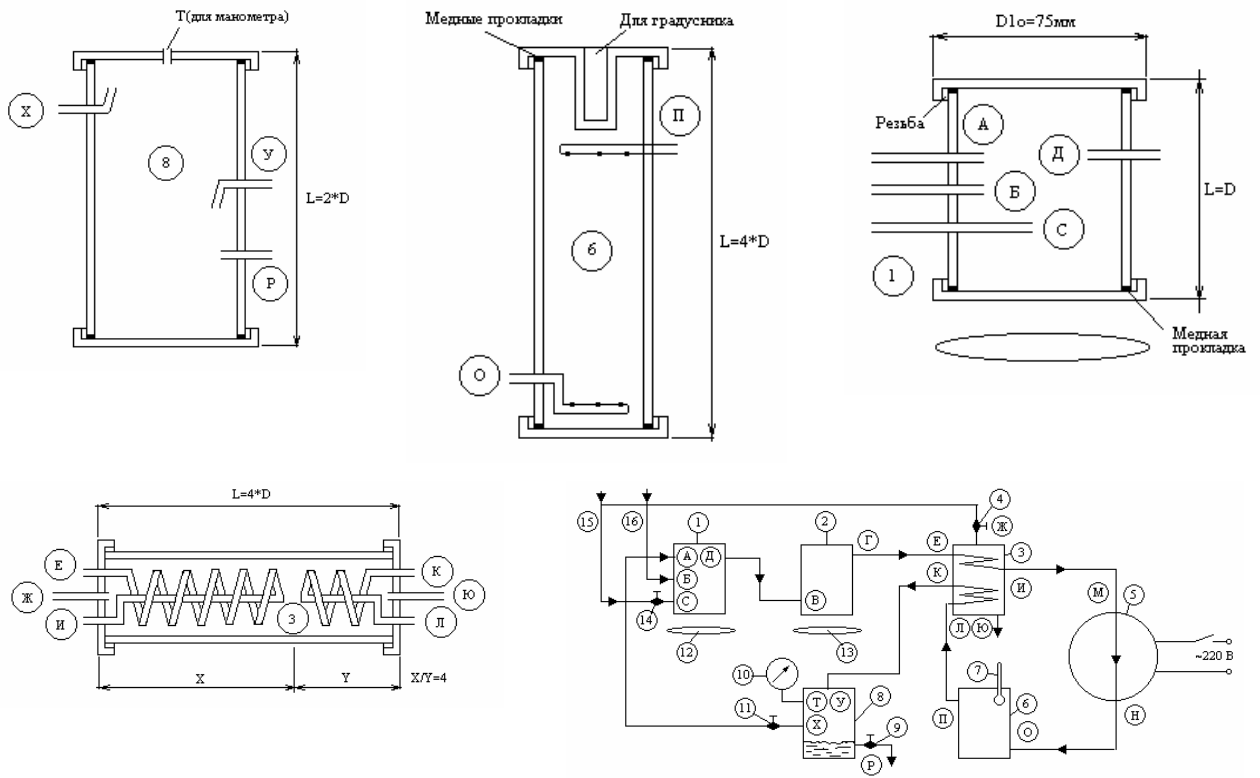
бензин без газа. Лучше будет, если уровень бензина в конденсаторе будет увеличиваться, чем уменьшаться. Но самый оптимальный случай, когда уровень бензина будет постоянным (что можно проконтролировать путем встроенного стекла или какого-либо другого способа). Краник (14) регулируют так, чтобы в бензине не было /воды/ и в смесителе пара образовывалось лучше меньше, чем больше.

Запуск аппарата:

Открывают доступ газа, вода (14) пока закрыта, горелки (12), (13) работают. Краник (4) полностью открыт, компрессор (5) включен, краник (9) закрыт, краник (11) полностью открыт.

Затем приоткрывают краник (14) доступа воды, а краником (11) регулируют нужное давление в конденсаторе, контролируя его манометром (10). Но не в коем случае не закрывайте краник (11) полностью!!! Далее, минут через пять, клапаном (14) доводят температуру в реакторе (6) до 200-250°C. Затем чуть-чуть приоткрывают краник (9), из которого должна пойти струя бензина. Если она будет идти постоянно - приоткройте краник больше, если будет идти бензин в смеси с газом - приоткройте краник (14). Вообще, чем на большую производительность настроите аппарат, тем лучше. Содержание воды в бензине (метаноле) вы можете проверить с помощью спиртометра. Плотность метанола равна 793 кг/м³.

Данный аппарат желательно изготавливать из нержавеющей стали или железа. Все детали изготовлены из труб, в качестве тонких соединительных труб можно использовать медные трубки. В холодильнике необходимо сохранить соотношение X:Y=4, то есть, например, если X+Y=300 мм, то X должно быть равно 240 мм, а Y, соответственно, 60 мм. $240/60=4$. Чем больше витков уместится в холодильнике с той и с другой стороны, тем лучше. Все краники применены от газосварочных горелок. Вместо краников (9) и (11) можно использовать редукционные клапана от бытовых газовых баллонов или капиллярные трубки от бытовых холодильников. Смеситель (1) и реактор (2) нагреваются в горизонтальном положении (смотрите чертеж).



(rybilnik.narod.ru)

Руководство по основам стеклодувного дела.

М. М. Голь

Предисловие.

Мощное развитие химической промышленности, бурный рост научно-исследовательских работ с каждым годом увеличивают армию работников химических и физических лабораторий, расширяют круг научных сотрудников, студентов и техников, которые в своих исследованиях используют стеклянные приборы, аппараты, изделия и детали, изготовленные стеклодувным путем.

При выполнении лабораторной работы постоянно может возникнуть необходимость срочного выполнения простейших стеклодувных операций, таких, например, как оплавление конца трубки, спаивание одной трубки с другой, изгибание детали, запаивание трубки и т. д. Иногда приходится проводить небольшой ремонт прибора или его усовершенствование, замену отдельных частей или изготовление нужной детали. Вынужденное обращение в таких случаях к квалифицированным специалистам-стеклодувам, всегда перегруженным текущей работой, является серьезным тормозом на пути выполнения задания.

Стремление многочисленных групп лабораторных работников к самостоятельному освоению основ стеклодувного дела тормозится отсутствием пособий по этому вопросу.

Вышедшая в свет в 1952 г. ценная книга С. Ф. Веселовского «Стеклодувное дело» (Изд. АН СССР) рассчитана на подготовку стеклодувов высокой квалификации и является в настоящее время библиографической редкостью.

Цель руководства — оказать желающим практическую помощь в приобретении навыков и опыта по самостоятельному выполнению стеклодувных работ.

Автор поставил себе задачу дать в популярном изложении практическое руководство по основам стеклодувного дела, не рассматривая способов изготовления сложных приборов и установок.

Книга содержит шесть глав. В первой главе приводятся краткие сведения о стекле, его свойствах и технологии; во второй — рассматриваются оборудование и инструменты, необходимые при выполнении стеклодувных работ; остальные главы содержат описания приемов, способов проведения простейших операций и изготовления многочисленных стеклодувных изделий.

В заключение хочется привести слова академика А. Е. Арбузова, блестяще овладевшего самостоятельно всеми видами стеклодувных работ: «Главное условие успеха в овладении стеклодувным искусством заключается в правиле, что никогда не следует переходить к работам более сложным, не овладев в достаточной мере простейшими».

Выражаю глубокую признательность профессору К. С. Евстропьеву за ценные указания по подбору и расположению материалов, а также особую благодарность профессору Х.Х. Гильденгершель и мастеру стеклодувного дела М. Ф. Пупышеву, взявшим на себя труд просмотра и рецензирования рукописи.

Глава 1. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О СТЕКЛЕ

Стекло — широко распространенный материал, применяемый во всех отраслях народного хозяйства. Различные условия эксплуатации стеклянных изделий, приборов и деталей объясняют разнообразные требования к стеклу как материалу. В настоящее время известно большое количество разнообразных сортов и марок стекла.

Все стеклодувные операции по изготовлению, ремонту, переделке, совершенствованию всевозможного лабораторного оборудования, химических, физических приборов, аппаратуры, отдельных изделий и узлов из силикатного стекла выполняются из стеклянных трубок (стеклодрот) путем обработки их на стеклодувной горелке.

Трубки из стекла особых составов (химико-лабораторные), различных диаметров, толщины стенок и длины являются основными полуфабрикатами для проведения всевозможных стеклодувных работ.

Освоение стеклодувного дела, правильное обращение со стеклянными деталями, изделиями и полуфабрикатами возможно только при знании природы стекла, его особенностей и основных физико-химических характеристик. В данной главе кратко излагаются основные свойства стекла вообще и в особенности химико-лабораторного.

Стекло представляет собой затвердевший раствор окисла кремния (кремнезема) с другими окислами.

Свойства стекла зависят от его состава, температуры, давления и времени обработки.

Получение определенных свойств достигается, главным образом, изменением и подбором состава, т. е. регулированием количества исходных сырьевых материалов, из которых «варится» стекло.

Для стеклодувных работ пригодны лишь стеклянные трубки, изготовленные из химико-лабораторного стекла и отвечающие определенным требованиям. Назовем важнейшие из них:

1) стекло должно прочно спаиваться со стеклом такого же состава без образования утолщений (толстые швы);

2) необходимо, чтобы стекло после разогревания сохраняло определенное время свою пластичность (не должно быть «коротким») для выполнения процессов формования;

3) при нагревании и охлаждении стекло не должно растрескиваться;

4) стекло не должно матироваться (мутнеть) и кристаллизоваться, т. е. не терять своей прозрачности во время обработки на горелке;

5) нельзя, чтобы стекло слишком быстро размягчалось и имело излишнюю текучесть, так как это мешает возможности придать размягченному стеклу необходимую форму.

Разумеется, что в каждом конкретном случае, тип (марка) стекла должен отвечать характеру его эксплуатации.

Стекло должно быть прозрачным, обладать достаточной химической устойчивостью (способность противостоять различным агрессивным воздействиям), термической устойчивостью (способность выдерживать без разрушения перепады температуры), механической прочностью и т. д.

Основные требования к химико-лабораторному стеклу и изделиям из него приводятся в действующих в Советском Союзе ГОСТах:

а) ГОСТ 9111—59 — стекло химико-лабораторное;

б) ГОСТ 10394—63 — стаканы и колбы стеклянные лабораторные;

в) ГОСТ 7330—55 — методы определения термической устойчивости.

Приборы и аппараты из стекла, изготавливаемые в заводских условиях, выпускаются также по соответствующим ГОСТам.

По химической и термической устойчивости химико-лабораторное стекло подразделяется на четыре класса (табл. 1).

Таблица 1. Показатели химической и термической устойчивости химико-лабораторных стекол

Наименование стекла	Класс	Максимальные потери массы образца при кипячении (мг/100см ²)					Термостойкость, °С, не менее
		в дистиллированной воде	в 1 н. растворе H ₂ SO ₄	в 2 н. растворе NaOH	в растворе H ₂ SO ₄ (плотность 1,83 г/см ³)	в растворе HCl (плотность 1,188 г/см ³)	
Химически устойчивое	I	2,0	0,5	60,0	—	—	80
	II	2,0	1,0	70,0	—	—	60
Термически устойчивое	III	1,7	0,5	90,0	—	—	160
Термически устойчивое кварцевое	IV		-	-	0,3	0,5	780

По мере развития новых и все более сложных исследований и химических производств к химико-лабораторному стеклу предъявляются повышенные требования.

СОСТАВЫ ХИМИКО-ЛАБОРАТОРНЫХ СТЕКОЛ

В состав выпускаемых промышленностью химико-лабораторных стекол входят по 8—10 различных окислов, каждый из которых оказывает определенное влияние на свойства стекла.

Важнейшие составы отечественных стекол для химико-лабораторных изделий и химической аппаратуры и их характеристика приведены в табл. 2 и 3.

Стекло № 23 (состав разработан академиком В. В. Тищенко в 1901 г.) отличается весьма хорошей устойчивостью по отношению к кислотам и воде, но менее устойчиво к щелочам. Очень хорошо обрабатывается на стеклодувной горелке. При нагревании до размягчения и выводе из пламени оно долго сохраняется в рабочем состоянии и легко позволяет производить формовку различных изделий.

Стекло № 846 (разработано кафедрой стекла МХТИ им. Д. И. Менделеева в 1930 г.). Химически устойчивое. При обработке на стеклодувной горелке нередко мутнеет и дает матовость, что часто удаётся устранить введением в пламя горелки раствора поваренной соли (NaCl).

В настоящее время этот тип стекла промышленностью не вырабатывается.

Стекло № 29 (разработано кафедрой стекла ЛТИ им. Ленсовета в 1952 г.). Разработка этого состава велась с целью выявления материала, способного заменить дорогостоящую и дефицитную борную кислоту или буру, которые вводятся в шихту для получения в стекломассе борного ангидрида B_2O_3 . В результате исследований установлено, что таким материалом является окись бария, которая вводится в стекломассу в виде тяжелого шпата ($BaSO_4$) или минерала витерит ($BaCO_3$).

Стекло этого состава устойчиво к воздействию кислоты, щелочи и воды. На стеклодувной горелке обрабатывается хорошо.

Ампульное стекло предназначается для изготовления ампул, в которых хранят водные растворы лекарств. Специфические условия службы медицинских стекол вызывают необходимость ограничить до минимума содержание щелочных окислов в стекломассе. В ампульном стекле не должно быть окислов, образующих ядовитые соли (PbO , As_2O_3 , Sb_2O_3). На стеклодувной горелке это стекло обрабатывается хорошо. При $900^\circ C$ появляются одиночные мелкие кристаллики, но при $1000^\circ C$ и выше кристаллизация не происходит.

Стекло нейтральное НС-1 обладает высокой устойчивостью к стерилизации паром в автоклаве при давлении 2 ат. Из этой марки стекла вырабатываются главным образом стеклянные трубки (дроты), которые идут на изготовление ответственных медицинских стеклянных изделий (ампулы, флаконы, цилиндры для шприцев и т. п.). Обрабатывается на стеклодувной горелке хорошо. При температуре $900—1100^\circ C$ появляются одиночные мелкие кристаллики.

Таблица 2. Составы важнейших стекол (в вес. %) для химико-лабораторных изделий.

Марка стекла	Кремнезем SiO ₂	Борный ангидрид B ₂ O ₃	Глинозем Al ₂ O ₃	Окись железа Fe ₂ O ₃	Окись кальция CaO	Окись магния MgO	Окись цинка ZnO	Окись бария BaO	Окись натрия Na ₂ O	Окись калия K ₂ O	Фтор F ⁻	Двуокись циркония ZrO ₂
№ 23	68,6	2,5	3,46	0,32	8,36	0,8	-	-	9,66	6,10	-	-
№ 846	74,0	3,0	3,0	0,2	6,0	4,0	-	-	10,0	-	-	-
№ 29	68,6	-	3,7	0,2	7,5	3,5	-	3,5	10,0	3,0	0,5	-
Ампульное	67,8	8,0	11,6	-	5,2	-	-	-	5,2	-	-	-
Нейтральное НС-1	72,5	6,0	4,0	-	7,0	-	-	-	8,5	2,0	-	-
Термометрическое 16	67,3	2,0	2,5	-	7,0	-	7,0	-	14,0	-	-	-
13-в малощелочное	63,5	-	15,5	-	13,0	4,0	-	-	2,0	-	2,0	-
ЗС-5 электровакуумное	68,2	19,0	3,5	-	-	-	-	-	4,8	4,5	—	-
Ц-32 циркониевое	68,4	-	4,4	-	6,7	2,5	-	-	14,7	—	—	3,1
Пирекс	79,6	12,1	1,93	0,17	0,46	0,17	-	-	3,68	1,74	-	-
Кварцевое	99,95	-	0,01	-	0,03	0,01	-	-	-	-	-	-

Таблица 3. Характеристика важнейших стекол

Марка стекла	Температура размягчения, °С	Вязкость, лз	Плотность, г/см ³	Коэффициент термического расширения α·10 ⁷ , град ⁻¹ (при 20–400°С)	Цвет	Химическая устойчивость – потеря массы (в мг) на 100 см ² поверхности при кипячении					Термостойкость, °С
						в дистиллированной воде (5 ч)	в 1 н. растворе H ₂ SO ₄ , (3 ч)	в 2 н. растворе NaOH (3 ч)	в 1 н. смеси растворов NaOH и Na ₂ CO ₃ (3 ч)	в 5% растворе NaOH (3 ч)	
№ 23	570	3,8*10 ¹⁰ 10 ² (при 1480°С)	2,48	88	Зеленоватый (в торцевом срезе)	0,3—0,8	0,2-0,4	55-59	-	-	140
№ 846	582	3,6*10 ¹⁰	2,43	62	Бледно-зеленый	0,37	0,4	40,0	—	—	150
№ 29	565	3,4*10 ¹⁰ 110 (при 1480°С)	2,54	75	Светло-зеленоватый	0,2-0,7	0,26	38-59	—	—	160
Ампульное	570	—	2,4	48	Бледно-зеленый						140
Нейтральное НС-1	630	—	2,5	70,7	Серовато-белый						150
Термометрическое 16 ^{III}	597	10 ⁹	2,59	80	--						50 (при охлаждении в тающем льде)
13-в малощелочное	725	—	2,55	50	Зеленоватый	2,62	3,93	67,7	—	—	80
ЗС-5 электровакуум-	575	—	2,29	49 (при 20-100°С)	Желтовато-белый	2,0	1,0	90,0	—	—	180
Ц-32 циркониевое.	700—720	—	2,6	87	Бледно-зеленый	0,9	0,38	12,0	6,0	—	120
Пирекс	620	10 ⁴ (при 1300°С)	2,25	33	Бесцветный	0,36	0,52	84,0	—	—	~ 300
Кварцевое	1650	10 ¹⁰ 10 ⁴ (при 2000°С)	2,2 (при 20°С)	5,6	—	0,0113 (при 100 ат и 310°С)**	Потеря нет	—	—	60	1000—1100 (при охлаждении в воде); 1300 (при охлаждении на воздухе)

*В тех случаях, когда в скобках не дана температура, вязкость указана при температуре размягчения.

Примечание. Водостойчивость медицинских стекол характеризуется количеством 0,01 н. раствора HCl (в мл), израсходованном на титрование (титруемый объем 50 мл): ампульное - 0,36; нейтральное НС - 0,16; термометрическое 16^{III} - 0,51. Кислотоустойчивость медицинских стекол определяется потерей массы (в %) при обработке 2 н. раствором H₂SO₄: ампульное - 0,056; нейтральное НС-1 - 0,042; термометрическое 16^{III} - 0,040

Для повышения химической устойчивости внутренней поверхности стеклянных изделий, применяемых в медицине, эти поверхности обрабатывают кремнеорганическими соединениями (силиконизация), а также производят термическую обработку минеральными солями.

Стекла для медицинских целей вырабатывают на Курском, Клинском и Туймазинском стекольных заводах.

Термометрическое 16^{III}. Особенность термометрического стекла марки 16^{III} как и других термометрических марок заключается в том, что стекло должно обладать наименьшим термическим последствием, т. е. после каждого нагревания оно должно сохранять наименьшее остаточное расширение, а при длительном хранении не должно изменяться с уменьшением объема. На стеклодувной горелке стекло марки 16^{III} обрабатывается хорошо.

Стекло 13-в малощелочное, повышенной термостойкости (состав разработан в ГНИИС). Из этого состава вырабатываются водомерные трубы, а также трубы, предназначенные для транспортирования горячих жидкостей, или подлежащие в целях дезинфекции систематической промывке горячими моющими растворами или продувке водяным паром.

Трубы из этого стекла выдерживают внутреннее гидравлическое давление до 50—60 ат.

Стекло 3С-5 (С49-2) электровакуумное применяется для изготовления электровакуумных изделий и при спаивании с молибденом. Основным требованием к этому типу стекла является наличие строго определенного коэффициента термического расширения, что очень важно для прочного и надежного спаивания стекла с металлическим проводником, являющимся обязательной частью любого электровакуумного прибора.

Стекло марки Ц-32 циркониевое. В целях создания более щелочеустойчивых стекол Государственным институтом стекла предложен состав Ц-32, содержащий двуокись циркония, которая вводится в состав через минерал циркон $ZrSiO_4$.

Стекла эти не кристаллизуются, обладают высокой водоустойчивостью, хорошо обрабатываются на горелке.

Стекло «Пирекс» вырабатывается на заводе «Победа труда» (Татарской АССР). Высокое содержание кремнезема и малое количество щелочей обеспечивают этому типу стекла низкий коэффициент термического расширения и соответственно высокую термическую устойчивость. Стекло это часто называют термостойким и действительно при испытании образцов оно выдерживает перепад температур около 300° С. Изделия из этого стекла с толстым дном и тонкими стенками менее термостойки. При обработке стекла «Пирекс» на стеклодувной горелке происходит кристаллизация. При температуре ~650°С на поверхности появляется кристаллическая пленка толщиной ~0,5 мм, затем при 1020—1130°С толщина пленки снижается, а при 1280° С стекло вновь становится прозрачным.

Кварцевое стекло является самым ценным в практике лабораторной работы, так как оно отличается высокой термической стойкостью, огнеупорностью, инертностью по отношению к ряду химических реагентов (кроме плавиковой и фосфорной кислот). Прозрачное кварцевое стекло пропускает все лучи — от ультрафиолетовых до инфракрасных. Диэлектрические свойства кварцевого стекла весьма высоки. Однако изготовление аппаратуры, изделий и отдельных деталей из кварцевого стекла связано с трудностями, из которых главной является высокие температуры плавления (более 2000°С) и размягчения (1650° С). Вследствие большой вязкости расплава удаление растворившихся в стекломассе газов также представляет значительные затруднения.

Как видно из табл. 2, в состав кварцевого стекла входит почти только кремнезем, вводимый через кварцевые пески, или горный хрусталь. Промышленное производство труб и изделий из прозрачного кварца начато на Ленинградском заводе им. Ломоносова в 1932 г. Изделия и трубы из непрозрачного кварца вырабатываются на заводе «Дружная горка» Ленинградской области.

При температуре выше 1200° С кварцевое стекло кристаллизуется, образуя кристаллический слой толщиной 0,1 мм, который при температуре размягчения (1650° С)

пропадает. Изделия из кварцевого стекла допускают длительную эксплуатацию при 1000—1100° С.

Обработка кварцевых трубок производится на кварцевых горелках. Наилучшим газом для этих работ является водород, дающий при сжигании в кислороде совершенно чистое, некопящее пламя достаточной температуры.

Электродное стекло. В различных областях науки, промышленности, сельского хозяйства, здравоохранения определение кислотности или щелочности среды проводят с помощью стеклянных электродов. Производство электродных стекол освоено на заводе «Дружная горка» (Ленинградская область) и на Гомельском стекольном заводе (БССР). Стеклянные электроды состоят из корпуса и активной или рабочей части. Имеется много разработанных составов для электродного стекла. В среднем они содержат 50—60% кремнезема (SiO_2), 10—12% окиси лития (Li_2O), 12—18% окиси цезия (Cs_2O), 18—20% окиси лантана (La_2O_3).

Корпуса электродов изготавливаются из стекла, близкого по коэффициенту термического расширения к электродному. Приводим состав стекла К-1 (в вес. %) для корпусов электродов, как наиболее распространенный:

SiO_2	61,4	MgO	0,6
B_2O_3	3,6	Na_2O	8,0
BeO	2,4	K_2O	12,0
CaO	8,1	ZrO_2	3,9

Коэффициент термического расширения корпусного стекла $98,5 \cdot 10^{-7}$.

СВОЙСТВА СТЕКЛА

Кристаллизация. При обработке стекла в пламени горелки часто наблюдается весьма неприятное для стеклодувных работ явление — на стекле возникает матовость, оно начинает мутнеть, теряет свою прозрачность, появляется тонкая пленка или корочка. При тщательном рассмотрении заматированного участка в микроскоп наблюдается некоторая морщинистость поверхности. В практике стеклоделия кристаллизацию часто называют расстекловыванием или заруханием.

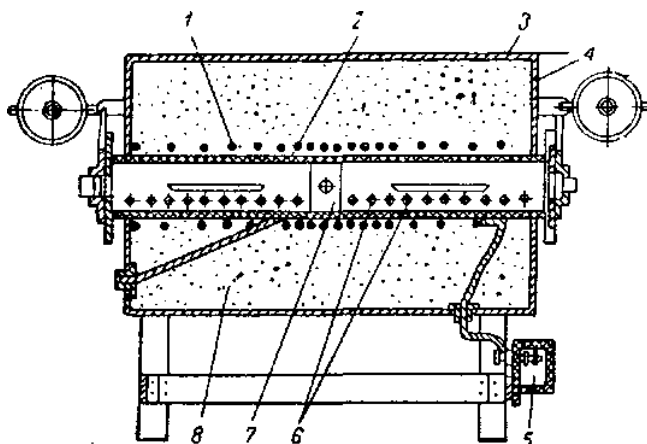


Рис. 1. Схема градиентной печи для определения степени кристаллизации:

1—электронагреватель; 2— жаровой цилиндр; 3—кожух; 4— крышка; 5— коробка контактов; 6— опорные трубки; 7 —термopара; 8—изоляция.

Кристаллизации при определенных условиях подвергается и расплавленная стекломасса. При стеклодувных работах, т. е. при повторном нагревании стекла, причиной кристаллизации является изменение химического состава поверхности стекла вследствие улетучивания некоторых окислов. Практически часто удается устранить этот недостаток введением в пламя

горелки паров поваренной соли (NaCl). На рабочем столе необходимо иметь баночку раствора поваренной соли и при появлении признаков кристаллизации тампоном-помазком внести в пламя порцию раствора или заматированный участок обогатить этим раствором. Кристаллизация часто начинается при обработке стекла, хранившегося долго в неудовлетворительных условиях. Влажная атмосфера, а тем более дождь, снег, град оказывают отрицательное воздействие на некоторые сорта стекла.

При разработке марок стекла в научно-исследовательских лабораториях, институтах и на заводах осуществляется контроль кристаллизационной способности каждого состава стекла. На рис. 1 приводится схема градиентной печи для определения степени кристаллизации.

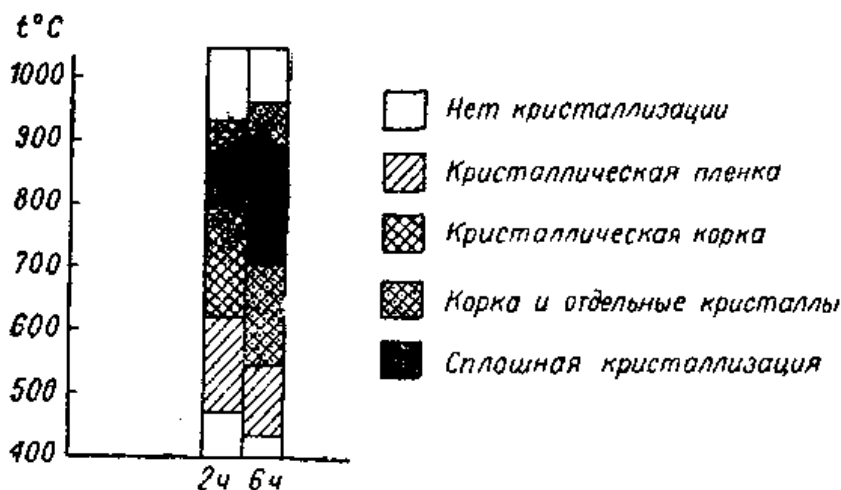


Рис. 2. Диаграмма, характеризующая температурные границы и степень кристаллизации стекол.

Обмотка печи выполнена таким образом, что в центре обеспечивается наиболее высокая температура, а по краям более низкая. Образцы стекла помещаются в огнеупорные лодочки (кристаллизаторы). Испытуемые образцы выдерживаются в печи различное время и при различных температурах. Результаты испытания и исследования обычно изображают в виде диаграммы по пятибалльной шкале.

На рис. 2 приводится диаграмма, характеризующая температурные границы и степень кристаллизации данной марки стекла. Применяется также подсчет количества кристаллов в 1 мм^3 или на 1 мм^2 поверхности. Анализ кристаллов проводится петрографическим или рентгеноструктурным методом.

Вязкость — одно из главнейших физических свойств стекла. Обработка стекла на стеклодувной горелке связана с этим свойством, от которого зависит способ и режим работы. Вязкость стекол сильно изменяется с температурой. При 1500°C вязкость стекла № 23 имеет величину, близкую к $10^1\text{—}10^2 \text{ нз}$; при $650\text{—}720^\circ \text{C}$, т. е. в интервале обработки стекла на стеклодувной горелке, вязкость находится между $10^5\text{—}10^{10} \text{ нз}$, при температуре отжига — $10^{12}\text{—}10^{13} \text{ нз}$, при комнатной температуре — 10^{15} нз .

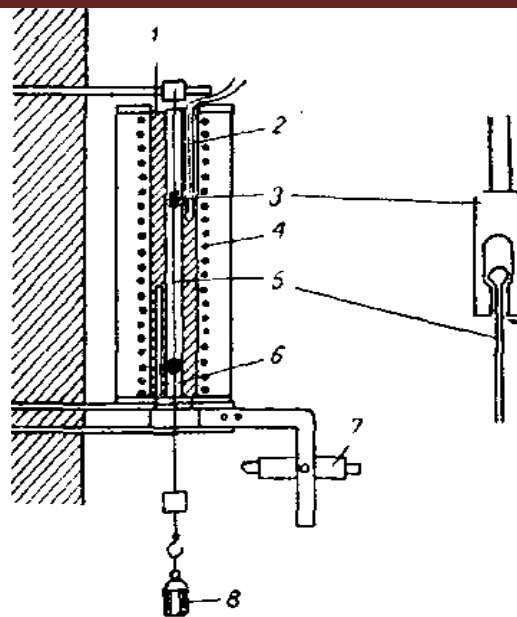


Рис. 3. Схема установки для измерения вязкости:

1—медная труба ($L = 500$ мм, $d=60$ мм); 2—карманы для термодатчиков; 3— нихромовая подвеска; 4—нагреватель; 5—нить исследуемого стекла ($< l = 1-2$ мм); 6—сквозной канал; 7—отсчетный микроскоп; 8—груз.

Вязкость в некоторой степени зависит также от состава стекла. Наиболее вязким является кварцевое стекло. Вязкость стекла в области пластического состояния измеряют по методу растяжения нити из исследуемого стекла (рис. 3).

Зная длину и радиус нити (в см) и груз (в г), можно по скорости удлинения нити рассчитать вязкость.

Коэффициент термического расширения. В практике стеклодувного дела приходится часто производить спаивание стекла со стеклом и стекла с металлом. Спаивание будет вполне надежным только в том случае, если коэффициенты расширения спаиваемых материалов

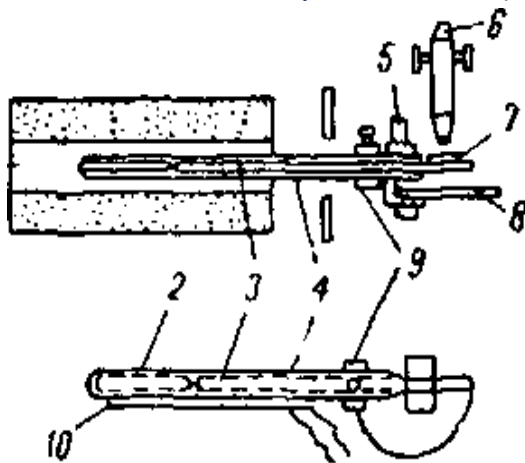


Рис. 4. Аппаратура для измерения коэффициента термического расширения стекла:

1 — печь; 2 — испытываемый образец; 3—кварцевый стержень; 4—кварцевая пробирка; 5—приспособление для закрепления пробирки; 6—микроскоп; 7—окулярная сетка; 8—столик; 9— зажим с пружиной; 10—термодатчик.

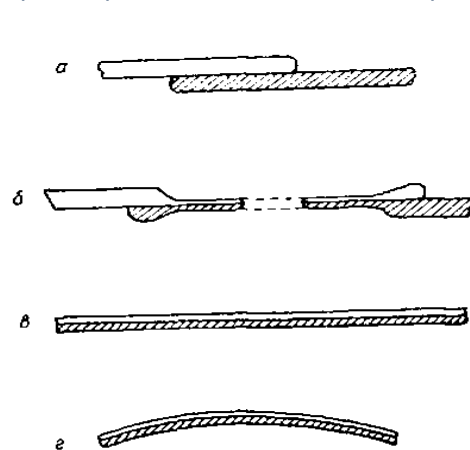


Рис. 5. Схема сравнения термического расширения двух стекол:

а — спаивание на горелке двух стержней из сравниваемых стекол; б—растягивание нагретого места в нить толщиной 0.3—0,6 мм (утолщенные концы обламывают); в — нить прямая (при одинаковых коэффициентах термического расширения); г — нить согнутая (при разных коэффициентах; на выпуклой стороне находится стекло с большим коэффициентом термического расширения).

совпадают или отличаются друг от друга не более, чем на 5%. Термическое расширение стекла характеризуется двумя величинами; коэффициентом линейного расширения α и коэффициентом объемного расширения β . Так как эти два показателя связаны между собой простым соотношением ($\beta = 3 \alpha$), то обычно пользуются линейным коэффициентом термического расширения.

Значение линейного коэффициента расширения зависит от состава стекла и колеблется в широких пределах от $5,6 \cdot 10^{-7}$ до $150 \cdot 10^{-7}$. Для химико-лабораторного стекла, применяемого при стеклодувных работах, этот коэффициент составляет $78-90 \cdot 10^{-7}$.

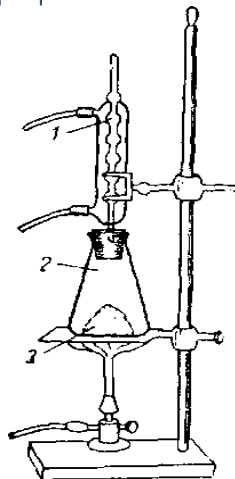


Рис. 6. Установка для определения химической устойчивости стекла по методу порошка: 1 — обратный холодильник; 2 — колба из кварцевого стекла 3 — стеклянный порошок.

На рис. 4 приводится схема кварцевого дилатометра, позволяющего измерять расширение стекла в широком интервале температур. В кварцевую пробирку устанавливают испытываемый образец и помещают ее в электропечь. Образец своим острием упирается в кварцевый стержень, помещенный также в кварцевую пробирку. Кварцевый стержень имеет наклеенную окулярную сетку. Температура замеряется терморпарой. По мере нагревания образец удлиняется и толкает кварцевый стержень, снабженный зажимом с пружиной. Удлинение фиксируется с помощью микроскопа с винтовым окуляр-микрометром.

Коэффициент линейного расширения вычисляется затем по стандартной формуле (Справочник по производству стекла, т. I, Стройиздат, 1965, стр. 262).

Метод кварцевого дилатометра применяется в институтах, научно-исследовательских лабораториях, на крупных заводах при изучении свойств и структуры стекла, при освоении новых составов и т. п. Непосредственно на рабочих местах приходится также часто контролировать коэффициент расширения стекла. В этих случаях пользуются методом изгиба двойной нити (рис. 5). Точность этого простого метода вполне достаточна для текущего контроля и для практических целей. Из стекла с известным коэффициентом расширения (эталонного) и из стекла, подлежащего проверке, изготавливают цилиндрические стержни диаметром 4—6 мм и длиной 100—150 мм. Эти стержни спаивают на горелке, затем быстро растягивают в нить толщиной 0,3—0,6 мм. Утолщенные концы обламывают. При одинаковых коэффициентах нить остается прямой. При разных коэффициентах нить сгибается, причем на вогнутой стороне находится стекло с большим коэффициентом расширения. Определив стрелу прогиба, можно по формуле рассчитать коэффициент расширения испытуемого стекла.

Химическая устойчивость — способность сопротивляться разрушающему действию воды, водных растворов кислот, щелочей и других реактивов — основное требование к приборам, аппаратам и прочим изделиям из стекла. Разрушение стекла любым реактивом в области до 100°C ускоряется в 1,5—2,5 раза на каждые 10 град повышения температуры. При помещении стекла в автоклавы разрушение происходит еще сильнее. Химическая устойчивость стекла объясняется образованием на его поверхности тонкого слоя (порядка 10 слоев молекул) коллоидной кремневой кислоты в виде пленки, оказывающей защитное действие, в результате которого разрушение стекла самотормозится. Существуют более десяти методов,

применяемых для оценки разрушаемое стекло и изменения поверхности. К ним относятся весовые, титрационные, колориметрические и другие методы.

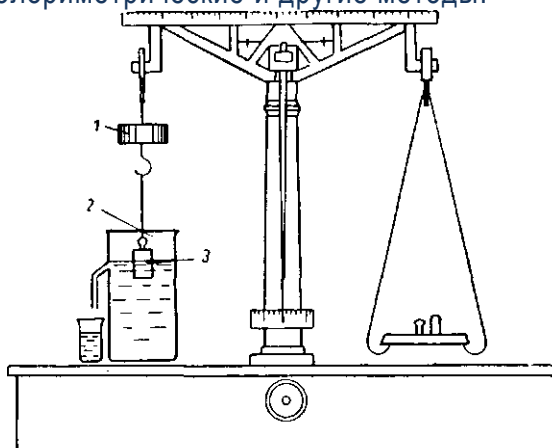


Рис. 7. Гидростатические весы для определения плотности: 1 — гирька с крючком вместо чаши; 2 — стакан с дистиллированной водой; 3 — образец.

На рис. 6 приводится установка для определения химической устойчивости стекла по методу порошка. В колбу из кварцевого стекла загружается испытываемое стекло, приведенное в порошкообразное состояние. Порошок обрабатывается соответствующим реактивом (кислота, щелочь, вода) в установленное ГОСТом время. После действия реагента определяется сухой остаток и потеря в весе пересчитывается в мг на 100 см^2 .

Плотность. Плотность стекла зависит от его состава и изменяется в широких пределах от 2,2 до $6,5 \text{ г/см}^3$ и более для отдельных марок оптических стекол (тяжелые флинты содержат до 65% PbO). Химико-лабораторное стекло № 23 имеет плотность $2,48 \text{ г/см}^3$. Плотность определяют гидростатическим взвешиванием, с помощью пикнометра, методом осаждения и другими методами.

На рис. 7 показаны аналитические весы, на которых образец без пузырей взвешивают сперва в воздухе, а затем в дистиллированной воде. Отношение веса образца в воздухе к весу, потерянного в воде с учетом плотности воды и воздуха при температуре опыта, дает плотность стекла.

Механические свойства. Прочность стекла зависит от состава, температуры, состояния поверхности, степени отжига и других причин. Стекло неодинаково ведет себя при различных типах деформаций. По сопротивлению сжатию стекло обладает высокой прочностью, по сопротивлению удару, растяжению и изгибу — весьма низкой. Прочность стекла при сжатии составляет $50\text{—}200 \text{ кг/мм}^2$. Определение прочности на сжатие проводят на обычных гидравлических или механических прессах мощностью $5\text{—}10 \text{ т}$.

На рис. 8 приводится схема испытания стеклянного образца на сжатие. Предел прочности на сжатие химико-лабораторных стекол составляет $\sim 100 \text{ кг/мм}^2$. Уместно отметить, что предел прочности на сжатие чугуна составляет $60\text{—}85 \text{ кг/мм}^2$.

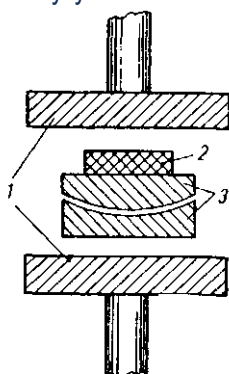


Рис. 8. Испытание образцов стекла на сжатие: 1 — сдавливающие поверхности пресса; 2 — образец; 3 — шаровая опора.

Прочность стекол на растяжение и изгиб колеблется в пределах $3,5\text{—}8,5 \text{ кг/мм}^2$, т. е. она в 15—25 раз меньше прочности на сжатие, в 10 раз меньше прочности стали и в 2—3 раза меньше прочности чугуна. Испытания на разрыв проводят на универсальной разрывной машине. Для этого берут заготовленные из испытуемого стекла образцы длиной $60\text{—}65 \text{ мм}$, диаметром 6 мм , утоненные в средней части до $3,5 \text{ мм}$ и приплюснутые с концов для захвата. Значение прочности при изгибе мало отличается от значения прочности при растяжении.

На рис. 9 показаны образец для испытания на растяжение и соединение образца стекла с разрывной машиной при испытании на растяжение.

Характерным свойством стекла является его хрупкость, т. е. способность разрушаться без предварительных заметных

деформаций. Хрупкость измеряется работой, необходимой для разрушения единицы объема. Мерой хрупкости принято считать сопротивление удару. Испытывают стекло на прочность, сбрасывая на него шар. Сопротивление удару измеряется на пластинках стекла 100 на 100 мм, помещаемых на деревянные рейки, оклеенные резиной (рис. 10). Сопротивление удару характеризуется суммарной работой разрушения и составляет 2,0—2,5 кг • см/см³.

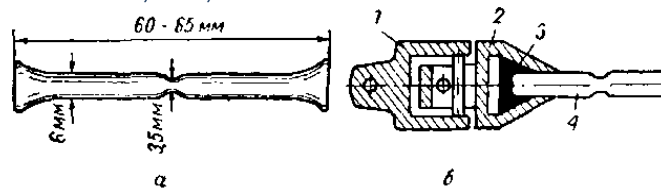


Рис. 9. Испытание образцов стекла на растяжение:

а — образец для испытания стекла; б — соединение образца с разрывной машиной 1 — захват; 2 — обойма; 3 — мастика; 4 — образец).

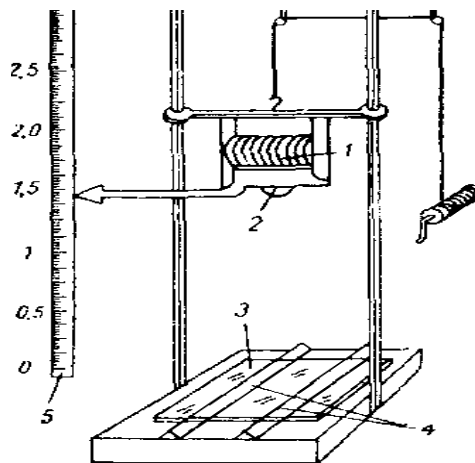


Рис. 10. Прибор для испытания стекла на удар:

1 — электромагнит для удержания шара; 2 — металлический шар; 3 — образец; 4 — деревянные рейки, обитые резиной; 5 — шкала для определения высоты падения.

Термостойкость. Способность стекла выдерживать без разрушения резкие изменения температуры называется термической стойкостью. Термостойкость выражается числом градусов, на которое можно резко охладить образец, не подвергая его разрушению. Чем меньше коэффициент термического расширения, тем выше термостойкость. Кварцевое стекло, имеющее самый низкий коэффициент термического расширения, равный $5,6 \cdot 10^{-7}$, выдерживает перепад температуры в 1000 град.

Большинство марок химико-лабораторного стекла, имеющих коэффициент термического расширения $88—90 \cdot 10^{-7}$, выдерживают перепад температур в 120—140 град.

На рис. 11 приводится схема прибора для определения термостойкости. Образец стекла закрепляется в захваты на концах стержней, помещенных в электрической трубчатой печи. По достижении намеченной температуры, которая замеряется термпарой, образец с помощью рычагов и тяги освобождается от захватов и падает через заслонку (последняя автоматически открывается) в стакан с водой комнатной температуры. По степени и характеру трещин судят о термостойкости испытуемого стекла. Стекло легче выдерживает быстрое нагревание, чем резкое охлаждение, что обусловлено характером напряжений, возникающих в нем при тепловом ударе. При нагревании в стекле преобладают напряжения сжатия, а как уже указывалось, стекло на сжатие работает хорошо; при резком же охлаждении возникают растягивающие усилия, к которым стекло весьма чувствительно.

Электрические свойства. При нормальной комнатной температуре стекло является хорошим изолятором с удельным сопротивлением, равным $10^{13}—10^{17}$ ом•см. При высоких температурах стекло становится хорошим проводником электрического тока; удельное сопротивление его понижается до $10^1—10^2$ ом•см. Электропроводность стекла, имеющего в своем составе окислы щелочных металлов, при любой температуре является ионной.

Электропроводность стекол в твердом состоянии принято характеризовать величиной T_k-100 — температурой, при которой удельное объемное сопротивление стекла равно 10^8 ом•см.

Для стекла № 23 Тк-100 составляет 200°C , а для стекла № 29 Тк-100 равно 227°C .

Определение Тк-100 осуществляют на цилиндрических образцах диаметром 6—10 мм и такой же длины. На торцовые стороны образца наносят электроды путем вжигания серебряной пасты, химическим серебрением или графитированием.

Образец вводят в кварцевый патрон с неподвижным и подвижным никелевыми электродами (рис. 12), зажимают пружиной и вместе с патроном помещают в электрическую печь. Температура замеряется терморпарой с потенциометром. Сопротивление измеряет мегомметр.

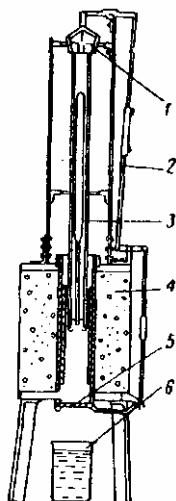


Рис. 11. Прибор для определения термостойкости: 1 — верхнее кольцо; 2—рычаги и тяги; 3—металлические стержни с подвесками; 4—электрическая трубчатая печь. 5—заслонка; 6—стакан

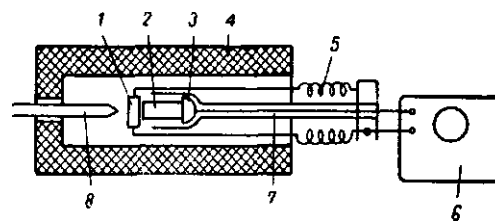


Рис. 12. Прибор для определения электропроводности: 1 — подвижный электрод; 2—образец; 3— неподвижный электрод; 4— электропечь; 5— пружина; 6— мегомметр; 7— кварцевый патрон; 8— термопара.

ТЕХНОЛОГИЯ СТЕКОЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Рассмотрим схему технологического процесса стекольного производства.

Первым этапом всякого стекольного производства является получение расплава или, как часто говорят, процесс «варки» стекла. Варку стекла производят в специальных печах, в которые загружают смесь сырьевых материалов (шихта), а также бой стекла. Шихта состоит из природных и искусственных материалов, в которых главной составной частью является кремнезем (кварцевые пески) SiO_2 . Для облегчения процесса плавления в шихту вводят щелочные материалы — кальцинированную соду (Na_2CO_3) или сульфат натрия (Na_2SO_4); для придания стеклу химической устойчивости — мел, известняк (CaCO_3) и другие щелочноземельные окислы. Помимо упомянутых, в современный состав шихты входит еще много различных материалов, играющих роль осветлителей, красителей, глушителей и т. п.

В состав химико-лабораторного стекла для повышения химической и термической устойчивости вводят борную кислоту или буру, окислы бария (BaO); для снижения склонности к кристаллизации — глинозем (Al_2O_3), а часто также окислы цинка (ZnO) и титана (TiO_2). В последние годы с целью повышения щелоче-устойчивости выпускаются циркониевые стекла, содержащие ZrO_2 (двуокись циркония), которая вводится через минерал циркон — ZrSiO_4 .

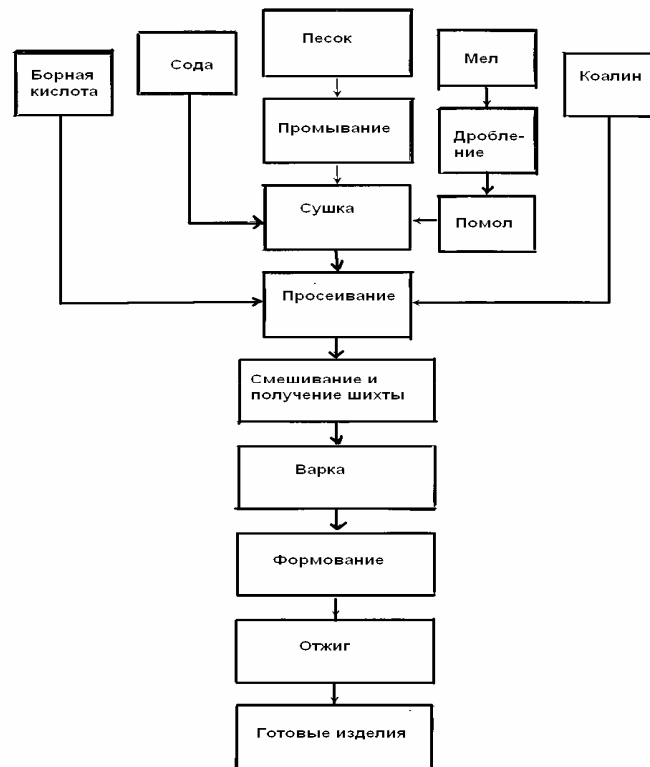
До поступления в шихту сырьевые материалы (кварцевый песок, кальцинированная сода, мел, доломит, борная кислота, каолин и другие материалы) подвергаются предварительной обработке: обогащению, дроблению, промыванию, высушиванию, перемешиванию, взвешиванию и дозировке. Эти операции на заводах выполняет цех приготовления шихты.

Прибывающие на завод сыпучие сырьевые материалы разгружаются в приемную траншею. Материалы хранятся отдельно в соответствующих отсеках, откуда они поступают либо на сушку в сушильные барабаны, либо на измельчение в дробилки или в шаровые мельницы. Измельченный

материал хранится в приемных бункерах и через дозировочные весы попадает на ленточный транспортер, который подает материал в смеситель. Тщательно перемешанная шихта, во избежание распыления, часто передается ковшовым элеватором на пресс для брикетирования или подается контейнерами в сыпучем состоянии к стекловаренной печи для загрузки. Транспортировка материалов внутри цеха производится с помощью мостового крана с грейфером.

Для варки стекла применяют различные печи: ванны (имеющие один бассейн, образованный кладкой огнеупорного кирпича) или горшковые (в бассейн которых устанавливают огнеупорные сосуды-горшки).

Схема технологического процесса стекольного производства



В горшковую стекловаренную печь можно установить два, четыре, шесть и более горшков. По газопроводу поступает естественный или полученный в газогенераторной станции горючий газ, по воздухопроводу — воздух. Газ и воздух проходят через регенераторы, где подогреваются, а поступая в печь смешиваются и горят мощным пламенем, обеспечивающим температуру 1450—1500° С. Иногда отопление стекловаренных печей производят жидким топливом (например, нефть, мазут). В горшки засыпают подготовленную шихту и бой стекла, которые под воздействием высокой температуры плавятся, образуя сначала густую непрозрачную массу. Затем постепенно эта масса под влиянием температуры и перемешивания очищается, светлеет, приобретает нужную вязкость и становится пригодной для выработки и формования различных изделий.

Особенность горшковых печей состоит в том, что в каждом горшке можно варить стекло другого состава, но в небольших количествах. Объем таких горшков не превышает 1,0—2,0 т стекломассы. Процесс варки и выработки стекла в горшковых печах протекает периодически, т. е. после засыпки шихты проходит 13—16 ч для разогрева и варки, 6—7 ч для выработки, а затем процесс повторяется. Горшковые печи по сравнению с ванными менее экономичны и применяются только в случаях необходимости получения стекла особого состава или особого цвета.

Современные ванны стекловаренные печи — это сложные сооружения значительных размеров. Некоторые из них достигают до 35—40 м в длину, 7—8 м в ширину. Глубина слоя расплавленного стекла достигает 1,5 м. В такой бассейн вмещается около 1000 т стекломассы. Печи этого типа применяются

для выработки массовых видов стеклянных изделий: оконное, витринное стекло, тарная, бутылочная посуда и т. п.

Контейнеры с брикетами или шихтой регулярно заполняют имеющиеся у печи бункеры, откуда по мере надобности шихта подается питателем в загрузочный карман. По газопроводу и по воздухопроводу поступают горючий газ и воздух, которые проходят через нагревательные камеры-регенераторы, заполненные огнеупорными кирпичами-насадками. Поступая через горелки в печь, газ и воздух образуют горючую смесь, обеспечивающую температуру порядка 1500°C , необходимую для расплавления шихты, очистки и осветления стекломассы. В отличие от горшковых, в ваннных печах процесс варки и выработки протекает непрерывно, но изготавливается только один определенный сорт стекла. Поступление газа и воздуха отрегулировано таким образом, что по длине бассейна создаются различные тепловые зоны, в соответствии с требованиями технологического процесса. Сначала происходит процесс плавки, затем стеклообразование. Далее стекломассу осветляют, остужают и направляют в формующие машины, в которых изготавливают заданные изделия: бутылки, банки, оконное листовое стекло. Некоторые изделия, как, например, бутылки, тарные банки поступают для отжига в специальные печи. Оконное же стекло после охлаждения идет на резку, упаковку и на склад готовой продукции.

На современных заводах необходимый температурный режим варки обеспечивается автоматически, как и сохранение заданной атмосферы печи.

Образовавшийся расплав выдерживают в печах установленное время, постепенно снижая температуру, чтобы удалить растворенные газы, достигнуть однородности и довести вязкость до соответствия принятому способу формования или выработки; при этом температура снижается до $1220\text{—}1250^{\circ}\text{C}$.

Отформованное изделие не может быть сразу пущено в употребление, так как при быстром охлаждении оно приобретает внутреннее напряжение и вскоре растрескивается. Поэтому изделия после изготовления должны подвергаться медленному и постепенному охлаждению (отжигу).



Рис. 13. Изготовление трубок ручным способом.

Обычно отжиг производят в тоннельной печи. Печь эта отапливается также горючим газом или электрическим током. Нагрев печи рассчитан таким образом, что изготовленное горячее изделие, помещенное в тоннельную печь, проходит несколько тепловых зон. Двигаясь по конвейерной ленте вдоль длины печи, готовое изделие подвергается такой термической обработке, когда все внутренние напряжения исчезают и оно выходит из печи

пригодным для дальнейшей обработки или для непосредственного употребления.

Способы формования. Стекло является тем исключительным материалом, который поддается всем известным способам формования. Стекло можно выдувать, отливать, прессовать, штамповать, прокатывать между вальцами и на столах, вытягивать в виде бесконечной ленты и в виде тончайших волокон, формовать на вакуумных машинах и применять другие способы формования. До начала XX в. наиболее распространенным был способ выдувания. Мастер набирает в несколько приемов из стекловаренной печи на металлическую трубку (длина $120\text{—}140\text{ мм}$, толщина $15\text{—}20\text{ мм}$ с внутренним отверстием в $5\text{—}6\text{ мм}$) порции расплавленной стекломассы и воздухом своих легких раздувает сперва небольшой шар, или цилиндр, а затем, пользуясь рядом простейших инструментов (лопатки, ковшики, ножницы и другие) придает заготовке нужную форму (стакан, кувшин, ваза и др.). Часто пользуются металлическими и деревянными формами. Частично раздутую заготовку вносят в форму и постоянным вращением и дутьем достигают того, что размягченное стекло плотно и точно облегает все очертания

формы. Освобождая заготовку от трубки, получают нужное изделие, которое должно подвергаться в дальнейшем отжигу, удалению колпачка (литника) и прочей обработке,

В настоящее время все способы горячего формования механизированы. Ручной труд остался лишь на заводах художественного стекла, частично на заводах химико-лабораторной посуды при выпуске немассовых изделий и некоторых других видов.

Производство стеклянных трубок, применяемых для стеклодувных работ, в основном также механизировано. Сохранилось ручное вытягивание лишь в тех случаях, когда требуются трубки специального назначения (особые размеры, из стекла особого состава, трубки с эмалевой полоской и др.).

Схема изготовления трубок ручным способом приводится на рис. 13. Мастер набирает на металлическую трубку порцию стекломассы и набор этот раскатывает на металлической плитке, постепенно раздувая до образования заготовки цилиндрической формы — «постика». В это время второй рабочий набирает на конце металлического стержня небольшую порцию расплавленного стекла и придает этому набору форму небольшого диска — «лепки», который в горячем состоянии прикрепляется к «постику». Затем оба работающих переносят заготовку, удерживаемую на металлической трубке и стержне, в специальный коридор (длина 20—25 м), расходятся в противоположные стороны, все время растягивая трубку и вдувая воздух в ее полость. Диаметр и толщина стенок трубки регулируются скоростью растягивания и количеством вдуваемого воздуха. Вытянутую длинную трубку укладывают на деревянные планки и осторожным прикосновением металлического предмета, смоченного холодной водой, «разрезают» на заданные отрезки по длине. Таким же способом освобождают концы металлических трубки и стержня от стекломассы, успевшей за это время остыть и прочно пристать к металлу. После этого процесс вытягивания трубок начинают сначала.

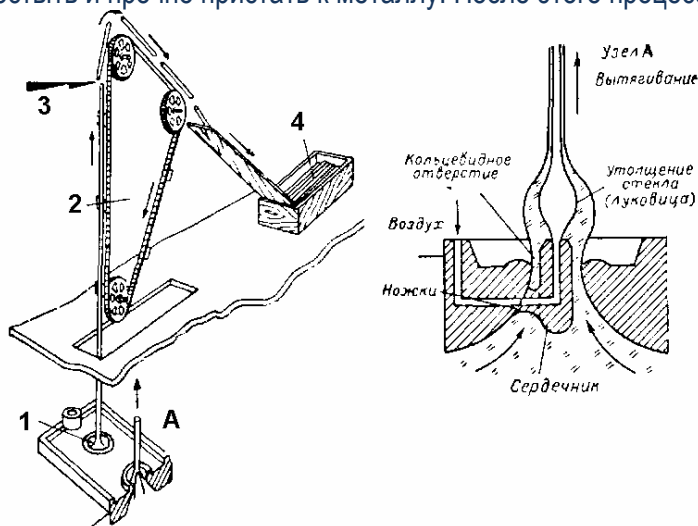


Рис. 14. Установка для вытягивания трубок при помощи лодочки: 1 — лодочка; 2—вытягивающее устройство; 3—отрезание трубок в размер; 4—готовые трубки

стекла огнеупорное тело в виде лодочки.

Установка для вытягивания трубок при помощи лодочки приводится на рис. 14. Лодочка имеет форму прямоугольника и изготовлена из высокоогнеупорного шамотного материала. При помощи зажимного устройства она заглублена в стекломассу. В лодочке имеется кольцевидное (может быть и квадратное, прямоугольное или любого другого сечения) отверстие, образованное сердечником. Стекломасса выдавливается сквозь это отверстие: сначала образовывается утолщение в виде луковицы, а затем под воздействием вытягивающего устройства масса тянется вверх ровной и гладкой цилиндрической трубкой на высоту до 5 л. В сопло лодочки подается сжатый воздух. На определенной высоте трубка отрезается и падает в лоток.

При помощи такой же лодочки, но без подачи воздуха, вытягивают не трубку, а сплошной стержень (палочки). В зависимости от диаметра трубки определяется и скорость вытягивания, которая колеблется в пределах 2—20 м/мин. На установках С. И. Королева получают трубки диаметром 3—30 мм. Чем меньше диаметр трубки, тем выше скорость вытягивания. В настоящее время этот способ

Ручное вытягивание требует от мастера высокой квалификации и больших физических затрат. Ручным способом вытягивают трубки диаметром до 70—80 мм. Такой способ является малопродуктивным: бригада из 4 человек за смену вытягивает 500—550 кг трубок.

Существует несколько способов механизированной выработки трубок. В зависимости от требований к диаметру, толщине стенок, составу стекломассы применяют тот или иной способ.

В 20-х годах XX века известный советский стекольщик-изобретатель С. И. Королев разработал способ механизации выработки трубок, используя для подачи

применяют только для получения специальных видов трубок в небольших количествах. Способ вертикального вытягивания недостаточно экономичен.

Широкое промышленное применение приобрел метод горизонтального вытягивания трубок (рис. 15). Главной рабочей частью установки является «мундштук» — огнеупорный шамотный вращающийся наконечник. По центру полого наконечника подается сжатый воздух. Жидкая стекломасса поступает из стекловаренной печи по лотку и тонкой струйкой стекает на вращающийся мундштук. Количество стекла, поступающего на мундштук, регулируется шибером. Струйка из расплавленного стекла полностью обволакивает мундштук и у нижнего конца при выходе из мундштучной машины уже имеет вид сформировавшейся трубки. Далее специальная машина тянет трубку через канал, где происходит ее охлаждение и отжиг. За тянущей машиной устанавливается приспособление для разрезания трубок в «размер», т. е. на отрезки заданной длины. На установках горизонтального вытягивания получают трубки диаметром 1,8—45 мм. Скорость вытягивания зависит от заданного диаметра и составляет 10—150 м/мин.

Способ горизонтального вытягивания трубок является высокопроизводительным. Выработка достигает 5,0—5,5 т в смену.

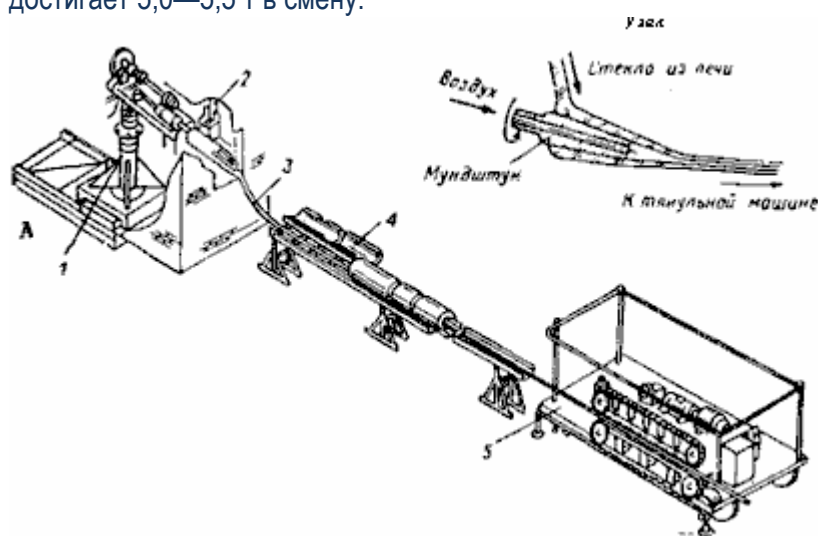


Рис. 15. Установка для горизонтального вытягивания трубок: 1—мундштучная машина; 2 — шибер, регулирующий подачу стекла; 3— трубка; 4—отжигательный канал. 5—цепная тянущая машина.

Существуют еще методы вертикально-безлодочного вытягивания, непрерывного вальцевания и другие, но применяются они для выработки толстостенных труб, из которых в комплекте с различными фасонными частями монтируются трубопроводы в химической, пищевой, текстильной и многих других отраслях промышленности и сельского хозяйства. Из толстостенных труб изготавливают змеевики для стеклобетонных отопительных панелей. Такие трубы применяются также для прокладки скрытых электропроводок и других целей.

Для производства лабораторного оборудования, ампул, термометров, электровакуумных изделий, елочных украшений применяются тонкостенные трубки диаметром 2,0—50 мм с толщиной стенок 0,4—2 мм.

Громадное количество видов изделий из стекла предусматривает и многообразие технических решений в части формования и выработки стекломассы. Строительное, строительско-архитектурное, светотехническое стекло получают способами вертикального и горизонтального вытягивания, периодическим и непрерывным прокатом, отливкой, прессованием и другими способами. Тарное и сортовое стекло вырабатывается стеклоформирующими и вакуумными машинами, ручным и механизированным выдуванием и прессованием. Медицинское, оптическое, кварцевое, электродное, пеностекло, стеклянное волокно и другие виды изделий вырабатываются различными способами в зависимости от их формы, размера и условий эксплуатации. Поскольку этот вопрос выходит за пределы руководства по основам стеклудувного дела, мы касаться его не будем.

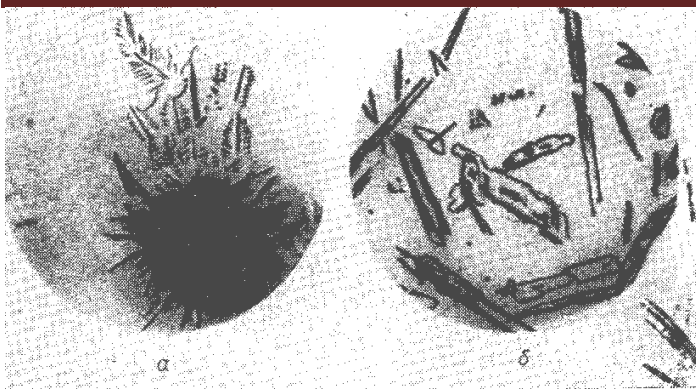


Рис. 16. Микрофотографии твердых включений: а —шихтный кварцевый камень; б—шамотный камень-корунд.

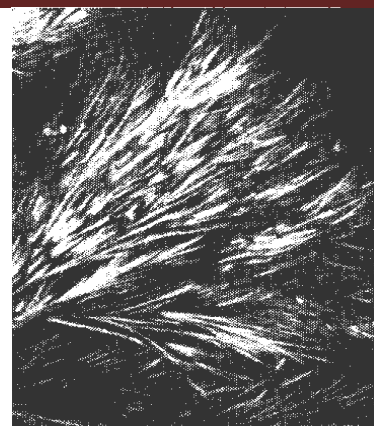


Рис. 17. Кристаллизация образца (девитрит) X 80.

Важнейшие пороки стекла. Несмотря на то, что стекольная промышленность накопила громадный производственный опыт и строит свою работу на основе строгих научно-технических исследований, не удалось еще полностью устранить причины, вызывающие появление в стекломассе и изделиях из нее инородных включений, нарушающих прочность, прозрачность и внешний вид. Инородные включения стекла в основном подразделяются на три группы:

- 1) твердые (камни и кристаллы);
- 2) стекловидные (свили и шлиры);
- 3) газовые (пузыри, мошки).

В стекле, предназначенном для химических, физических аппаратов и приборов, безусловно не допускаются твердые включения, так как они ведут к снижению прочности, термостойкости и самопроизвольному разрушению (см. ГОСТ 10394—63).

Твердые включения имеют различное происхождение. На рис. 16, а показана микрофотография кварцевого камня, образовавшегося в результате «непровара». Загруженная в печь шихта была неправильно приготовлена: недостаточно измельчены и просеяны сырьевые материалы. Крупная тугоплавкая частица материала не могла одновременно расплавиться с другими частицами. Шамотный камень-корунд, попавший в стекломассу от огнеупора, который, возможно, был неправильно обожжен либо содержал недопустимые компоненты, изображен на рис. 16, б.

Причины попадания в стекломассу твердых включений различны: от связки огнеупора, скрепляющего отдельные брусья, от резких колебаний температуры и т. п.

На рис. 17 показан вид наиболее часто встречающейся кристаллизации образца с образованием девитрита (силикат натрия или кальция). Кристаллизация может быть вызвана неправильным тепловым режимом, наличием в стекле химически неоднородных участков, нарушением установленного времени выдержки и другими причинами. Стекло с явными признаками кристаллизации для дальнейшей обработки непригодно.

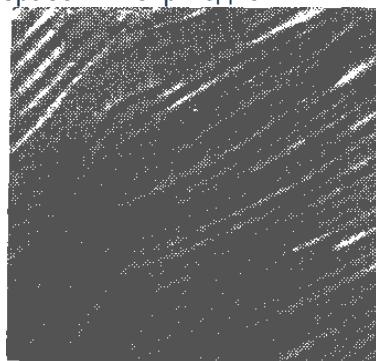


Рис. 18. Свили в стекле"

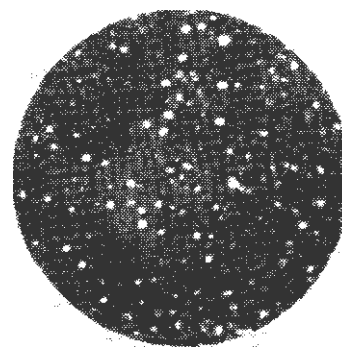


Рис. 19 мелкие пузыри или „мошка" в стекле.

Свилы (рис. 18) представляют собой как бы «волокна» или «нити» в стекле, отличающиеся по химическому составу и физическим свойствам от соседних участков. Причины образования свилей также многочисленны. Чаще они появляются от огнеупорного материала, неправильного состава шихты, использования боя стекла с составом, отличающимся от основной массы, а также при недостаточной однородности стекломассы или плохом перемешивании. Свилы и шлиры влияют на прочность стекла: применение стекла со свилью, резкоощутимой рукой, в приборах и аппаратах не допускается.

Иногда с верхнего строения печи (свода) под влиянием высокой температуры стекают в стекломассу капли стекловидного огнеупора, образуя округлые участки с «хвостиками», называемые шлирами. Окраска у них большей частью бывает зеленая, что говорит о повышенном содержании окислов железа. Шлир влияет на термостойкость стекла и в химико-лабораторной посуде не допускается.

Газовые включения (пузыри, мошки) бывают самых различных размеров — от 0,22 мм до нескольких сантиметров; расположены они и в толще стекла и на поверхности; бывают бесцветными и окрашенными. Основными причинами появления в стекле пузырей следует считать неправильную и недостаточную выдержку стекломассы после плавки, плохое перемешивание (бурление), неравномерный зерновой состав песка, недостаточно высокую температуру варки. Пузыри и мошки (рис. 19) хотя и не влияют на прочность стекла, но портят внешний вид и пользование таким стеклом ограничено (см ГОСТ 10394—63).

Примечание. Лабораторную посуду и трубки для стеклодувных работ изготавливают следующие предприятия:

1. Завод «Дружная Горка» (Ленинградская обл., Гатчинский район, пос. Дружная горка);
2. Завод «Лаборприбор» (г. Клин, Московская обл., Сестрорецкая ул. 13);
3. Термометровый завод (г. Клин, Московская обл., Волоколамское шоссе, 44);
4. Завод «Победа Труда» (Татарская АССР, ст. Васильеве Казанской ж. д.);
5. Завод им. Ломоносова (г. Ленинград, пр. Обуховской обороны, д. 151; вырабатывает изделия и трубы из кварцевого стекла).

Глава 2. ОБОРУДОВАНИЕ И ИНСТРУМЕНТЫ

Организация рабочего места при стеклодувных работах имеет Решающее значение для успешной работы. От правильного подбора оборудования и инструмента зависят безопасность и скорость выполнения операций, производительность труда, качество работы и «степень усталости работающего». Эти требования особенно важны сейчас, когда современный научно-технический прогресс требует внедрения научных основ в организации производства и труда.

Очень важно, чтобы стол и стул, которыми пользуется работающий, соответствовали его росту (обычно высота стола — 850—900 мм). Садясь надо следить, чтобы грудная клетка выдавалась бы над уровнем верхней плоскости стола и чтобы, при необходимости, локти работающего могли бы свободно опираться о стол, размеры верхней доски 1200 X 800 мм. Верхняя плоскость стола ограничивается с трех сторон, кроме обращенной к работающему, бортиками высотой 25—30 мм. Полезно, чтобы стол имел несколько выдвижных ящиков, куда помещают чертежи, эскизы, руководства, мелкий инвентарь, ценные металлы, предназначенные к впаиванию в стекло и другие мелкие предметы (точило, нож).

Верхняя плоскость стола (рис. 20) покрывается обязательно асбестированным паранитовым листом толщиной 2—3 мм. Это требование рекомендуется строго соблюдать, так как нередко случаи, когда разогретое стекло кладут на деревянную поверхность стола, а это вызывает разогрев древесины, тление с выделением едкого дыма, иногда возгорание и даже пожар. Паранит кладут не до самого конца стола, а на расстоянии 100—150 мм от края, чтобы рукава работающего не задевали лист и не обрывали его.

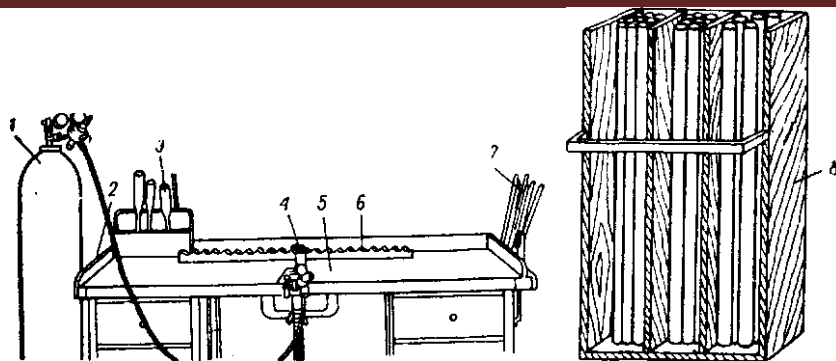


Рис. 20. Рабочее место для стеклодувных работ:
1—баллон с кислородом; 2—рабочий стол; 3—хватки; 4—газовая горелка; 5—листовой параиит; 6—подставка; 7—развертки; 8—стойка для хранения трубок.

Инвентарь, приспособления, оборудование и оснастку следует располагать таким образом, чтобы все было под рукой. Практикой доказано примерно следующее расположение. В середине края стола перед работающим крепится стеклодувная газовая горелка для получения необходимого пламени. Справа от основной горелки (вблизи стола на полке или в шкафчике) помещают малые горелки, необходимые для получения небольшого узкого или острого пламени. Для подвода горючего газа, воздуха, кислорода применяют надежные гибкие резиновые шланги, которые располагаются под верхней доской стола. Это делается для того, чтобы шланги, во-первых, не мешали работе, и, во-вторых, не подвергались возможным повреждениям, что неминуемо приведет к несчастному случаю. Параллельно длине стола, на расстоянии 500—550 мм от работающего, надо поместить деревянный брусок (подставку), имеющий на расстоянии 4—5 см друг от друга возвышенности (зубцы) и углубления (впадины). Наличие такой подставки, служащей для помещения горячих заготовок и изделий, совершенно необходимо, чтобы избежать соприкосновения горячего стекла с холодными предметами (это ведет к растрескиванию стекла) и для предохранения рук от ожогов, неизбежных при беспорядочном размещении предметов на рабочем столе. Длина подставки 600—700 мм. Чтобы стекло не соприкасалось непосредственно с древесиной, все деревянные приспособления и инструмент до начала работы необходимо обуглить легкой обработкой в пламени горелки.

По углам стола для помещения заготовок, полуфабрикатов, деталей и других предметов устанавливают штативы. На правой боковой стороне стола крепится планка с прорезью для помещения различных инструментов (развертки, ножницы, крючок для резки стекла). К левой боковой стороне крепят крючки для подвешивания щипцов, форм, хватков и др. Вблизи рабочего места (в шкафу или на полке) располагают различные приспособления: катки, пламяотражатель и др. В центре стола ставят банку с раствором хлористого натрия (поваренная соль) с помазком. Раствор необходим для того, чтобы в случае наблюдения начала расстекловывания (появление матовости, помутнение) ввести небольшое количество раствора в пламя горелки и продолжать обработку. В большинстве случаев помутнение после этого исчезает.

Стекланные трубки — основной полуфабрикат для всех стеклодувных работ — хранятся, как правило, в материальной кладовой по сортам стекла, по диаметрам и толщине стенок. Для текущей работы полезно иметь рядом с рабочим местом небольшой запас разнообразных, наиболее часто употребляемых трубок. Трубки следует хранить в специально оборудованном деревянном шкафчике с подразделениями на отдельные отсеки — клетки. В каждой клетке хранятся трубки только одного сорта стекла, диаметра и толщины стенки. Для удобства пользования хорошо прикрепить к каждой клетке бирку-ярлык с обозначением сорта стекла. Трубки в шкафчике хранятся в стоячем положении. Необходимо учитывать, что при длительном хранении трубки покрываются пылью, как снаружи, так и внутри, поэтому торцы трубок следует тщательно закрывать.

Пользоваться запыленными трубками нельзя, так как при обработке в пламени горелки это может привести к помутнению и расстекловыванию. Брать трубку из стойки надо всегда внимательно и осторожно. Небрежное и опрометчивое обращение со стекланными изделиями вызывает их поломку, порезы рук, образование царапин на стекле, отражающихся на дальнейших стеклодувных операциях.

При хранении капиллярных и термометрических трубок, края их специально запаивают с обоих концов для предохранения от попадания пыли.

На первоначальной стадии освоения стеклодувных работ следует брать трубки из легкоплавкого стекла № 23 диаметром не более 6—8 мм, с толщиной стенок 0,7—1,0 мм, длиной 250—300 мм. Торцы этих трубок рекомендуется оплавить во избежание порезов рук и губ при поддувании.

Часто приходится обрабатывать и кварцевое стекло, требующее пламени высокой температуры. В этих случаях надо пользоваться особыми кварцевыми горелками, рассчитанными на водородно-кислородное пламя и на сжигание газа в кислороде. Следует предусмотреть возможность крепления в отдельном изолированном помещении баллона с кислородом или водородом. Шланг для подачи кислорода должен выдерживать давление не менее 5,0 атм.

Необходимо твердо придерживаться правила — не допускать загромождения стола ненужными и излишними деталями, заготовками и другими предметами, мешающими работе и являющимися источником неприятных происшествий (порезы, ожоги и т. п.).

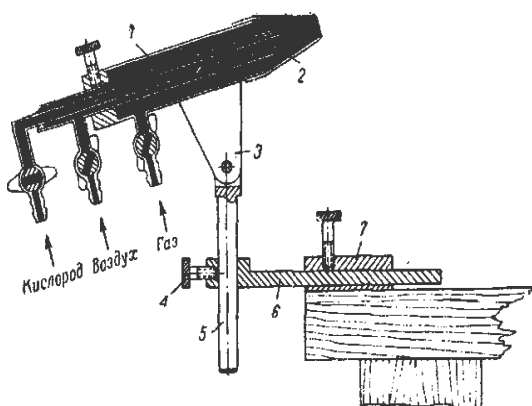


Рис. 21. Большая стеклодувная горелка с тремя кранами: 1—металлическая сетка; 2—наконечник; 3—косынка с шарниром; 4—зажимной винт; 5—стержень; 6—латунная пластинка; 7—металлический хомут-

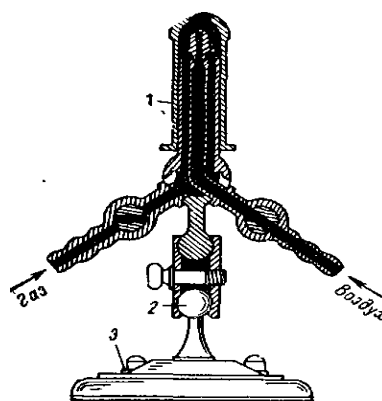


Рис. 22. Настольная двухкрановая горелка: 1 — верхняя трубка; 2 — шарнир 3—чугунная подставка.

В многочисленных лабораториях, на разных заводах, фабриках и других предприятиях применяются стеклодувные горелки разнообразных типов. Однако основное их устройство почти одинаково. Главную часть горелки представляют две или три вставленные одна в другую концентрические латунные трубки. На рис. 21 показана большая стеклодувная горелка с тремя кранами. По наружной трубке подается горючий газ, по второй — воздух, по третьей — кислород. В зависимости от потребности можно сжигать газ в смеси с воздухом или в смеси с кислородом, либо в воздухе, обогащенном кислородом. Наружная трубка, по которой подается газ, снабжается на конце сменяемым коническим наконечником; такой же формы наконечник навинчивается и на вторую трубку — для воздуха; на третьей трубке, по которой подается кислород, ничего не крепится, так как отверстие трубки слишком мало (1—1,5 мм). Наконечники одеваются на трубки для того, чтобы получить пламя большего или меньшего размера. До смешения с воздухом или кислородом газ проходит через сетку, чтобы распределиться более равномерной струей. Наружная трубка имеет приваренную металлическую косынку, обеспечивающую посредством шарнира возможность поворота горелки под любым углом. Помимо этого, при помощи стержня и зажимного винта горелка может передвигаться вверх и вниз до определенного предела. Металлический хомут, который прикрепляется к столу, и латунная пластина дают возможность с помощью винта передвигать горелку в направлениях к работающему и от работающего. Такое простое устройство позволяет устанавливать горелку в самые различные положения, необходимые для работы. Во избежание перегрева полезно наружную трубку изолировать асбестом или другим изоляционным материалом.

Трущиеся части этого устройства — стержень и пластину — следует периодически смазывать талом. При пользовании горелкой надо учитывать, что зажигать ее можно лишь при закрытых воздушном и кислородном кранах, и что добавка к воздуху кислорода значительно повышает температуру пламени.

На рис. 22 и 23 приведено несколько видов двухкрановых горелок — настольных и ручных. Отличаются они тем, что не имеют трубки для подачи кислорода и сложной системы крепления. Горелка имеет одну трубку с краном для подачи газа, другую — для подачи воздуха. Поверх этих трубок одевается еще одна наружная с наконечником. Поворот горелки под требуемый угол осуществляется с помощью шарнира. Для устойчивости горелка имеет чугунную подставку. К малым ручным горелкам применяют также различные наконечники, которые дают возможность получения ровного без толчков пламени. Ручной горелкой можно спаивать трубки диаметром до 25 мм. Предполагается, что каждая лаборатория имеет подвод горячего газа и установку, обеспечивающую подачу сжатого воздуха, а поэтому способы получения горячего газа и дутья для горелок не приводятся.

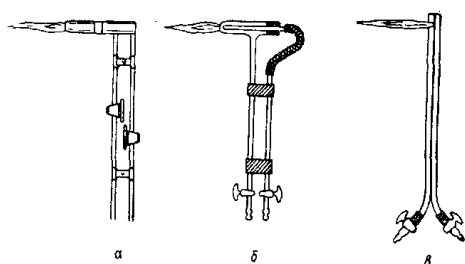


Рис. 23. Ручные двухкрановые горелки: а—металлическая; б—стеклянная; в— для работы в узких местах.

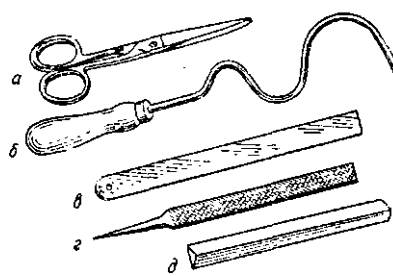


Рис. 24. Режущий инструмент для стеклодувных работ. а — ножницы; б — крючок; в — нож; г- напильник; д — призма.

Наиболее часто применяемые инструменты для резки трубок при стеклодувных работах показаны на рис. 24. При индивидуальной работе, вполне удобным инструментом является стальная пластинка (нож) длиной ~200 мм, толщиной 2—2,5 мм и шириной 25—30 мм. Длинные стороны стачивают под углом 45°. Важно, чтобы режущая кромка имела мелкие зазубрины, хорошо видимые через лупу. Если кромку заточить слишком гладко (зашлифовать), нож к резке стеклянных трубок не будет пригоден. Рекомендуется нож делать из победита или марочной стали и после заточки закаливать его в растворе поваренной соли.

Часто пользуются для нанесения метки различными напильниками. Насечки на напильниках должны быть мелкими. Метки от напильника грубее, чем от ножа.

Для резки трубок диаметром более 25 мм применяют металлические крючки с деревянными или пластмассовыми ручками. Размеры изгибов на крючках делаются с расчетом диаметров труб, подлежащих резке. Крючки изготавливаются из круглой проволоки диаметром 3—6 мм. Короткие концы трубок и капиллярные трубки отрезают при помощи трехгранной призмы.

Резку размягченного стекла, в частности фигурную резку, выполняют обыкновенными ножницами.

Трубки и заготовки больших диаметров (>150лш) разрезают часто при помощи приспособления с нихромовой проволокой (толщина 1,0 мм), нагреваемой электрическим током (рис. 25). Питание производится электрическим током от городской сети — 127 или 220 в. Рабочее напряжение—12 в.

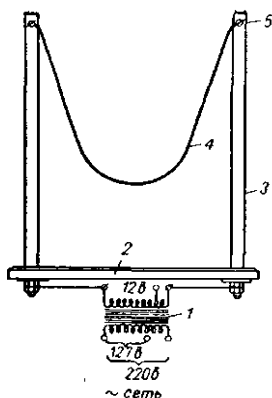


Рис. 25. Электрическое приспособление для резки трубок: 1 — понижающий трансформатор; 2—изоляционная планка; 3—металлические стойки; 4—нихромовая проволока (нагреватель); 5—зажимы.

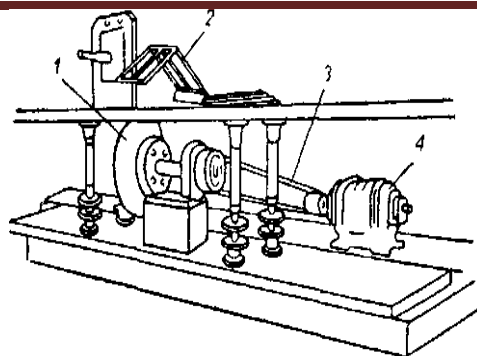


Рис. 26. Механическая пила для резки стеклянных трубок: 1—стальной диск с режущей кромкой; 2—защитная рамка; 3—ременная передача; 4—электродвигатель.

При массовой резке стеклянных трубок применяется механическая пила (рис. 26). Резку производят с помощью стального диска диаметром 300—400 мм, толщиной 3—4 мм, кромки которого остро затачивают. Такой диск дает ровную круговую трещину и отламывание по метке производится легко и просто. Диск насаживается на вал, приводимый в движение электродвигателем через ременную передачу.

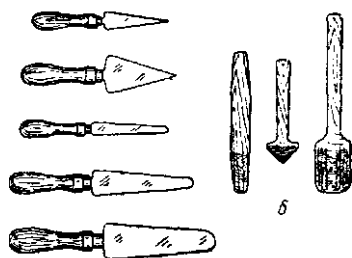


Рис. 27. Типы разверток: а —металлические (латунь, медь); б—деревянные обугленные (или графитовые).

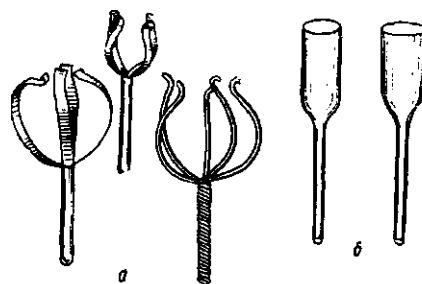


Рис. 28. Типы хватков: а —пружинящие металлические для захвата шаровых колб; б—стеклянные (применяются с асбестовыми или пробковыми прокладками).

Обращение с механической пилой требует строгого соблюдения правил техники безопасности. К работе у пилы допускаются только лица, прошедшие соответствующий инструктаж. Диск закрыт защитной рамкой. Вращение следует производить против часовой стрелки со скоростью 500—600 об/мин. Различные типы металлических, деревянных и графитовых разверток приводятся на рис. 27. При всевозможных стеклодувных работах практикуется операция развертывания, о сущности которой будет сказано далее. Развертки делаются из латуни или меди. Стальные развертки применять не рекомендуется, так как при соприкосновении с горячим стеклом появляется окалина, попадающая на стекло и портящее его внешний вид. Развертку, как и другой металлический инструмент, необходимо содержать в чистоте и порядке, периодически зачищать образовавшиеся шероховатости, неровности, заусеницы, регулярно смазывать жиром или парафином.

При обработке колб, цилиндров и других сосудов необходимо иметь инструмент для их удерживания в разогретом состоянии и при систематическом подогреве в пламени стеклодувной горелки. Такими инструментами являются хватки, которые изготовляют из медных или латунных полосок и выгибают с таким расчетом, чтобы на $2/3$ охватить изделие.

На рис. 28 показаны несколько типов таких хватков. Для надежности в работе концы полосок после помещения изделия связываются асбестовым шнуром или проволокой. Иногда удобно пользоваться стеклянными хватками. Следует избегать соприкосновения стекла со стеклом, поэтому в стеклянные хватки помещают изделия только с асбестовой или пробковой прокладками.

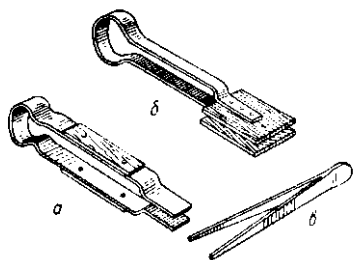


Рис. 29. Типы щипцов:
а —металлические; б — с деревянными или графитовыми пластинками; в —пинцет.

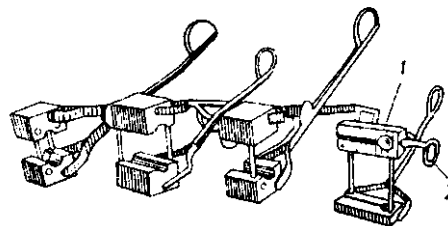


Рис. 30. Формы для стеклодувных изделий:
1— корпус формы; 2—держатель для разъема и соединения.

Для обжатия заготовок, сплющивания размягченного стекла, припайки небольших кусочков стекла и выполнения других подобных операций применяют щипцы и пинцеты разных типов и размеров.

На рис. 29 приведено несколько типов таких щипцов. Щипцы делают из стали, а ручки — из дерева. Рабочие пластины выполняют из латуни, меди или графита. Важно, чтобы рабочие пластины были всегда строго параллельны.

При массовом изготовлении стеклодувным путем тонкостенных однотипных изделий (шар, цилиндр, елочные украшения и другие) пользуются формами (рис. 30) из латуни или алюминия. Формы состоят из двух половинок, соединяющихся по направляющим с помощью рычага. В теле формы выгравировано очертание будущего изделия и, когда стекло находится в размягченном пластическом состоянии, заготовка вносится в форму, которая закрывается. Легким поддуванием размягченной заготовки достигается надежное прилегание стекла ко всем стенкам и неровностям формы. Когда форму раскрывают, получается изделие, точно воспроизводящее все очертания формы. За формами требуется регулярный уход: смазка направляющих стержней, удаление накопившейся пыли, сажи и т. п.

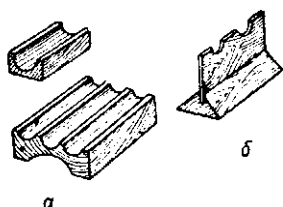


Рис. 31. Типы канавок:
а—для утолщения стенок и придания формы;
б—для подрезки.

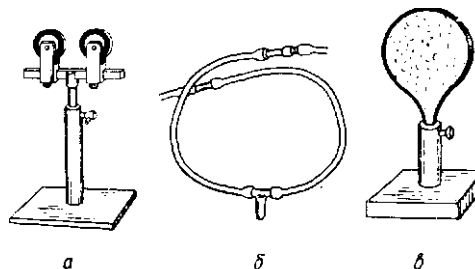


Рис. 32. Вспомогательные инструменты:
а —катки или ролики; б —шарнир-тройник для двухстороннего дутья; в—отражатель пламени.

Для выполнения процесса утолщения стенки размягченного стекла, придания нужного размера, формирования дна и для других операций применяют канавки, обкатки или колодки. На рис. 31 показаны типы канавок, которые сделаны из дерева твердых пород (дуб, клен, ясень, груша). Полуцилиндры в канавках должны иметь совершенно правильную форму. Как уже отмечалось, размягченное стекло может соприкоснуться с деревом после его обугливания. Канавки до начала работ следует обуглить в пламени горелки. Для получения узких, круглых вмятин на стекле (подрезка) пользуются канавкой из толстой фанерки, укрепленной на подставке.

При обработке крупных труб и цилиндров или в случае, когда изделие держать на весу в руках неудобно и трудно, применяют катки или ролики (рис. 32, а). На прочной подставке укреплен втулка, в которую входит передвигающаяся трубка с перекладной. На перекладной помещены также передвигающиеся ролики. До того, как поместить изделие на ролики для вращения в пламени горелки, в желобки роликов укладывают асбестовый шнур или другую прокладку, чтобы избежать соприкосновения стекла с металлом.

Если надо проводить поддувание с двух сторон, пользуются шарнирным тройником (рис. 32, б), состоящим из двух отрезков резинового шланга. Поддуваемый через тройник воздух равномерно распределится по двум шлангам и будет достигнуто двухстороннее дутье.

Для полного использования пламени и создания более высокой температуры пользуются отражателем пламени (рис. 32, в). К металлической проволоке, входящей во втулку на прочной подставке, крепится листовая асбест толщиной 2—2,5 мм. Отражатель ставится при работе таким образом, чтобы пламя горелки после обтекания изделия ударялось в асбест и отражалось обратно на изделие.

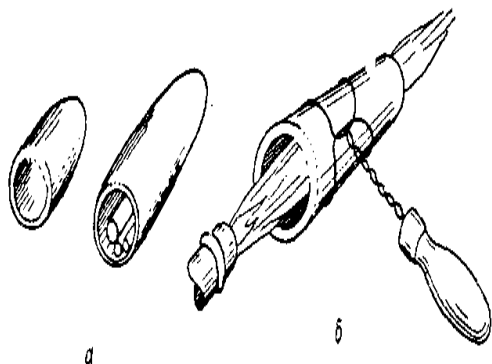


Рис. 33. Асбестовые колпачки (а) и муфель (б).

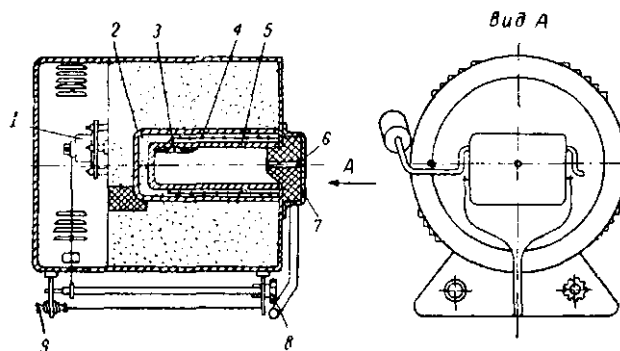


Рис. 34. Схема муфельной электропечи:
1 — терморегулятор; 2 — защитный муфель; 3 — кварцевая трубка с нихромовым стержнем; 4 — нагреватель; 5 — керамический муфель; 6 — термопара; 7 — дверцы с керамическим вкладышем; 8 — рукоятка установки терморегулятора; 9 — ввод электропитания.

Во избежание быстрого охлаждения изделия или заготовки, что может привести к возникновению внутренних напряжений и растрескиванию, применяют асбестовые колпачки или муфели различных типов и размеров (рис. 33). Колпачки готовят из асбестовой крошки или листа. Асбест размачивают водой, из образовавшейся массы делают колпачки, а затем их сушат. Толщина стенок колпачков 3—4 мм. Горячее изделие укрывают горячим колпачком или помещают в горячий муфель для постепенного охлаждения.

Небольшие тонкостенные изделия после изготовления отжигают непосредственно на горелке в восстановительной зоне, более крупные и сложные изделия подвергаются отжигу в специальных печах. Наиболее распространены и вполне оправдали себя в работе электрические муфельные печи (рис. 34). Отжиг стекла после изготовления необходим почти во всех случаях для устранения или смягчения внутренних напряжений.

Помимо перечисленных инструментов и приспособлений при выполнении стеклoduвных работ надо иметь под рукой наждачный камень для точки и заправки ножей, набор вольфрамовых игл различной толщины, необходимых для прокалывания отверстий в размягченном стекле или создания углублений и выпуклостей, металлический ящик для боя стекла и отходов.

Глава 3. ОСНОВНЫЕ СТЕКЛОДУВНЫЕ ОПЕРАЦИИ

Зажигание газа. Вся обработка стекла при стеклодувных работах производится в пламени горелки. В качестве горючего применяется в настоящее время почти повсеместно смесь природного и сланцевого газов от городской газовой сети, подающаяся с избыточным давлением в 130—150 мм вод. ст. Состав газа следующий (в %):

Метан	85,14	Углекислый газ	2,36
Водород	4,46	Азот	4,66
Оксись углерода	2,24	Прочие газы	1

Калорийность газа — 8000 кал/м³; горит слегка голубоватым, некоптящим пламенем. Сжигание газа происходит с применением воздушного дутья, подаваемого по сети сжатого воздуха от компрессоров и воздуходувок с избыточным давлением 150—180 мм вод. ст. Газ и воздух подаются к горелкам через отростки и Шланги от газопровода и воздуховода. Отростки вмонтированы в основные трубы и имеют краны для регулирования доступа газа и воздуха*¹.

Зажигание стеклодувной горелки является простой операцией, но, учитывая, что в практике бывали серьезные ошибки, которые приводили к ожогам, взрывам и другим несчастным случаям, следует строго придерживаться следующего порядка. Сперва надо убедиться, что все краны на основных газопроводе и воздуховоде, а также у горелок закрыты. Открывают полностью кран воздуха у горелки, затем кран газопровода. Спичку подносят к устью горелки сбоку (не наклоняясь). Газ вспыхнет широким коптящим пламенем вверх (дутья нет, так как кран воздуховода закрыт), (рис. 35); поворотом газового крана уменьшают доступ газа. Зачтем плавным поворотом пробки крана у воздуховода устанавливается нормальное дутье (без отрыва пламени), факел приобретает вытянутый вид, непригодный для стеклодувных работ. Поворачивая поочередно краны для воздуха и газа у горелки, производят регулировку факела до тех пор, пока установится ровный несколько голубоватый острый факел без признаков копоти. При подаче излишнего дутья пламя будет отрываться от устья горелки. Если пламя проскакивает внутрь горелки, то следует немедленно закрыть кран для газа и через некоторое время (1—1,5 мин) зажечь снова.

Различают обычно три зоны факела (рис. 36). Пламя, начинающееся непосредственно у устья горелки, называют первой или восстановительной зоной. Эта зона характеризуется самой низкой температурой (300—520°С), и проводить нагревание стекла до рабочего состояния здесь, конечно, невозможно. За ней следует вторая зона — полного сгорания, имеющая наиболее высокую температуру (1540—1560°С). Третья зона — окислительная, соприкасается непосредственно с кислородом воздуха, имеет также высокую температуру 1540° С. Тепловую обработку стекла надо вести на границе второй и третьей зон. Если необходимо получить более высокую температуру — 1800° С и выше, к воздушному дутью добавляют кислород, а иногда воздух полностью заменяют кислородом. Работать с кислородным пламенем можно только после прохождения специального инструктажа. Кислородное пламя быстро разогревает стекло, что во многих случаях не требуется. Стекла химико-лабораторных составов в кислородном пламени быстро становятся почти текучими и не поддаются обработке. Размер и характер пламени горелки очень важны при выполнении всех стеклодувных работ. Правильное регулирование пламени горелки способствует выполнению самых сложных операций. Рекомендуется работать всегда на относительно среднем пламени. Лишь в некоторых случаях, например для разогревания крайне малого участка, где намечается сделать отверстие, употребляют острое пламя. Широкое сильное пламя применяют для обогрева значительного участка трубки большого диаметра или шара. До начала опытных работ с трубками следует научиться

¹ Раньше в качестве горючего для стеклодувных горелок применяли керосин, бензин и их пары, светильный газ, газ коксовых печей и т. п. Дутье осуществляли накачиванием воздуха через меха. Накачивание производилось непосредственно работающим одновременно с выполнением основной стеклодувной операции.

управлять пламенем и уметь, быстро регулируя доступ воздуха, газа, а иногда кислорода, получать различные виды пламени: большое, широкое, среднее, а также узкое, тонкое и острое.

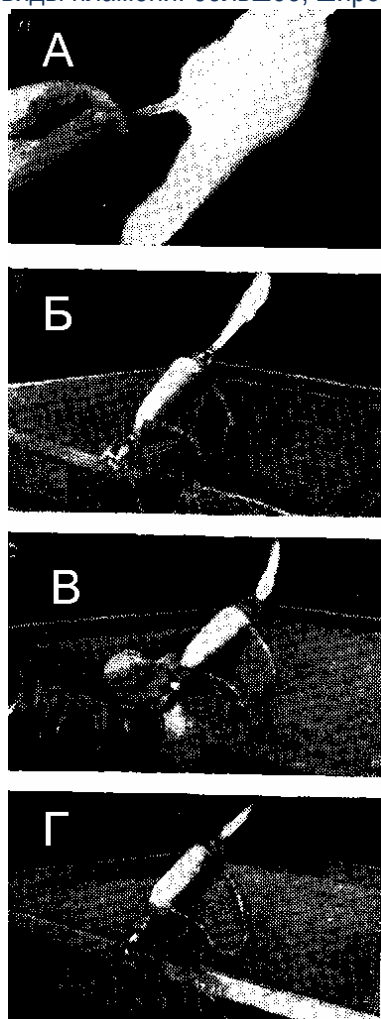


Рис. 35. Зажигание газа:
а — зажигание газа (кран для воздуха закрыт); б—уменьшение доступа газа поворотом крана; в— пуск воздуха; г—регулировка пламени.

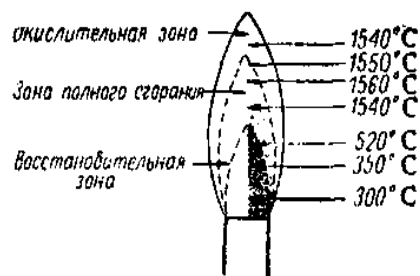


Рис. 36. Структура пламени и распределение температур.

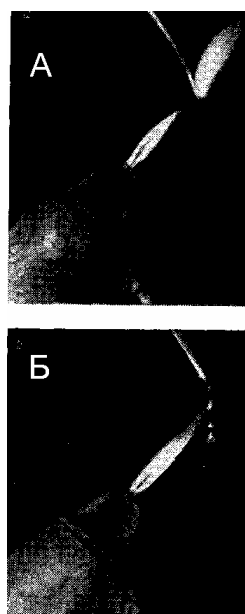


Рис. 37. Размягчение стекла:
а — размягчение стеклянной палочки в пламени горелки; б —стенание размягченного стекла в виде капли.

Гашение пламени производят следующим образом. Сначала перекрывают кран воздуховода (пламя при этом устремится вверх), затем — кран газопровода. После этого остаток газа в шланге и в корпусе горелки спокойно догорит и горелка погаснет; потом закрывают краны газа и воздуха у горелки. Нельзя закрывать сначала кран газа, так как в этом случае пламя сразу погаснет, а оставшийся в шланге и в камере горелки газ пойдет в помещение, что очень опасно.

Размягчение стекла. Известно, что стекло не имеет точно установленной точки размягчения, но для каждого сорта стекла опытным путем находится температура размягчения.

На рис. 37 показан простейший прием по размягчению стекла. Стеклянная палочка вводится под углом в пламя горелки и постепенно нагревается. Основное нагревание проводят в Пламени на границе окислительной зоны и зоны полного сгорания. Стекло начинает размягчаться, вязкость снижается, оно приобретает текучесть и, подчиняясь законам жидких тел, стекает в виде капли. Вязкость размягченного стекла составляет 10^{11} лз.

В лабораторных условиях температуру размягчения стекла определяют на специальных установках, где основным прибором является трубчатая электрическая печь (рис. 38). Две стеклянные нити толщиной 0,6—0,7 мм, длиной около 600 мм, вытянутые из кусочка испытуемого стекла, помещают в трубчатую печь. Один конец стеклянных нитей закрепляется к стойке-держателю, а другой конец,

соединенный с хлопчатобумажной нитью, перебрасывается через блок с грузом, который снабжен стрелкой, передвигающейся по угловой шкале. Температуру замеряют терморпарой с гальванометром и

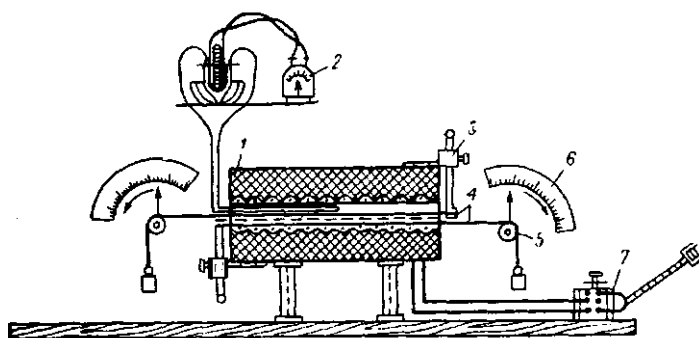


Рис. 38. Установка для определения температуры начала размягчения стекла: 1—трубчатая электропечь; 2—терморпара с гальванометром; 3—держатель нити; 4—стеклянные нити, помещенные в обогреваемой части печи; 5—блок с грузом; 6—угловая шкала; 7—автотрансформатор.

отмечают размягчение нити по ее удлинению и отклонению стрелки. Нагревание печи осуществляют через автотрансформатор. Точку размягчения определяют графически. Для обычных промышленных стекол начало размягчения наступает при 400—500° С в зависимости от сорта стекла.

Простейшие операции. Выполнение всего многообразия стеклодувных работ сводится, в основном, к ряду простейших, сравнительно немногочисленных операций. Надежное освоение этих простейших операций является лучшей гарантией того, что стеклодувное дело будет успешно освоено в целом. С самого начала не следует пренебрегать мелочами, необходимо учитывать накопленный десятилетиями опыт многих стеклодувов и придерживаться рекомендаций руководств. Следует предостеречь от широко распространенной ошибки братья за последующие операции, предполагая их простоту, не освоив полностью предыдущей. Основными операциями являются:

- резка трубок и палочек;
- вращение трубок и заготовок в пламени горелки;
- оплавление концов трубок;
- растягивание размягченных трубок;
- развертывание концов трубок;
- осаживание стекла;
- формирование круглого и плоского дна;
- выдувание шара;
- сгибание трубок и палочек;
- спаивание (простое, тройниковое и внутреннее) и припаивание, получение отверстий;
- спаивание стекла с металлом и т. д.

Чтобы избежать порезов рук на первоначальной стадии освоения, рекомендуется для экспериментов брать отрезки трубок с оплавленными концами диаметром 6—8 мм, толщиной стенок 0,7—1,0 мм и длиной 250—300 мм.

Резка трубок. В зависимости от диаметра, толщины стенок и длины отрезка выбирают один из принятых способов резки трубок. От качества резки зависит успех дальнейших операций. Сечение правильно отрезанной трубки должно быть строго перпендикулярно к ее длине, края отрезанной трубки — блестящими, чистыми, ровными, без зазубрин или трещин. При правильной резке и дальнейшем спаивании шов получится гладким и незаметным; в случае необходимости дальнейшего оплавления края последний при нормальной резке получится чистым, блестящим, полукруглым. Особенно недопустимо начинать работу с отрезком трубки, имеющем на торцевом конце даже небольшие трещины от неправильной резки. Такие трещины при нагревании растрескиваются еще больше и почти никогда не удается их заплавить. Вся затраченная энергия не дает никакого результата. Первой операцией при резке, независимо от способа, является нанесение метки (ножевой надрез). Метка

наносится «ножом» или напильником с очень мелкой насечкой. Трубку, намеченную к резке, берут в левую руку, опирают на передний край стола, который для этой цели имеет специально сделанную полукруглую выемку, и инструментом наносят метку. Нанесение метки производят не посредством «пиления», а надавливанием правой рукой с ножом или напильником на трубку, при этом последнюю левой рукой поворачивают на некоторый угол (на $1/5$ — $1/6$ диаметра трубки). Этого достаточно, чтобы получить метку, вполне ощутимую, если по ней провести пальцем. Для точности рекомендуется большой палец левой руки поместить у места наносимой метки. Таким образом, палец служит как бы направляющим для инструмента.

При нанесении ножевой метки не следует делать глубоких и широких царапин, они могут впоследствии вызвать лишь снижение /качества оплавления и спаивания, а процесс резания от этого нисколько не улучшится.

Различают три способа резки: холодный (на излом), горячий, механизированный.

Холодный способ применяют для резки трубок с диаметром не более 25 мм. Этим же способом режут капиллярные, барометрические трубки и стеклянные палочки. После нанесения метки трубку берут двумя руками, причем метка остается в середине, и, прилагая постепенно увеличивающиеся усилия изгиба и растяжения, производят излом. При нормальном отжиге трубки и четкой метке излом произойдет точно по намеченной черте. Усилия по излому делаются в направлении, противоположном нанесенной метке, рис. 39, а.

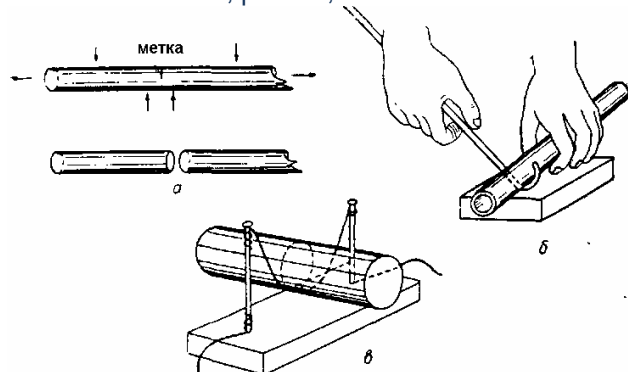


Рис. 39. Резка трубок:
а —холодный разрез (на излом); б—при помощи раскаленного крючка; в —при помощи проволоки, накаливаемой током.

Удобно производить резку с помощью трехгранной призмы. Трубку с нанесенной меткой кладут на вершину призмы (меткой вверх) и быстрым ударом ножа по короткому концу производят излом трубки.

Горячий способ резки подразделяется на несколько видов.

1. Резка горячим концом стеклянной палочки или трубки. Горячим способом режут обычно трубки диаметром >25 мм.

При диаметре 40 мм и более следует на трубку наносить не одну, а три-четыре метки по окружности, на равном расстоянии друг от друга.

Резку горячим концом стеклянной трубки или палочки осуществляют так: конец трубки или палочки сперва нагревают в пламени горелки до размягчения и пинцетом или щипцами оформляют конец в виде «лопаточки»; эта лопаточка разогревается в пламени до появления признаков красного каления. Раскаленную лопаточку прикладывают к метке до тех пор, пока не произойдет характерный треск и появится круговая трещина. Если трещина не будет круговой, то производить излома не следует, а лучше передвигать горячую палочку по окружности; трещина в этом случае как бы бежит за лопаточкой до соединения с началом, т. е. до замыкания круговой трещины. По круговой трещине трубка легко и ровно отламывается. Прикладывать раскаленную лопаточку к трещине следует осторожно и ненадолго: могут появиться несколько мелких трещин в различных направлениях и отрезанный край получится неровным и волнистым.

2. Резка крючком или раскаленной нихромовой проволокой. Крючком разрезаются трубки диаметром до 60 мм (рис. 39,б). Полуокружность металлического крючка нагревается до красного каления, трубка с нанесенными метками помещается в нагретую полуокружность так, чтобы метка соприкасалась с раскаленным металлом крючка. Вращение трубки производят левой рукой и неравномерно. Сперва два-три оборота проводят быстро, чтобы стекло успело равномерно разогреться, а затем вращение производят медленно до появления характерного треска и образования трещины. Медленный нагрев по окружности обеспечивает распространение ровной трещины.

Трубки диаметром >60 мм, цилиндры, широкие сосуды удобно резать с помощью раскаленной нихромовой проволоки (см. рис.25). Проволока раскаляется электрическим током и на нее помещают

предмет, подготовленный к резке (рис. 39, в). При вращении предмета в петле плоскость меток разогревается и в результате также получается круговая трещина. Иногда на место разогрева наносят несколько капель холодной воды, что ускоряет образование трещины.

3. Резка острым пламенем. Этот способ применяется довольно часто для трубок большого диаметра. На малой горелке получают очень острое игообразное пламя. Трубку с метками вносят в пламя и поворачивают сперва (два-три оборота) довольно быстро, а затем вращение замедляется. Когда стекло достаточно разогреется, произойдет растрескивание по окружности. Если трещина не появляется, полезно коснуться холодной палочкой, смоченной в воде, или даже сильно подуть на это место и появится правильная круговая трещина.

Часто приходится обрезать неровные концы трубки. Делать это изломом довольно трудно даже при небольшом диаметре трубки (<25 мм). В таких случаях пользуются разогретым концом стеклянной палочки.

Резку трубок можно производить и путем разогрева самой трубки. Для образования трещин трубку прогревают в пламени горелки и к нанесенной метке прикладывают холодную, слегка смоченную водой стеклянную трубку или палочку. Этой трубкой или палочкой проводят движение, напоминающее надрез, но никакого усилия не прилагают. При резке узких трубок такой способ дает хороший эффект. Край трубки получается ровный и гладкий.

Применяется иногда и резка размягченного стекла обыкновенными ножницами. Это делается только в тех случаях, когда требуется фигурная резка и габариты трубки, цилиндра или сосуда позволяют осуществить такую резку. В этом случае надо особо строго соблюдать меры предосторожности и следить, чтобы стекло было достаточно размягчено, так как при охлаждении стекло становится хрупким, не режется, ломается и может привести к несчастным случаям (порезы, ожоги и т. п.).

Механизированный способ. При проведении резки трубок заданного размера в массовых количествах пользуются специальными механизированными пилами (см. рис. 25).

При резке трубок большого диаметра не следует делать сплошной прорези, а последовательным передвижением по окружности надо нанести прорезы, отделенные друг от друга на расстоянии 5—6 мм. После этого можно прорезать и промежуточные участки, а затем нужный отрезок отломается ровно и легко. Можно над диском установить воронку с абразивной кашицей и с помощью проволоочки, идущей от спускового отверстия воронки, подавать абразив к месту резки. Резка при этом пойдет успешнее. В качестве абразива применяют карборунд № 100—120. Тонкостенные кварцевые трубки разрезают, используя наждак 325-230.

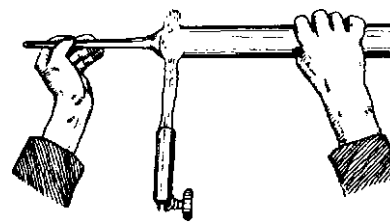
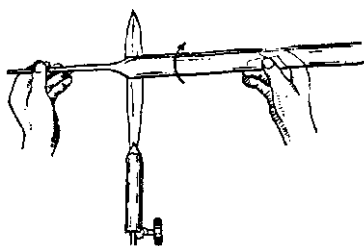


Рис. 40. Положение пальцев рук при вращении и нагревании. Рис. 41. Вращение трубок больших диаметров.

Вращение трубок и заготовок в пламени горелки. Все стеклудувные работы связаны с предварительным разогреванием и размягчением стекла, так как только в таком состоянии можно производить необходимый вид формования: раздувание, изгиб, растяжение, прокол, спаивание и другие операции. Размягчение осуществляется путем равномерного нагревания трубки или изделия в пламени стеклудувной горелки, а достигается это равномерным вращением предмета в пламени. Равномерность вращения при нагревании необходима для того, чтобы не было случаев растрескивания и перегрева. Положение пальцев рук при вращении трубок небольшого диаметра (до 25 мм) видно из рис. 40. Трубку берут пальцами обеих рук, причем для удобства равномерного вращения ее сначала помещают между большими и указательными пальцами, на средние она опирается, но затем средние и безымянные пальцы также оказывают помощь при вращении; мизинец, как правило, в приемах вращении не участвует. Вращение производят от себя, как указано стрелкой на

рис. 40. Некоторые очень опытные мастера (С. Веселовский) рекомендуют производить переменное вращение, при котором делается пол-оборота трубки от себя и пол-оборота на себя. При всех приемах вращения надо следить за тем, чтобы один конец трубки был бы открытым. Равномерность вращения, на первый взгляд, кажется весьма простой, несложной операцией. Однако при первых же попытках ее выполнения в пламени горелки начинающий убеждается, что это не так просто и, как правило, при удалении трубки из пламени получается либо недогрев, либо перегрев, повлекший слипание, «перекручивание» и другие дефекты. Для развития навыков вращения трубок некоторые мастера рекомендуют начинать освоение с вращения вне пламени, при этом лучше брать отрезки двух одинаковых трубок, соединив их плотной тканью. Вращение трубок и заготовок больших диаметров отличается от приемов, описанных выше. В этих случаях приходится трубку брать правой рукой, которая служит как бы втулкой. Вращение проводится в одну сторону — от себя (рис. 41).

Когда приходится проводить стеклодувные работы с тяжелыми изделиями (сосуд, цилиндр), то для облегчения работы изделие помещают на ролики (рис. 32 а), в пазы которых укладывают асбестовые прокладки. К сосуду для удобства вращения припаивают временно трубку малого диаметра — державу (рис. 42).

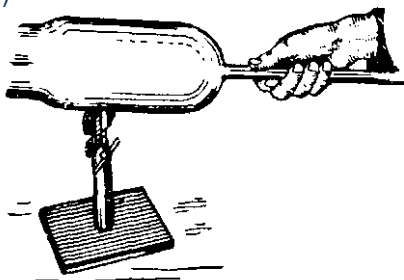


Рис. 42. Вращение тяжелых сосудов на роликах.



Рис. 43. Оплавление края трубки: а — край трубки после резки; б — после оплавления.

Оплавление концов трубок. До того, как приступить к приемам размягчения стекла, полезно провести ряд упражнений по оплавлению концов трубок. Для этого целесообразно использовать трубки и палочки диаметром 5—6 мм, которые надо держать под углом примерно 15° к факелу. Трубка или палочка сперва подогревается вблизи пламени, а затем вносится постепенно в пламя, причем помещается на границе второй и третьей зон, т. е. на расстоянии U_3 от верха пламени. Надо строго придерживаться основного правила равномерности — во время обогривания трубку или палочку необходимо вращать вокруг своей оси.

В зависимости от размера изделия следует регулировать и пламя горелки. Разогревать участок надо на протяжении 2—3 диаметров трубки или палочки. Когда конец палочки или край трубки округлится и не будут заметны резкие грани, оплавление считается законченным (рис. 43). После оплавления надо торцы отжечь на горелке в первой зоне пламени.

Оплавленное изделие помещают на подставку, ни в коем случае не оставляют под рукой на столе, так как это очень часто ведет к ожогам. Участок, подлежащий размягчению, до начала разогревания надо тщательно очистить от пыли, жира, ниток и других посторонних предметов. Холодное стекло вводить в пламя следует осторожно сначала в нижнюю часть пламени и постепенно, при обязательном непрерывном вращении, разогревать до нужной степени вязкости или до рабочего состояния, при котором производятся все стеклодувные операции.

Рабочее состояние определяют по цвету. Разные составы стекла имеют при нагревании и различные цветовые оттенки: от ярко-белого — для кварца до темно-красного — для молибденового стекла. Наиболее распространенное для химико-лабораторной аппаратуры стекло № 23 имеет в рабочем состоянии красноватый цвет. Описать все оттенки свечения различных стекол не представляется возможным. При некотором навыке в работе отличить рабочее состояние, т. е. установить момент, когда можно приступить к манипуляциям со стеклом, не представляет особого труда. При введении стекла в пламя горелки голубоватый цвет факела начинает меняться. В частности, при обработке стекла № 23, имеющего в своем составе ~10% окиси натрия, пламя

приобретает ярко-желтое свечение, характерное для паров натрия. При длительном свечении рекомендуется трубку перенести в окислительную зону, конечно, при постоянном вращении.

Толстостенные трубки и заготовки следует вводить в пламя с особой осторожностью и после некоторого подогревания поместить их в восстановительной зоне (у самого устья горелки), выключив при этом воздух. Для доведения стекла до размягченного состояния требуется время, которое зависит от состава стекла, толщины стенок, диаметра трубки, температуры факела и других факторов. Доведение до размягчения трубки из стекла № 23 диаметром 10 мм при толщине стенок 1,0 мм на горелке, сжигающей газ городской сети, при воздушном дутье, требует примерно 40—50 сек.

Растягивание размягченных трубок. В практике стеклодувных работ растягивание является очень распространенной операцией, а потому ее освоению надо уделить особое внимание.

Нагревание следует вести на участке длиной 10—15 мм, т. е. примерно на 1—1,5 диаметра трубки. Предполагается, что упражнения ведутся с отрезками трубок диаметром 6—8 мм, как указывалось выше. На начальной стадии освоения не рекомендуется растягивать трубку близко от края. Это неизбежно поведет к растрескиванию или отскакиванию отдельных осколков стекла. На конце трубки всегда имеются микроскопические, невидимые трещинки, которые, попадая в нагреваемую зону, стремятся к расширению. Весьма полезно при освоении операции растягивания пользоваться отрезками трубок, имеющих долевую полосу цветного стекла (в продаже они называются «для бюреток»). Цветная полоска как бы сигнализирует о том, какие допущены ошибки при растягивании, насколько произошло смещение от центра, «закручивание» и т. п.

Как уже указывалось, до внесения в пламя трубку следует очистить, протереть мягкой тряпкой, особенно в холодную погоду. Это предохранит трубку от растрескивания. Трубку надлежит взять обеими руками, совершенно симметрично, ладони обращены к работающему. Локтями или несколько ближе к кистям опираются на край стола. Прогревая, трубку вращают некоторое время перед пламенем, а затем при появлении желтого свечения вносят в пламя на границе второй и третьей зон, продолжая ее вращать. Очень важно, чтобы вращение производилось одновременно обеими руками, абсолютно симметрично, иначе неизбежно появление дефектов — «перекручивание», слипание и др.

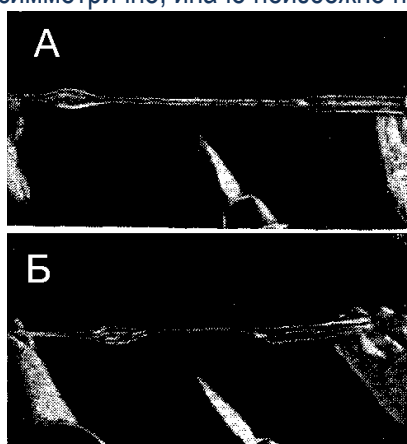


Рис. 44. Растягивание заготовки:
а — при равномерном вращении заготовки «плечики» получаются симметричными и одинаковыми; б — при рывке или неравномерном вращении «плечики» получаются неправильной формы, заготовка непригодна для дальнейшей обработки.

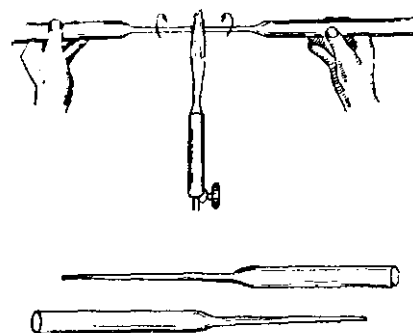


Рис. 45. Получение двух кусков трубок с державами.

Размягчение нагретого участка становится заметно не только по характерной окраске, но и по тому, как трубка в этот момент, под влиянием собственного веса, стремится к прогибанию. Это очень опасный момент и если упустить его, то неминуем брак. Если слишком долго держать трубку в пламени и удерживать от прогибания, то разогретое место в силу сцепления частиц начнет утолщаться и возможен полный заплыв просвета трубки. На практике редко требуется такое уничтожение просвета, а при растягивании следует в момент размягчения, т. е. когда появятся признаки утолщения стекла в месте разогревания, вывести трубку из пламени и, продолжая вращение вокруг оси, легко и плавно

растянуть ее. Растягивание следует вести спокойно, без рывков, но и не очень медленно, так как тонкостенная трубка может быстро остыть и растянуть ее не удастся. При правильном растягивании «плечики» перехода трубки от широкого диаметра к узкому получаются вполне симметричные (рис. 44). При рывке или неравномерном вращении «плечики» получаются неправильной формы, заготовка непригодна для дальнейшей работы.

При растягивании на каждой части трубки появляется конусообразное удлинение небольшого диаметра. Длина и диаметр растянутой части зависят от скорости растягивания. Чем медленнее растягивать, тем короче будет растянутая часть и тем больше диаметр. Растянутую часть нагревают посередине на пламени горелки; стекло в этом месте расплавляется, отверстия запаиваются и получаются два одинаковых отрезка с конусообразными «хвостиками», называемыми державками. Растянув трубку, некоторое время (5—6 сек) надо продолжать вращать и слегка подтягивать ее, иначе державки будут косыми вследствие стремления стекла к провисанию.

На рис. 45 показан прием переплавления растянутой трубки для получения двух частей трубок с державками. Если подержать очень недолго растянутую часть в пламени, то происходит размягчение узкой части трубки и запаивание концов. После переплавления в каждой руке оказывается кусок трубки с державкой. Заплавлять острые концы рекомендуется для того, чтобы избежать порезов, уколов и других неприятных явлений.

Державки при стеклодувных работах играют существенную роль и имеют несколько назначений. Во-первых, ими пользуются как ручками для проведения всех дальнейших операций, во-вторых, через державку, открыв запаянный конец, производят требуемое поддувание, в-третьих, часто державка служит для ускорения оформления дна, как, например, у пробирки. Державка должна быть прочной, достаточно длинной и симметричной.

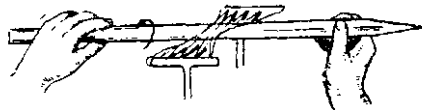


Рис. 46. Двухстороннее нагревание.

При работе с трубками или заготовками больших диаметров пользуются двухсторонним нагреванием. Такой способ сокращает время нагревания, повышает производительность труда и обеспечивает более равномерное нагревание (рис. 46).

Иногда по условиям работы требуется оттянуть державку на конце трубки. Для этого пользуются стеклянной палочкой или трубкой, которую после нагревания припаивают к подогретому концу трубки. Схема оттягивания державки на конце трубки с помощью стеклянной палочки приведена на рис. 47.

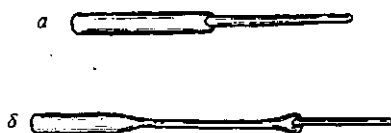


Рис. 47. Оттягивание державки на конце трубки с помощью стеклянной палочки: а—нагревание конца палочки и трубки в пламени горелки и припаивание палочки к трубке; б—медленное и равномерное оттягивание державки.

Иногда по условиям работы требуется оттянуть державку на конце трубки. Для этого пользуются стеклянной палочкой или трубкой, которую после нагревания припаивают к подогретому концу трубки. Схема оттягивания державки на конце трубки с помощью стеклянной палочки приведена на рис. 47.

У капиллярных (с очень узким просветом) и барометрических трубок оттянуть державки описанным способом не удастся. В этих случаях пользуются приемом предварительного раздувания шара. В том месте, где предполагается произвести растягивание и получить державку, трубку при вращении нагревают, в результате происходит накопление некоторого количества стекломассы. Затем раздувают небольшой шарик. Поддувание надо вести без напряжения, не прекращая нормального дыхания. Шарик этот вторично разогревают и

растягивают с получением держав (рис. 48).

Вытягивание узкой трубки из трубки большего диаметра производят с помощью «пульки». Пулька — короткий отрезок трубки с двумя державками. На широкой трубке образуют сперва пульку длиной 70—80 мм. Пульку разогревают на широком пламени и выдувают небольшой шарик (рис. 49). На узком пламени в местах перехода шарика в державы стекло нагревают и доводят до диаметра требуемой узкой трубки. Шарик снова нагревают и при непрерывном вращении растягивают в трубку заданного размера, концы держав обрезают.

Иногда трубка в процессе вытягивания прогибается. В этом случае следует еще раз нагреть ее и продолжать вращение; трубку выравнивают, а для полного затвердевания укладывают ее на ровную горизонтальную поверхность. Иногда нужно вытянуть очень тонкую трубку — «соломку». Эту работу

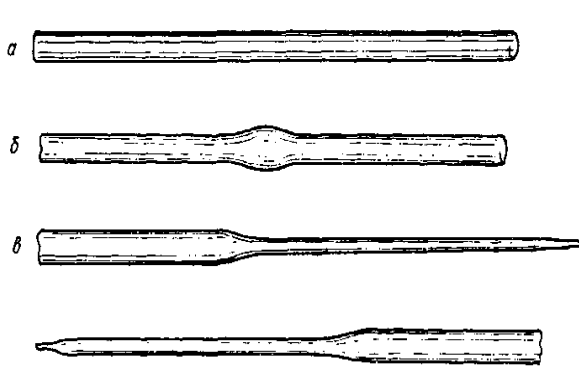


Рис. 48. Получение державы на узких капиллярных и барометрических трубках: а — заготовка; б — раздувание шарика; в — получение держав после вторичного разогревания шарика.

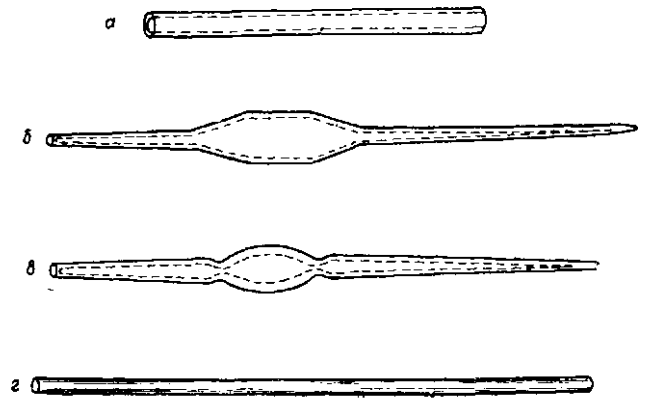


Рис. 49. Вытягивание узкой трубки из трубки большего диаметра: а — заготовка; б — раздувание пульки после нагревания—выдувание шарика; в — получение из шарика трубки заданного размера.

выполняют два человека. Один нагревает пульку описанным способом, а другой — вытягивает ее, при этом он держит одну из держав в руках и удаляется на значительное расстояние от удерживающего первую державу. Во время вытягивания надо производить равномерное вращение, а иногда и легкое поддувание, чтобы не получались сползания или закручивания стекла.

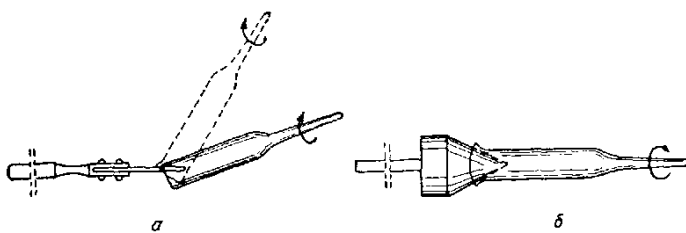
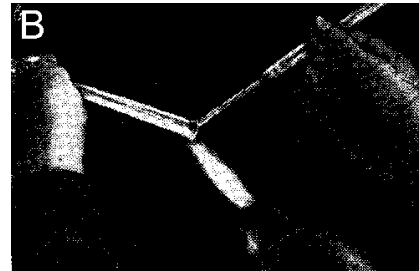


Рис. 50. Развертывание края заготовки: а — с помощью плоской графитовой развертки; б — с помощью конусной графитовой развертки со снятыми фасками или обугленной деревянной; в — положение рук при развертывании.



Развертывание концов трубки. В качестве инструмента при этой операции употребляют деревянные, графитовые и металлические развертки (см. рис. 27). Известны два приема развертывания: 1) с помощью плоской развертки и 2) с помощью конусной развертки. Как при первом, так и при втором приемах конец ровно обрезанной заготовки с державой нагревают при вращении в пламени. Прогревается участок заготовки, равный 1,5—2 диаметрам трубки, торец размягчается на 2—3 мм. После этого в заготовку, которая продолжает оставаться в пламени, вводят горизонтально расположенную развертку и, вращая заготовку за державу, достигают нужной ширины ранта или разбортовки. Постепенно приподнимая заготовку вверх (рис. 50, а), получают правильно развернутый край. Давления на развертку оказывать не следует, так как стекло в размягченном состоянии легко принимает любую форму. Если же стекло успело остыть, то приложение силы приведет только к растрескиванию и порче заготовки. При неудавшейся почему-либо операции развертывания можно процесс повторить.

При проведении развертывания с помощью конусной развертки разогревание ведут таким же образом, но поднимать заготовку уже не следует. В этом случае заготовку и развертку нужно вращать (рис. 50, б). Развернутый край необходимо отжечь, выдержав его недолго (около 40—50 сек) в средней зоне пламени до появления желтого свечения. При нагревании и размягчении слишком большого участка трубки развертывание проходит неудачно, полу чаются большие развернутые поля. Это можно устранить повторным нагреванием и последующим повторением развертывания.

Осаживание стекла. Стекло в размягченном состоянии под действием силы тяжести и поверхностного натяжения стремится изменить свою форму. В практике часто обращаются к операции

по перемещению части стекла, что и называют осаживанием. Примерами осаживания являются приемы по утолщению стенки, уменьшению диаметра шара или трубки, заплвлению конца трубки и т. п.

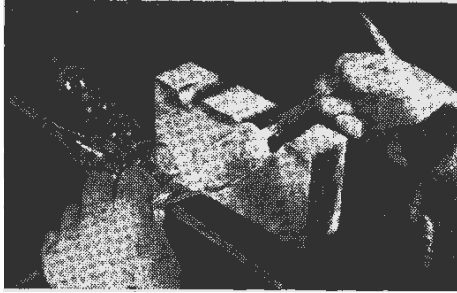


Рис. 51. Пользование обкаткой при осаживании стекла.

Осваивать процесс осаживания следует начинать с шариков небольшого диаметра (15—20 мм). Шарик с обычными предосторожностями при постоянном вращении вносят в широкое пламя горелки. Когда стенки шарика достаточно разогреются и начнут размягчаться, на поверхности его появятся как бы морщинки, и если не принять своевременных мер, то эти морщинки перейдут в складки и изделие будет испорчено.

Избежать этого можно, если использовать находящийся внутри шарика воздух, который во многих случаях является надежным помощником при стеклодувных работах. При нагревании шара или трубки нагревается и находящийся внутри воздух, поэтому, регулируя давление воздуха, можно избежать порчи изделия. Когда стенки нагретого шарика начинают хотя бы немножко морщиться, надо пальцем руки закрыть отверстие в трубке. Нагретый воздух повышает свою упругость и препятствует образованию складок, благодаря чему шарик все время уменьшается в объеме, а стенки становятся толще. Это характерный пример осаживания.

При осаживании часто пользуются несложными деревянными или графитовыми приспособлениями (канавки, обкатки, колодки) (см. рис. 31), которые облегчают и ускоряют осаживание стекла. На рис. 51 показано, как пользуются обкаткой при необходимости набрать больше стекла на одном участке изделия.

При сильном разогревании и горизонтальном положении трубок масса стекла иногда скапливается в месте разогревания, что может привести к неровности, заливам и другим дефектам. В таком случае необходимо время от времени менять положение трубок, попеременно перемещая их вверх, вниз, вправо, влево, тогда стекло, вследствие его текучести, равномерно распределится по всей поверхности. Прием осаживания играет большую роль в стеклодувном деле. Очень часто на определенном участке надо накопить достаточную массу стекла, без чего успешное выполнение дальнейших операций невозможно. Кроме того, при осаживании наглядно видна роль большого или малого пламени, поэтому над процессами осаживания надо упорно поработать и полностью освоить эту операцию.

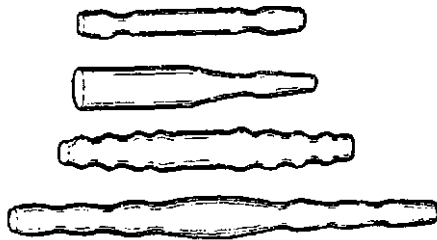


Рис. 52. Переходные трубки с оливками различных типов.

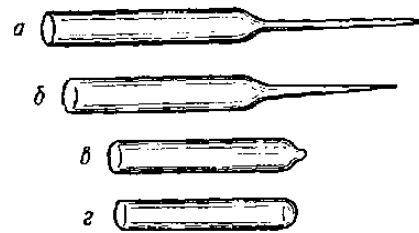


Рис. 53. Формирование круглого дна: а—оттягивание державы; б—сокращение державы; в—утолщение дна; г—формирование дна.

Очень часто концы отдельных трубок должны быть надежно соединены с резиновыми гибкими шлангами. Для этого на их концах формируются переходные утолщения, кольцевые выпуклости (оливки). Острые режущие кромки трубок оплавляются. Оливки получают путем нагревания небольшого участка трубки на малом огне до размягчения. При достаточном размягчении трубки просвет на узком участке делается еще уже. Дальнейшим нагреванием узкого места и осаживанием собирают стекло, а затем легким подталкиванием (как бы стремясь сблизить руки) размягченное стекло, поддающееся расширению, формируется в виде кольцевых утолщений (оливок) (рис. 52).

Формирование круглого и плоского дна. Убедившись, что стекло при достаточном разогревании под влиянием силы тяжести и поверхностного натяжения стремится к стеканию, начинающий осваивать

стеклодувные работы пытаются получить дно путем запаивания. Для этого трубку нагревают, отчего ее края сначала начинают оплавляться, затем все более сближаются. Просвет трубки становится все уже, а потом совсем закрывается и на конце образуется утолщение, подобное дну. Такое дно очень непрочное. Даже если его подвергнуть отжигу, оно при первом же случае резкого изменения температуры растрескается или вообще отскочит.

При правильном формировании дна толщина его должна быть равна толщине стенок самой трубки и только в самом центре дно будет несколько толще. Последовательность получения круглого дна приведена на рис. 53.

Там, где намечается получение дна, оттягивают державу; место начала образования державы вновь нагревают и сокращают державу; нагреванием удаляют державу и производят утолщение дна; наплыв стекла разогревают и легким поддуванием выравнивают дно, которое должно иметь сферическую форму. Дно и ближайšie к нему плечики надо отжечь в первой зоне пламени горелки. Отжиг, как уже отмечалось, проводят до появления желтого свечения пламени. Охлаждение изделия проходит на подставке.

При утолщенных стенках для образования дна пользуются несколько иным приемом. Сначала также оттягивают державу, затем место перехода толстостенной трубки в державу нагревают и державой собирают излишнее стекло (рис. 54). Державу с собранным на ней стеклом оттягивают и удаляют.

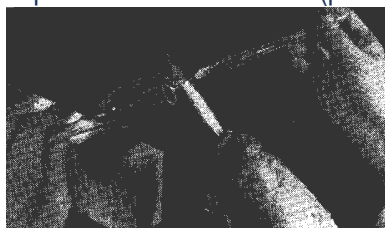


Рис. 54. Удаление излишка стекла державой или палочкой.

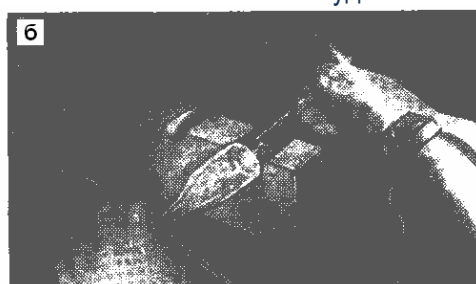
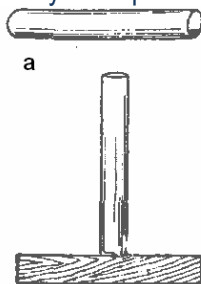


Рис. 55. Формирование плоского дна:
а — с помощью деревянной или графитовой подкладки; б—с помощью обкатки или колодки.

Далее производят выравнивание залива стекла и формирование сферического дна путем поддувания. Размер дна обычно равен диаметру трубки. Трубку держат при нагревании под углом 45° к пламени.

Сформировать дно на трубках и цилиндрах с диаметром >40 мм сложнее и выполняется это следующим образом. Оттягивают державу, которую сразу же отделяют, так как нет необходимости удалять излишнее стекло; напротив, часто стекла для дна явно не хватает. Поэтому конец трубки или цилиндра вновь нагревают и держат под углом 45° таким образом, чтобы размягченное стекло стекало вниз до накопления достаточного количества для образования дна (это можно определить в результате наблюдений и навыков). После этого трубку или цилиндр переводят в положение дном кверху и устанавливают под острым углом к пламени. Стекло размягчают и при легком поддувании формируют правильное дно. При больших диаметрах трубки или цилиндра пламя горелки должно быть широким, что достигается регулированием кранов для газа и воздуха. После образования дна необходим отжиг дна и плечиков.

Иногда для получения дна на широких трубках и цилиндрах полезно вначале сократить их диаметр. Это делается с помощью обкатки или колодки. Полудиамер обкатки должен быть меньше диаметра трубки.

При формировании плоского дна поступают следующим образом. Сначала получают круглое дно, которое затем вносят в пламя горелки, заботясь о том, чтобы плечики лишней раз не прогревались. Достаточно размягченное дно быстрым движением

выносят из пламени и приводят в соприкосновение с подготовленной горизонтальной плоскостью (обугленная доска, графитовая плитка и т. п.). Дно следует слегка вращать на плоскости при легком поддувании (рис. 55, а). У толстостенных изделий плоское дно формируется с помощью обкатки или колодки (рис. 55, б).

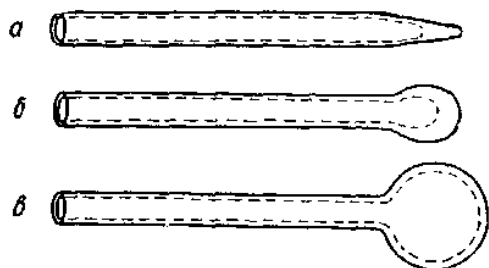


Рис. 56. Выдувание шарика на конце стеклянной трубки:

- а —размягчение при вращении конца трубки;
- б—утолщение стенок при размягчении стекла;
- в — выведение конца трубки из пламени и выдувание воздуха.

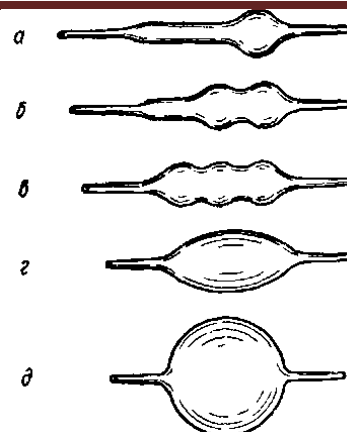


Рис. 57. Изготовление большого шара:

- а —изготовление пульки и выдувание на ней первого шара;
- б — выдувание второго шара;
- в —выдувание третьего шара;
- г —выравнивание поверхности трех шаров с помощью поддувки;
- б—выдувание большого шара.

Выдувание шара. Для первоначальных упражнений берут тонкостенные трубки диаметром 15—20 мм. Выдувание начинают с шаров диаметром, равным примерно 2—3 диаметрам трубки. Конец трубки размягчают на пламени, формируют дно и накапливают на конце излишек стекла (рис. 56). Участок трубки на расстоянии примерно двух диаметров продолжают обогревать для собирания стекломассы. Как только стекло достигнет нужной степени размягчения, что заметно по его цвету, трубку выводят из пламени и, не прекращая вращения, производят легкое поддувание. Получится небольшой шарик с утолщенными стенками, а затем шар совершенно правильной формы с толщиной стенок, равной толщине основной трубки. Поддувание следует усилить к концу операции, так как стекло успевает частично остыть и с трудом поддается раздуванию.

Частыми ошибками при выдувании шара являются: излишнее нагревание заготовки, прекращение вращения, сильное дутье. При излишнем нагревании стекло стекает в одну сторону и получается не шар, а кривобокая фигура. При прекращении вращения стекло также стечет в одну сторону, что исправить потом бывает очень трудно. Сильное дутье приводит к тому, что шар раздувается неравномерно, часто лопается с треском, а стенки его разлетаются в разные стороны в виде тончайших пленок.

Выдувание шара диаметром, во много раз превосходящим диаметр исходной трубки, выполняется более сложными приемами. На концах трубки оттягивают две державы, из которых одну оплавливают. Вблизи этой державы раздувают небольшой шар (рис. 57, а), а затем почти вплотную к нему раздувают второй шар (рис. 57, б), рядом со вторым — третий (рис. 57, в). Общая длина заготовки после выдувания шаров сократится. Затем производят на широком пламени разогревание до размягчения всех трех шаров. Через открытую державу вдувают осторожно воздух и постепенно все три шара образуют как бы единую форму эллипсоида (рис. 57, г). Дальнейшее поддувание с вращением, а при необходимости и подогревание приведут к образованию правильного шара (рис. 57, д). Нельзя допустить, чтобы шар был слишком тонкостенным; в этом случае он будет крайне непрочным. Определение диаметра шара при заданном объеме см. Приложение 1.

Сгибание трубок и палочек. Сгибание трубок надо начинать с заготовками-отрезками диаметром 6—8 мм, длиной ~200 мм и толщиной стенок 0,8—1,0 мм. До начала поддувания во избежание порезов губ один конец заготовки оплавливают, второй — закрывают резиновой или другой пробкой. При сгибании трубок большое значение имеет не только их диаметр, но и толщина стенок: чем толще стенка, тем легче сгибать трубки. Барометрические трубки, имеющие относительно толстые стенки, сгибаются легко. Однако нагревание толстостенных трубок следует вести крайне осторожно, так как они легко растрескиваются. Совсем легко сгибаются стеклянные палочки.

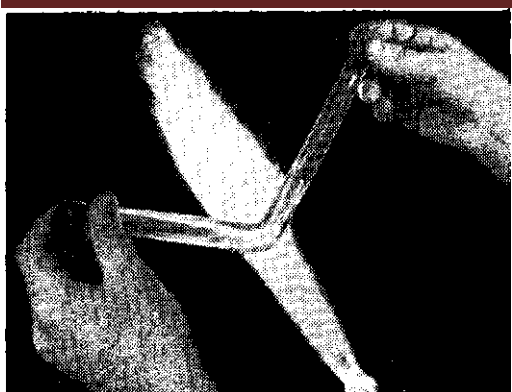


Рис. 58. Положение трубки при дополнительном нагревании наружной стороны.

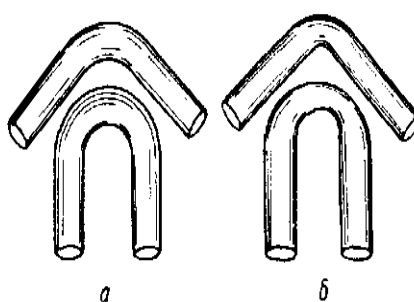
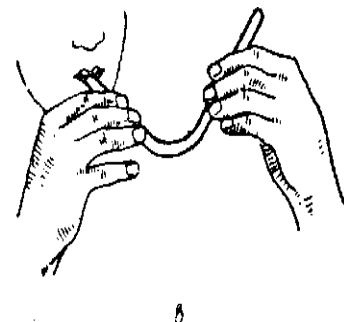


Рис. 59. Сгибание стеклянных трубок: а — правильное образование изгиба; б — неправильное образование изгиба; в — положение рук при сгибании трубок.



Место, намеченное для сгиба, после первоначального подогрева разогревают на большом пламени. Равномерное вращение, конечно, обязательно. Слегка согнув трубку после первого разогревания, надо одну из сторон (которая окажется наружной) нагреть несколько сильнее, так как она подвергается более сильному растяжению (рис. 58). Когда трубка начнет размягчаться, что ощущается в руках при вращении, ее выносят из пламени и, повернув разогретую сторону вниз легким движением руки, сгибают под нужным углом, время от времени поддувая воздух для сохранения диаметра в месте изгиба (рис. 59, а). При сгибании следует обязательно проверить, в одной ли плоскости лежат прямые участки трубок, что делается простым просмотром на глаз. При необходимости внести исправление трубку вновь надо слегка подогреть до размягчения и осторожно исправить допущенную неточность.

Часто при сгибании во внутренней части изгиба образуются складки и неровности (рис. 59, б), что портит вид изделия. Устранение этих дефектов производится также вторичным подогревом на узком и сильном пламени горелки с постепенным поддуванием воздуха. Работа по сгибанию завершается отжигом изделия в пламени горелки до появления желтого свечения. После этого следует некоторое время (30—40 сек) выдержать изделие в пламени без дутья воздуха.

Сгибание описанным приемом при диаметре трубок 15 мм и выше значительно труднее. Сгибание таких трубок производится более сложным путем. У заготовки-отрезка длиной ~300 мм сначала оттягивают державы, из которых одну запаивают, а вторую оставляют открытой для вдувания воздуха. Место, намечаемое к изгибу, нагревают до размягчения на участке, равном 1,5—2,0 диаметрам трубки, и в этом месте производят осаживание для накопления стекла. Когда стенки на этом участке станут толще почти вдвое, выдувают шар объемом 1,5—2 диаметра трубки. Шар этот вторично нагревают до размягчения, растягивают до основного диаметра трубки, и в этот момент, не теряя времени, производят сгибание при поддувании воздуха. Надо следить за совпадением концов трубки. Выявленные дефекты исправляют описанными выше приемами. Отжиг производится обычным способом.

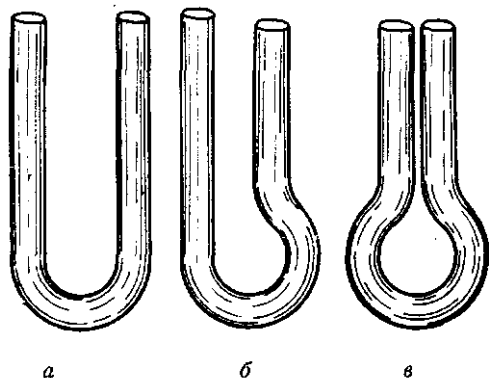


Рис. 60. Кольцевой изгиб трубки: а — U-образный изгиб; б — изгиб одного колена; в — изгиб двух колен — готовое изделие-

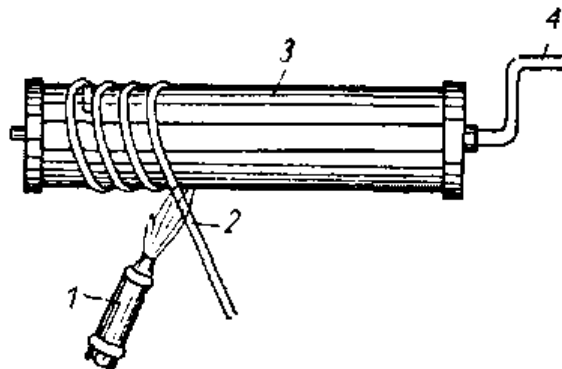


Рис. 61. Изготовление спирали из стеклянной трубки: 1 — газовая горелка; 2 — стеклянная трубка; 3 — деревянный вал с клиньями; 4 — ручка для вращения.

Часто приходится производить кольцевые изгибы трубок. Последовательность их изготовления следующая (рис.60):изготовление U-образного изгиба, размягчение участка одного из колен вблизи места изгиба, сдвиг колена параллельно осевой линии. Также поступают со вторым коленом. Для сохранения точности внутреннего кольца помещают в круг обугленную деревянную болванку соответствующего размера. Сдвиг колен проводится без поддувания. Полученное кольцо отжигают в пламени горелки без дутья.

В лабораторной практике часто встречаются спирали из стекла. Изготавливают их различными способами, но наиболее надежным до сих пор остается способ с применением деревянного приспособления в виде разборного вала, выполненного из крепких пород дерева (дуб, клен, ясень, груша и т. п.). Между двумя правильно проточенными, полукруглыми плоскостями брусков помещают клинообразную прокладку из такого же дерева. Все три части стягивают на концах металлическими кольцами, помещают упоры и ручку для вращения (рис. 61). У стеклянной трубки нужного диаметра, рассчитанной длины, с толщиной стенок 1,5—2,0 мм сначала загибают на горелке почти под прямым углом один конец и вставляют его в отверстие, специально подготовленное в деревянном приспособлении. Затем пламенем горелки нагревают до размягчения соответствующие участки трубки и наматывают ее при медленном вращении вала. Вращение производит второй работающий. После получения нужного количества витков металлические кольца и клинообразную прокладку удаляют и затем легко снимают спираль.

Отжиг в этом случае необязателен, так как при переходе от одной спирали к другой предыдущая часть после размягчения частично также нагревалась и этим обеспечивался отжиг.

Если требуется спираль с большим количеством витков, то к одной трубке можно припаять другую и третью. В качестве оснастки применяют также трубку, изготовленную из полированного стального листа. Трубку делают с долевой щелью, которая при снятии спирали сжимается. При получении достаточных навыков можно спираль делать вручную без приспособления, применяя поддувание, но это требует значительной квалификации.

Профилированные изгибы мелких трубок (соломок) получают, используя профильные металлические формы. В канавки этой формы укладывают тонкие трубки, подлежащие изгибу, и формы вместе с трубками помещают в нагревательную печь. При достижении соответствующей температуры трубки размягчаются и принимают профиль формы (например, стеклянные перья для самопишущих приборов и др.).

Спаивание трубок — очень распространенная операция при любых стеклудувных работах. Надежно спаиваются трубки и отдельные детали, обладающие одинаковым коэффициентом термического расширения, и, конечно, детали из одной марки стекла. Установлено, что при расхождении значений коэффициентов термического расширения не более чем на 5—6%, спаивание осуществляется также удовлетворительно.

Влияние коэффициента расширения стекла на прочность спайки наглядно подтверждается следующим примером. На рис. 62, а показана подготовка к спаиванию двух трубок, причем взяты отрезки трубок разных марок стекла, имеющие заведомо разные коэффициенты термического расширения; слева — трубка из стекла № 29 с коэффициентом термического расширения $\alpha = 75 \cdot 10^{-7}$, справа — трубка из стекла пирекс с $\alpha = 35 \cdot 10^{-7}$. Торцы трубок чистые, свежестриженные, подготовлены хорошо, разрезание выполнено точно, нет неровностей, пыли и посторонних веществ, диаметр трубок и толщина стенок одинаковы. При нагревании до размягчения удалось спаять такие трубки (рис. 62,б), однако при остывании трубки лопнули по спайке с отрывом осколка стекла (рис. 62, в). При охлаждении стекло № 29 сжалось более



Рис. 62. Влияние коэффициента расширения стекла на прочность спая: а — трубки из разного стекла; б—спаивание трубок при разогревании и размягчении; в — разрушение трубок по спайке с отрывом осколка стекла.

чем в два раза по сравнению со стеклом пирекс. В месте сая возникли напряжения, намного превосходящие силы сцепления, и последовал неизбежный в таких случаях разрыв.

Типы спаев бывают различные: простой, тройниковый, двойной или внутренний, с металлом, разных диаметров и т. п. Простым спаем называется соединение двух трубок, расположенных вдоль одной оси. До начала спаивания следует проверить состояние торцов, подлежащих спаиванию. Желательно, чтобы торцы были свежестриженными, ровными и чистыми. Один конец одного из отрезков закрывают пробкой или у него оттягивают державу, конец которой оплавляют. У второго отрезка оба торца свободны, так как один будут спаивать, а через второй надо производить поддувание воздуха. При спаивании трубок небольшого диаметра (до 15—18 мм) применяется небольшое пламя.

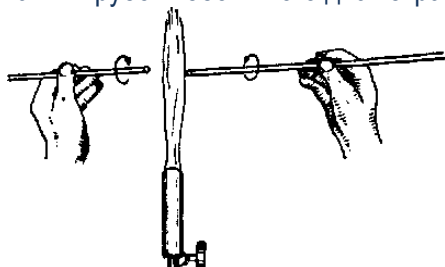


Рис. 63. Положение рук при нагревании двух трубок.

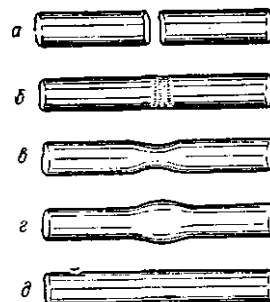


Рис. 64. Изготовление простого сая: а—отрезки трубок, предназначенные к спаиванию; б—соединение размягченных торцов; в—растягивание шва; г—прогревание места сая и раздувание шарика; д — растягивание шарика до диаметра трубок.

Положение рук при нагревании двух трубок хорошо видно на рис. 63. Важно, чтобы вращение производилось равномерно и с одинаковой скоростью обеими руками. В каждую руку берут по отрезку трубки и концы начинают разогревать до появления признаков размягчения. По длине разогревается 2,0—2,5 диаметра трубки. Рекомендуется соединять торцы не всей поверхностью сразу, так как в этом случае достигнуть абсолютной точности соприкосновения очень трудно. Предпочитают соединить лишь одну точку, затем после легкого подогревания произвести соприкосновение торцов по всей окружности. Последовательность приемов при изготовлении простого сая приводится на рис. 64. Берут отрезки трубок, предназначенных к спаиванию; размягченные торцы соединяют вместе, но еще не припаивают; затем при легком поддувании следует растянуть трубки, соблюдая строгую "горизонтальность"; для устранения появившейся впадины место сая прогревается — на этом месте, после небольшого осаживания стекла, раздувается шарик диаметром, равным 1,5 диаметрам трубки; после этого следует дальнейшее нагревание шарика в широком пламени и растягивание его до диаметра трубок. Шов должен быть совершенно ровным, прозрачным и малозаметным. Иногда в месте сая остается едва заметная тонкая нить, не влияющая на его прочность. Спай отжигают в светящемся пламени горелки, и изделие кладут на подставку для охлаждения.

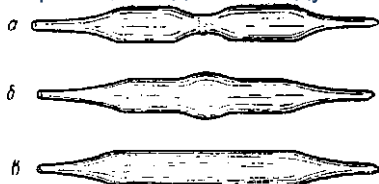


Рис. 65. Изготовление простого сая на широких трубках: а — соединение отрезков трубок с оттянутыми державами; б—раздувание шарика на месте будущего сая; в — растягивание шарика до диаметра спаиваемых трубок-

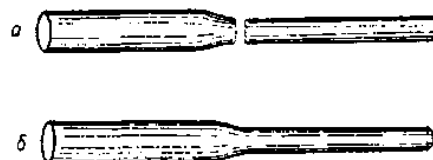


Рис. 66. Спаивание широкой трубки с узкой: а — трубки, подготовленные к спаиванию (широкая трубка сведена на конус, узкая имеет ровно обрезанный торец); б— широкая трубка, спаянная с узкой-

Спаивание трубок большого диаметра производится более сложным путем. Торцы трубок подготавливают так, как описывалось выше. У отрезков спаиваемых трубок на одном из концов оттягивают державы, причем одну из них запаивают для избегания удаления нагреваемого воздуха, а

вторую оплавливают для обеспечения возможности поддувания. Вторые концы отрезков трубок оттягивают на конус и образовавшиеся концы конуса обрезают в том месте, где их диаметр равен примерно 18—20 мм, т. е. размеру, удобному для проведения спаивания.

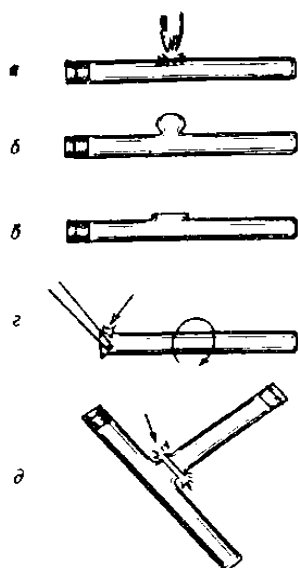


Рис. 67. Изготовление тройникового спая:
а—нагревание острым пламенем; б—выдувание пузыря; в—срезанный пузырь; г—развертывание конца трубки; д—спайка тройника.

каждый конец каждой трубки, подлежащей спаиванию, закрывают пробкой (рис. 67). Конец, через который будет проводиться поддувание воздуха, оплавливают во избежание пореза губ. Сначала намечают место, где произойдет припайка под углом. В этом месте трубки надо получить отверстие. Для этого участок трубки разогревают до появления желтого свечения, а центр, где должно быть отверстие, — до размягчения (рис. 67, а). Нагретой стеклянной палочкой оттягивают здесь небольшой выступ, который затем вновь нагревают и после сильного дутья в этом месте образуется пузырь, имеющий очень тонкую стеклянную оболочку пленочного типа (рис. 67, б). Эта оболочка легко удаляется при помощи любого предмета: ножа, разветки и т. п. Образовавшееся круглое отверстие оплавляется в пламени горелки и получается выступ, называемый губкой тройника (рис. 67, в). Для утолщения стенок губки и подгонки диаметра отверстия точно к диаметру подлежащей припайке трубки производят развертывание конца трубки и губок (рис. 67, г); припаять следует свежесрезанный конец трубки. Пропапку ведут, разогревая губку и свежесрезанный торец трубки.

Вращение в пламени ведут, как показано на рис. 68. Надежный спай можно получить, чередуя приемы нагревания, осаживания и поддувания. Рекомендуется уже после того, как спай стал незаметным, раздуть в месте спая небольшой шарик, а затем оттянуть его до исходного диаметра, тогда переход станет гладким, без вмятин и неровностей. Отжиг производят в пламени горелки до желтого свечения. При получении достаточных навыков удастся выполнить припайку без вращения в пламени.

При необходимости получения тройникового спая на трубках с диаметром >40 мм нужно припаяваемую трубку свести на конус до 20—25 мм, а затем описанными выше способами выровнять диаметры.

Изготовление внутреннего спая на шарике. Иногда требуется трубку меньшего диаметра впаять в трубку более широкую. В этих случаях осуществляют внутренний спай на шарике, являющийся наиболее надежным. При выполнении внутреннего спая требования к коэффициенту термического расширения стекла повышаются. Если в случаях обыкновенного спая допустимо отклонение коэффициентов расширения на 5—6%, то для внутреннего спая это требование сводится к 1—2%. На трубке меньшего диаметра, назначенной к впаиванию в более широкую трубку, выдувают шарик диаметром, равным 1,5 диаметрам трубки (рис. 69, а). У широкой трубки оформляют с одной стороны

Эти заново образовавшиеся концы трубок с диаметром меньше исходного спаивают обычным путем, а потом диаметр трубки приводят к прежним размерам. Последовательность операций по спаиванию трубок больших диаметров приводится на рис. 65.

Каждый отрезок с одного конца имеет оттянутые державы, а другие концы сведены на конус и соединены вместе. На месте будущего спая раздувается шарик, диаметром в 1,2—1,5 диаметра трубки; после вторичного нагревания шарик растягивается до диаметра спаиваемых трубок.

Спаивание широкой трубки с узкой производят следующим образом. Торцы трубок подготавливают, как обычно. На одном конце широкой трубки оттягивают конус, который обрезают в том месте, где диаметр его равен диаметру более узкой трубки. Открытый конец широкой трубки закрывают пробкой. Приемы спаивания те же, что и для трубок с одинаковыми диаметрами. Последовательность спаивания проводится на рис. 66.

Тройниковым называют такой спай, когда оси трубок расположены друг к другу под углом. Разновидности тройниковых спаев широко распространены в различных изделиях. Для первоначальных упражнений рекомендуется брать трубки диаметром 10—12 мм, с толщиной стенок 0,7—1,0 мм. Один

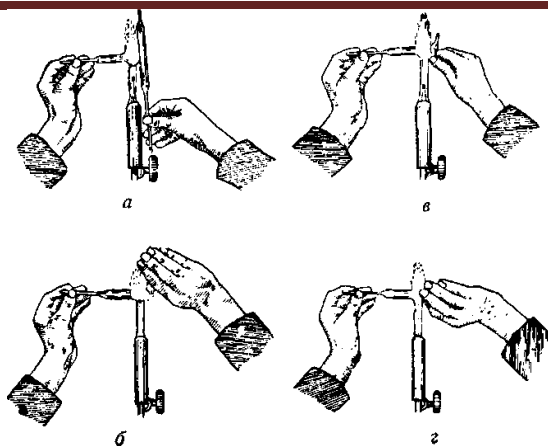


Рис. 68. Приемы вращения при изготовлении тройникового спая:
 а — исходное положение; б — правая рука уходит вверх в направлении от работающего; в — правая рука быстро проходит через горячую зону в направлении на работающего; г — из этого положения начинается обратное движение к исходному положению а

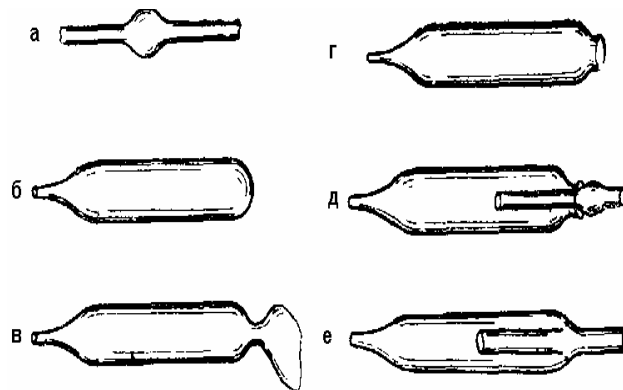


Рис. 69. Изготовление внутреннего спая на шарике:
 а — раздувание небольшого шарика; б — выдувание круглого дна; в — выдувание отверстия в центре дна; г — удаление излишка стекла и разворачивание края; д — помещение трубки с шариком на губку отверстия; е — осаживание стекла.

круглое дно, а с другой — оттягивают державу (рис. 69, б). У круглого дна в центре после разогревания оттягивают стеклянной палочкой выступ «усик», который после разогревания на остром огне раздувается в пузырь с очень тонкими стенками (рис. 69, в). Стенки пузыря легко удаляют и после нагревания оформляют вокруг отверстия «губку», которую оплавливают и доводят разверткой до диаметра шарика, раздутого на узкой трубке (рис. 69, г). После легкого подогревания губки и шарика последний вводят внутрь широкой трубки таким образом, чтобы он мог опираться на губки (рис. 69, д). Место соединения сильно разогревают, последовательно осаживают с поддуванием. Державу широкой трубки запаивают. Требуется неоднократные нагревание и поддувание. Спай получается надежным и прочным (рис. 69, е). Отжиг проводят тщательно, сначала при малом дутье воздуха на горелке, а затем и вовсе без дутья или в специальной печи.

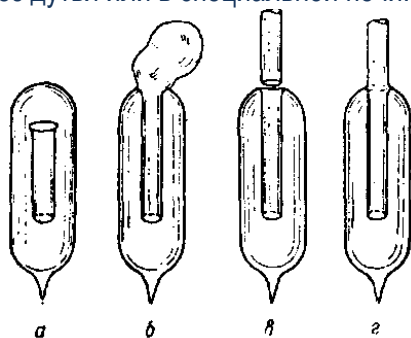


Рис. 70. Пропаивание внутреннего спая через стенку дна:
 а — оформление круглого дна у наружной заготовки; б — образование отверстия в круглом дне; в — припаивание отрезка трубки; г — готовый спай-

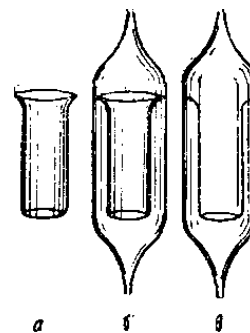


Рис. 71. Изготовление внутреннего спая с применением «тарелочки»:
 а — разворачивание внутренней заготовки в виде «тарелочки»; б — введение внутренней заготовки в широкую трубку; в — готовый спай.

Практикуются внутренние спай через стенку и с применением тарелочки. Для выполнения спая через стенку подготавливают наружную и внутреннюю заготовки. У наружной заготовки большого диаметра оттягивают державу. У внутренней заготовки производят разворачивание края. Через открытый конец широкой трубки вводят во внутрь заготовку с развернутым краем. Тогда у широкой трубки оттягивают вторую державу и формируют круглое дно (рис. 70, а). Наружную заготовку поворачивают на 180° и находящаяся внутри трубка своим развернутым концом опускается на изготовленное круглое дно. Сильным размягчением стекла достигают того, что развернутая часть внутренней заготовки припаивается к дну. Разогрев следует продолжать, чтобы обеспечить надежную пропайку внутреннего спая. По месту спая появляется кольцо темного свечения. В центре дна оттягивают нагретой стеклянной

палочкой выпуклость, а затем продувают отверстие (рис. 70, б). Образовавшийся пузырь легко удаляют и у отверстия формируют разверткой «губку». К губке припаивают отрезок, трубки такого же диаметра, как и внутренняя заготовка (рис. 70, в). Изготовленное изделие (рис. 70, г) с внутренним спаем подлежит тщательному отжигу. Сразу после изготовления его следует поместить в прогретый асбестовый колпак, а затем в муфельную печь для отжига.

Для изготовления внутреннего спаев с применением «тарелочки» развертывание на внутренней трубке делают более широким (рис. 71, а). Заготовку после остывания вводят через открытый конец в широкую трубку, на другом конце которой уже заблаговременно оформлена державка, а затем оттягивают вторую державку. Место соприкосновения «тарелочки» со стенками наружной трубки сильно разогревают и, если требуется, наружную трубку частично после размягчения растягивают таким образом, чтобы ее диаметр точно совпал с диаметром «тарелочки» (рис. 71, б). После надежного спаивания (рис. 71, в) изделие также подлежит отжигу.

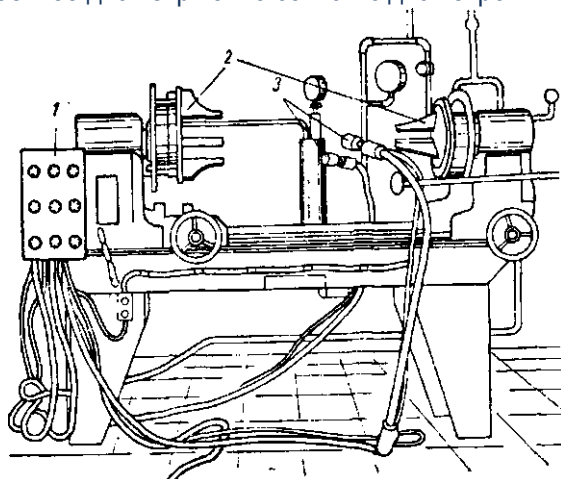


Рис. 72. Сварочный станок А-320-01:
1 — пульт управления; 2 — неподвижная и подвижная бабки с трехлачковыми патронами; 3 — сварочные горелки.

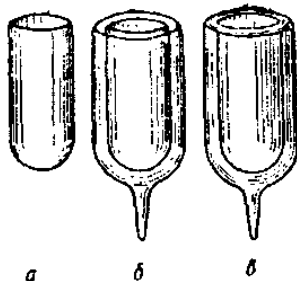


Рис. 73. Изготовление дьюаровского спаев приемом закатывания наружного цилиндра на внутренний:
а — внутренний стакан; б — закатывание наружного цилиндра на внутренний; в — готовый спай.

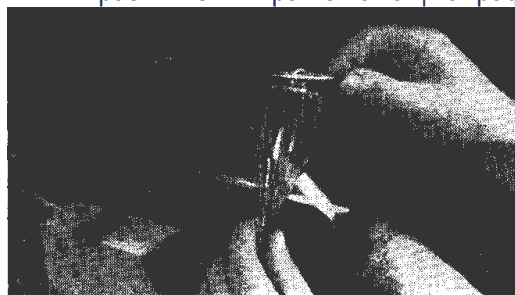


Рис. 74. Припаивание стеклянного костылька с помощью пинцета.

вого инструмента и при вращении закатываются и сплавляются.

В практике лабораторной работы иногда приходится выполнять дьюаровский спай для получения сосуда с двойными стенками. Обе заготовки — наружная и внутренняя — должны быть из одной марки стекла. Длина и диаметр наружной заготовки превышают длину и диаметр внутренней заготовки на 15—20 мм (расстояние между стенками сосуда должно быть 7—10 мм). На наружной и внутренней заготовках формируют полукруглые днища (рис. 73, а). На наружной заготовке для удобства обращения, поддувания и откачки воздуха припаивают к дну трубку. Край наружной заготовки разогревают до размягчения и с помощью деревянной, обугленной обкатки закатывают внутрь (рис. 73, б). После легкого отжига заготовку откладывают для охлаждения, покрыв асбестовым колпачком. Внутреннюю заготовку помещают в наружную и удерживают при помощи асбестовой прокладки. В таком положении обогрываются края обоих цилиндров. Вращение надо производить осторожно, но постоянно. Когда края заготовок заметно начнут размягчаться, производят осторожное развертывание

края внутренней заготовки и соединение краев. Всю операцию проводят без выноса деталей из пламени. Пропайку ведут частями, но необходимо, чтобы весь спай был в прогретом состоянии. До завершения работы весь спай следует довести до размягчения, слегка поддувая убедиться, что спаивание выполнено без щелей, с закругленной поверхностью. Вспомогательную трубку удаляют. Отжиг изделия проводят тщательно: помещают в прогретый асбестовый колпак, затем в муфельную отжигательную печь.

Припаивание. На крышках, например к стаканчикам для взвешивания, припаивают стеклянный костылек, которым пользуются при открывании и закрывании. Разогретый до размягчения конец стеклянной палочки с помощью пинцета формируют в виде костылька и после нагревания крышки припаивают его (рис. 74).

Получение отверстий. Сверление отверстий в плоском стекле производят на любом сверлильном станке или ручной дрелью при помощи победитового четырехугольного сверла, заточенного «лопаточкой». Место сверления смачивают скипидаром, а для ускорения процесса сверления подают к этому месту абразивный материал. Марка материала зависит от размера отверстия, сорта стекла и его толщины. Обычно применяют наждак 230. В литых пробках можно таким же образом сверлить отверстия, помещая пробки в специальные деревянные подставки. Для получения отверстий в полых изделиях из стекла применяют латунные трубчатые сверла с прорезями. Прорези служат для прочистки и удаления высверленного стекла. При сверлении стекла не следует держать сверло все время плотно прижатым к стеклу, а надо совершать ритмичные движения подъема и опускания сверла,

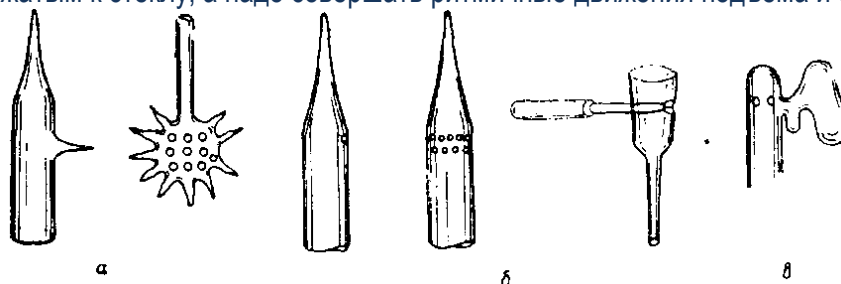


Рис. 75. Изготовление отверстий в стекле горячим способом: а — стеклянной разогретой палочкой, б — вольфрамовой иглой; в — продувкой.

чтобы обеспечить доступ свежих порций абразива. Для точности работы полезно наклеить на стекло картонный шаблон с отверстиями в месте сверления.

Горячим способом получают отверстия в стекле разными приемами. На рис. 75, а показан весьма распространенный прием оттяжки стекла **стеклянной разогретой палочкой**. Место, где следует получить отверстие, сильно прогревают острым пламенем горелки. Оттянутый палочкой «ус» легко обламывается и после небольшого обогривания получается ровное круглое отверстие.

В горячем стекле отверстия прокалывают вольфрамовой проволокой (иглой). Для работы имеется набор иголок различных диаметров от 0,1 до 7 мм. Один конец вольфрамовой проволоки затачивают на шлифовальном круге в виде иглы, второй закрепляют в стеклянную, пластмассовую или деревянную ручку. Для получения прокола надо стекло в требуемом месте нагреть до появления желтого свечения, но не до размягчения. Иглу также нужно нагреть до каления. Острие иглы надавливают на разогретое стекло и, поворачивая, получают отверстие, соответствующее толщине иглы. При получении отверстия на толстостенной трубке, на стеклянной палочке, либо в полых стеклянных пробках прокалывание можно также производить вольфрамовой иглой, но в этом случае нагревать приходится дважды или более (рис. 75, б).

Можно получать отверстия также продувкой. Место будущего отверстия прогревают на остром пламени горелки и затем продувают. Получается бесформенный пузырь с очень тонкой оболочкой типа пленки (рис. 75, в), которая легко удаляется.

Для получения очень тонких отверстий, менее 0,1 мм, применяют метод впаивания медной проволоки. Место будущего отверстия прогревают и в стекло впаивают медную проволоку требуемого диаметра. Изделие с впаиваемой проволокой отжигают и охлаждают, затем помещают в раствор соляной или азотной кислоты. Медная проволока растворится и останется нужное отверстие.

Таблица 4. Коэффициенты термического расширения некоторых металлов, впаиваемых в стекло.

Металл	Плотность, г/см ³	Температура плавления, °С	Коэффициент термического расширения $\alpha \cdot 10^7, \text{град}^{-1}$ (при 25 - 100° С)
Алюминий	2,7	660	238
Вольфрам	19,1	3400	44
Железо	7,8	1530	125
Золото	19,3	1063	144
Иридий	22,4	2340	65
Медь	8,9	1083	165
Молибден	10,0	2600	53
Никель	8,8	1450	131
Платина	21,4	1770	90
Родий	12,3	1920	86
Серебро	10,5	960,5	197
Тантал	16,6	2850	65
Хром	7,0	1800	85
Цирконий	6,0	1860-	63

Фигурные отверстия (например, треугольные, квадратные) получают в настоящее время ультразвуковой обработкой.

Уместно отметить, что для прокола не следует пытаться применять любую металлическую проволоку (сталь, никель, хром, медь и т. п.). После прокола на стекле останутся следы окалины металла, что повлияет на дальнейшую обработку стекла.

Спаивание стекла с металлом. При введении металла внутрь стеклянного прибора или установки с целью создания ввода для прохождения тока требуется особая герметичность спая, а иногда — обеспечение вакуума. Бывают условия, когда металлический ввод надо только закрепить в стекле, что значительно проще. При всех условиях необходимо, чтобы коэффициенты термического расширения стекла и металла были бы близки друг к другу (см. табл. 3 и 4).

Для надежного соединения металла со стеклом требуется, чтобы поверхность металла не имела окалины, так как при этом спай будет непрочным. Поверхность металла при нагревании перед спаиванием должна лишь слегка окислиться.

Как видно из табл. 4. коэффициент термического расширения платины близок к коэффициентам наиболее распространенных марок химико-лабораторного стекла (например, № 23, № 29).


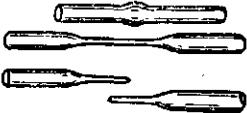



Действительно, впаивание платины в стекло почти всех марок (кроме кварцевого) производится просто и вполне надежно. В кварцевое стекло впаять платину невозможно, так как температура размягчения кварцевого стекла выше температуры плавления платины. Чтобы впаять платиновую проволоку толщиной до 0,5 мм в стеклянную трубку, поступают следующим образом: сферическое дно трубки прогревают и разогретой стеклянной палочкой оттягивают «ус», который следует отломить. В дне трубки появится отверстие, диаметр которого должен быть близким к диаметру проволоки, намечаемой к впаиванию. С помощью пинцета платиновую проволоку вводят в отверстие и сильно разогревают это место. Осаживая и поддувая, собирают в месте спая некоторое количество стекла, которое равномерно распределяется вокруг проволоки, прочно ее облекая. Место спая затем раздувают до получения ровного сферического дна.

В целях экономии следует впаивать только самый короткий отрезок платиновой проволоки, а удлинять концы для монтажа посредством припайки других самых различных металлов и сплавов (медь, никель, алюминий и др.).

На схеме 1 приводится технологический процесс впаивания медной проволоки.

При необходимости впаивания в стекло более толстой платиновой проволоки (до 1,0 мм) применяют способ «обмазывания» проволоки стеклом. Заключается этот способ в том, что разогревают до размягчения стеклянную палочку из состава такого же стекла, в которое намечается впаивание проволоки, и размягченным стеклом как бы обмазывают проволоку (рис. 76). Стекло прилипает к проволоке, а в месте спая количество стекла увеличивают и при разогревании оно примет форму шара, через центр которого проходит проволока. Отверстие в трубке открывают описанным уже способом,

Схема 1. Впаивание медной проволоки в стеклянную трубку (диаметр трубки 5 — 6 мм)

Переходы	Эскизы
Заготовка длиной 200 мм	
Растягивание в державу участка заготовки, размягченного в пламени горелки	
Подготовка медной проволоки длиной 100 мм (зачистка наждачной бумагой и выравнивание)	
Осаживание торца заготовки до внутреннего диаметра под впаиваемую проволоку (предварительно открывают конец державы)	
Впаивание медной проволоки в стеклянную заготовку процессом осаживания с поддуванием внутрь заготовки	

причем диаметр этого отверстия должен быть меньше диаметра шара. Проволоку с шаром вводят в полученное отверстие, при этом шар помещают на самом отверстии, как бы закрывая его. При прогревании в результате размягчения шара и трубки происходит спаивание. Легким поддуванием стекло разравнивают и получается гладкий спай, который как всегда подвергается отжигу.

В настоящее время вместо платины часто впаивают платинит (сплав из никелевого сердечника и медной обмотки). При небольшом перегревании платинит начинает ярко гореть в пламени горелки, поэтому его подвергать нагреванию рискованно. В этом случае надо на трубке оттянуть капилляр (рис. 77), затем ввести в него проволоку из платинита и, разогревая капилляр (стараясь не задеть проволоки), оплавить его вокруг проволоки. Поддувание ведут со стороны открытого конца трубки. Спай также подлежит отжигу.

При впаивании никелевой проволоки следует во избежание выделения при нагревании мелких пузырьков воздуха обработать проволоку в вакууме при температуре выше 1000°C в течение 30 мин. На участок проволоки, подлежащий спаиванию, плотно надевают отрезок толстостенной стеклянной трубочки. Отрезок трубки нагревается до размягчения с одного конца и постепенным перемещением пламени достигают полного спаивания трубочки с проволокой. Примерно на середине прикрепившейся трубочки разогревают стекло и накапливают его для формирования ободка в виде тарелочки, которую впаивают в трубку (рис. 78).

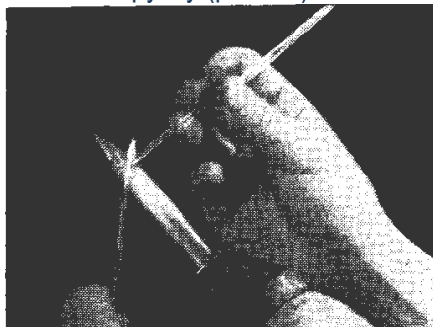


Рис. 76. Обмазывание проволоки размягченной стеклянной палочкой.

Молибденовую проволоку также необходимо до спаивания химически обработать. Проволоку погружают на несколько секунд в расплавленную селитру, потом споласкивают водой и просушивают. Цвет проволоки должен быть светло стальной. Свободные концы молибденовой проволоки во избежание распыления молибдена при нагревании хромируют. Хромирование выполняют гальваническим способом, при этом наносят очень тонкий слой, который затем растворяется в соляной кислоте. Обмазывание проволоки производят путем одевания трубочки или обработкой эмульсией из

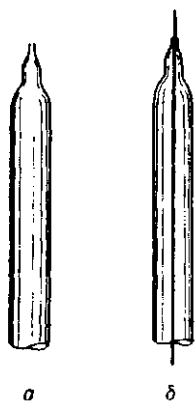


Рис. 77. Впаивание платиновой проволоки: а —оттягивание толстостенного капилляра на трубке; б—введение проволоки в капилляр и запаивание-

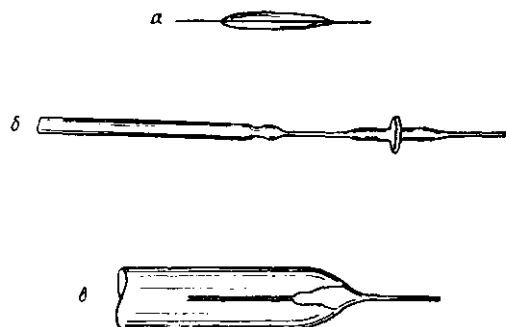


Рис. 78. Впаивание никелевой проволоки: а — обмазывание проволоки стеклом; б—изготовление из стекла тарелочки (кольцо для обеспечения прочности); в —впаивание проволоки с кольцом в трубку.

тонкоизмельченного молибденового стекла с амилацетатом (грушевая эссенция). Погружая проволоку в эту эмульсию, получают поверхность, покрытую порошкообразной массой молибденового стекла.

При впаивании проволоки из ковара (сплав железа, никеля и кобальта) также необходимо провести предварительную работу по очистке проволоки. Кусок проволоки опускают на 15 мин в щелочной раствор красной кровяной соли. После ополаскивания водой надо провести отжиг этой проволоки при 1100° С в течение 30 мин. Обмазывание стеклом производят либо размягнутой палочкой, либо одеванием толстостенной трубки с последующим разогреванием ее до размягчения и плотного облегания всего контура. В средней части обмазки делается стеклянное кольцо в виде тарелочки для впайки в трубку. Ковар можно паять оловом, он сваривается почти со всеми металлами (железо, медь, никель, вольфрам, молибден, платинит и многие другие). Хорошо сцепляется со стеклом, гнется, не распыляется в пламени горелки.

Ликвидация неровностей. Иногда концы трубок, предназначенных к работе, имеют неровный срез. Работать с такими отрезками не следует, так как изделия выйдут плохими. Ликвидацию неровностей можно произвести разными способами. Проще всего это сделать на шлифовальном круге; если неровности незначительные, можно их снять с помощью круглого, мягкого напильника. Применяется также способ нагревания конца трубки до размягчения с последующим выравниванием на деревянном обугленном бруске или на металлической плитке, покрытой асбестом. Производят выравнивание края и с помощью стеклянной палочки: край трубки нагревают до размягчения; одновременно нагревают и стеклянную палочку из такого же состава стекла, затем палочкой легко снимают размягченные выступы. Край следует выровнять на бруске или плитке.

Запаивание трещин. При запаивании трещин надо тщательно проверить, чтобы на изделии не было никаких следов посторонних веществ (пыль, жир, соли и т. п.). После того как место будущего спаивания очищено, можно приступить к работе, причем запаивание следует начинать с торца трубки, там, где трещина начинается. Когда трубка или изделие постепенно разогреется, надо направить среднее пламя на торец трубки и одновременно обогреть сторону, противоположную трещине. Трубку или изделие держать в пламени таким образом, чтобы размягчающееся стекло частично стекало на место трещины — это способствует запаиванию. Когда начало трещины при размягчении и благодаря стекающему стеклу заплывится, пламя переводят на следующий участок вдоль трещины. Обогрев следует вести равномерно, все время вращая изделие или трубку с расчетом, чтобы часть стекла могла стекать на место трещины. После запаивания изделие необходимо отжечь.

При попытке запаивания трещин на шаровых деталях нельзя начинать обогревание в центре образования трещин, так как в этом случае лучеобразные трещины сразу же разбегаются дальше и изделие спасти нельзя. При лучевидных трещинах надо сперва стеклянной размягнутой палочкой «замкнуть» их, т. е. провести палочкой от конца трещины к ее началу. Затем следует убедиться, что после нагревания трещина не сможет продолжать свой бег; тогда начинают прогревание и размягчение центра трещин. Надо и в этом случае стремиться держать изделие так, чтобы часть размягчающегося

стекла могла стекать на трещину и тем самым содействовать запаиванию. При очень осторожном обращении иногда удается спасти изделие, поврежденное в результате удара, либо от слишком высокой температуры, либо от попадания холодной воды на горячую поверхность или по другим причинам.

Спаивание неподвижных деталей на месте. Ремонт, монтаж или совершенствование установки требуют иногда спаивания на месте. Эта операция выполняется с помощью ручной горелки, которая должна иметь достаточно длинные шланги для подачи горючего газа и воздуха. Важно предусмотреть возможность поддувания, так как спай, выполненный с поддуванием, всегда прочнее. Если габариты трубки не позволяют производить поддувание ртом, следует одеть на трубку отрезок резинового шланга. Спаивать неподвижную деталь значительно сложнее, чем производить такую же операцию на рабочем месте, где легко осуществить равномерное вращение, дать любое пламя, держать изделие под любым углом и направлять стекаемую при нагревании стекломассу в любое направление.

При спаивании на месте надо учитывать положение осей изделия. В случае вертикального положения полезно стекающее вниз стекло с помощью стеклянной палочки передвигать вверх, а при горизонтальном положении это стекло часто бывает излишним и его просто следует стеклянной палочкой собирать и удалять. Нельзя допускать излишнего размягчения. Важно, чтобы края трубок были ровно обрезаны и по возможности закреплены (мягкой проволокой, асбестом, полоской из жести и т. п.). Нагревание следует вести постепенно и не острым пламенем. В начале разогревания можно легким прижимом достигнуть соединения без щелей. Если щель все же образовалась, то следует размягчить имеющиеся выступы на торцах и с помощью стеклянной палочки заделать щель стеклом от выступов. При уверенности, что стеклянная палочка такого же состава, что и запаиваемое изделие, можно частичным разогревом палочки получить размягченное стекло для заделки щели.

Не следует разогревать торцы для заделки щели — от этого щель только увеличится. Место спая необходимо все время поддерживать в подогретом состоянии. Весьма полезно получить на месте спая путем поддувания небольшую выпуклость, а затем растянуть ее до требуемого диаметра. Такую операцию приходится повторять многократно до получения надежного кругового спая. Изделие надо подвергнуть отжигу.

Не рекомендуется приветить к наложению стеклянных заплаток: они быстро растрескиваются и не приносят пользы. Не следует применять способ натягивания стекла металлическим пинцетом, так как спай после такого приема ненадежен (в него попадает окалина).

контроль размеров. В процессе работы нельзя полагаться на глаз. Изделия должны строго соответствовать заданным размерам и допускам. Точность размеров проверяется измерительным инструментом. Наиболее часто применяемые измерительные инструменты показаны на рис. 79.

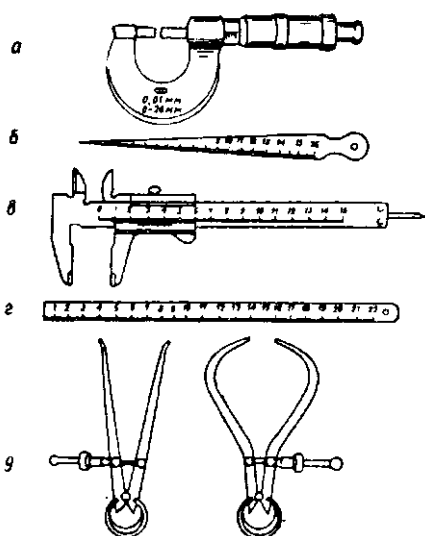


Рис. 79. Измерительные инструменты: а — микрометр; б — нутромер; в — штангенциркуль; г — измерительная линейка; д — кронциркули.

Для измерения толщины стенок, пластинок, нитей пользуются микрометром; малые внутренние отверстия (диаметром до 6—8 мм) определяют нутромером, а наружные и внутренние диаметры — штангенциркулем; длину измеряют обычной металлической линейкой (200—500 мм). Для грубого определения наружного и внутреннего диаметров пользуются кронциркулем.

Объем изделия обычно определяют путем заполнения его дистиллированной водой, которую выливают в мерный цилиндр или в мензурку с делениями.

Внутренний диаметр трубок с небольшим просветом находят путем заполнения части просвета жидкой ртутью. Взвесив эту ртуть и замерив высоту столбика ртути, можно легко подсчитать диаметр просвета, зная, что плотность ртути равна $13,6 \text{ г/см}^3$:

$$d = 0,3 \sqrt{\frac{P}{l}}$$

где P — вес ртути, г; l — высота столбика ртути, см.

К руководству прилагаются сокращенные таблицы для определения диаметра шара при заданном объеме (см. Приложение I) и высоты цилиндра при заданных объемах и диаметре (см. Приложение II).

Отжиг. Как уже указывалось, при быстром нагревании или охлаждении стекла, ввиду его низкой теплопроводности, температура наружных и внутренних слоев будет разной. В связи с этим происходят различные объемные изменения отдельных слоев стекла. Так как слои стекла прочно связаны между собой, то и возникают температурные напряжения, которые часто приводят к разрушению изделия (растрескиванию). Для устранения напряжений в стекле применяют термическую обработку, называемую отжигом. Отжиг заключается в нагревании стекла до температуры на 20—40 град ниже начальной температуры размягчения, выдерживании при этой температуре от 1 до 10 ч, а затем в постепенном охлаждении со скоростью 1—6 град/мин до температуры термостойкости, после чего скорость охлаждения уже не имеет значения. Отжигу подлежат все изделия и заготовки из стекла различных марок, кроме кварцевого.

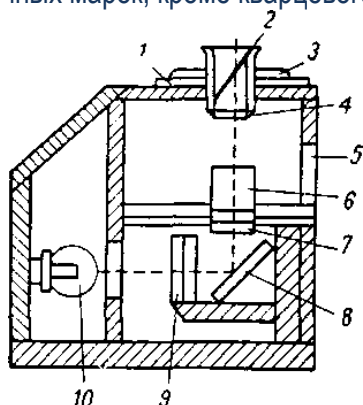


Рис. 80. Схема поляриметра:
1 — анализатор; 2 — призма; 3 — лимб; 4 — пластинка (1/4 длины волны); 5 — отверстие для помещения образца; 6 — образец; 7 — поляроид-поляризатор; 8 — зеркало; 9 — матовое стекло; 10 — лампочка.

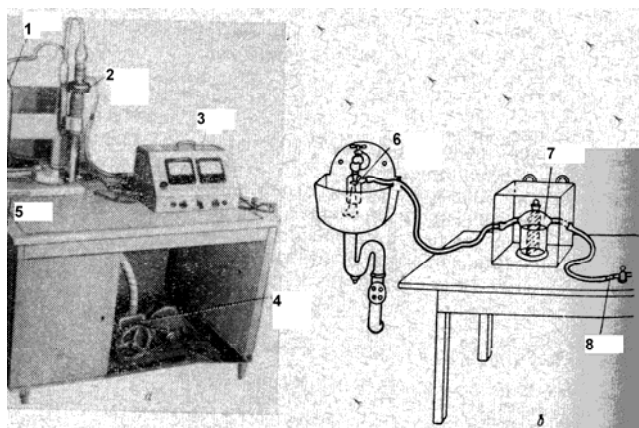


Рис. 81. Приборы для контроля качества притирки и спая:
а — вакуумная установка; б — установка с водоструйным насосом:
1 — камера-компенсатор; 2 — масляный вакуумный насос; 3 — электронный вакуумметр; 4 — форвакуумный насос; 5 — подключение изделия; 6 — водоструйный насос; 7 — склянка Тищенко с водой; 8 — шланг для подключения изделия.

В случае температурных напряжений в стекле при рассматривании его через поляризованный свет заметны цветные полосы, возникающие вследствие различной скорости прохождения света через отдельные слои. Этим свойством стекла пользуются для проверки качества отжига. На рис. 80 приводится схема поляриметра — прибора для определения температурных напряжений.

Проверяемое изделие помещают между поляризатором и анализатором. Передвигая и поворачивая изделие, просматривают его одним глазом через окуляр у призмы. Оценка качества отжига изделий производится по следующей шкале:

Отжиг	Цвет
Хороший	Красно-фиолетовый
Удовлетворительный	Красновато-оранжевый
Неудовлетворительный	Ярко-желтый и светло-голубой
Совершенно неудовлетворительный	Светло-желтый, светло-зеленый и зеленовато-голубой

На этом же приборе можно с помощью набора пластинок-эталонов разности хода осуществлять и количественный контроль отжига.

Качество притирки и спая проверяют на вакуумной установке (рис. 81, а). Если изготовленное изделие или деталь имеет некачественный спай или притирку, то вакуумметр выявит этот дефект, и изделие должно идти на исправление. Для грубой проверки качества спая и притирки можно пользоваться упрощенной установкой с помощью водоструйного насоса и склянки Тищенко (рис. 81, б). Дефектное изделие при пробурликовании будет быстро обнаружено.

Глава 4. СТЕКЛОДУВНЫЕ ИЗДЕЛИЯ БЕЗ СПАИВАНИЯ

Если достаточно хорошо освоены все ранее изложенные стеклодувные операции, то переход к выработке изделий не составит особого труда, так как формирование изделий состоит из ряда простейших уже описанных операций.

Изготовление пробирок. Широко распространенным стеклодувным изделием является пробирка. В настоящее время пробирки в массовых количествах изготавливаются механизированным путем на полуавтоматических установках (завод Лаборприбор). Как видно из схемы комплексной механизации производства пробирок (рис. 82), стекло из стекловаренной ванны печи подается в машины для вытягивания трубок, а затем в машины огневой резки заготовок. Заготовки передаются в машины-автоматы, где происходит оплавление, разбортовка и формирование дна. Затем пробирки поступают в лер для отжига (при 540—560° С) и ленточным транспортером передаются для упаковки и в склад готовой продукции.

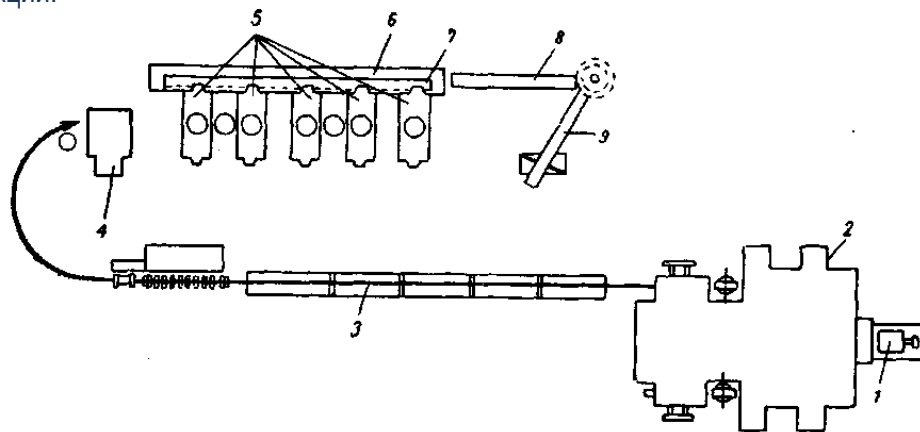


Рис. 82. Схема комплексной механизации производства стеклянных пробирок:

1 —автоматический загрузчик шихты; 2— ванна для варки стекла; 3— машины для вытягивания трубок; 4—машины огневой резки заготовок; 5—машины-автоматы; 6—лер для отжига; 7—ленточный транспортер; 8— транспортер к упаковке; 9— транспортер к складу готовой продукции.

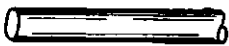

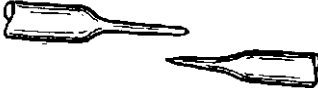
В практике лабораторной работы часто приходится непосредственно на месте изготавливать пробирки различных размеров и фасонов. Технологический процесс и последовательность переходов при изготовлении пробирок приводятся на схеме 2.

Пробирки для центрифуг, имеющие конусообразное дно, изготавливаются по тому же технологическому процессу, но перед удалением державы участок заготовки перед державой разогревают, оттягивают заданный конус и формируют дно (схема 3). Отжиг производят в пламени горелки без дутья воздуха.

Схема 2. Изготовление пробирок

Переходы	Эскизы
Заготовка	
Растягивание в державу участка заготовки, размягчение в пламени горелки, переплавление державы и получение двух заготовок с державами	
Развертывание торца заготовки	
Удаление державы и изготовление круглого дна пробирки (с поддуванием внутрь)	
Отжиг дна в пламени без дутья воздуха	

Схема 3. Изготовление центрифужных пробирок

Переходы	Эскизы
Заготовка	
Получение двух заготовок с державами	
Оплавление края, оттягивание конуса и формирование дна при нагревании	

Изготовление ампул. Ампулы обыкновенные и с пережимом (для лекарств), флаконы для антибиотиков изготавливаются из трубок на заводах ампульных препаратов и в специальных цехах фармацевтических заводов. Изготовление ведут на ампульных автоматах карусельного типа «Амбег», АМ-4, АА-24. Флаконы для антибиотиков производят также непосредственно из стекломассы.

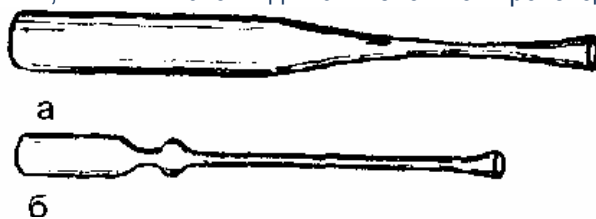


Рис. 83. Типы ампул:
а —обыкновенная; б—с пережимом.

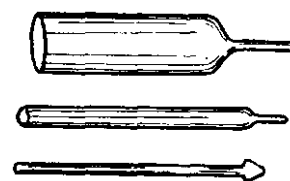


Рис. 84. Типы ампул для термометров и ртути.

Ручное изготовление ампул аналогично производству пробирок (см. схему 2), но вместо развертывания края оттягивают небольшую державу для заполнения ампулы необходимым раствором (стебель). Если требуется ампула с плоским дном, то его формируют так, как это показано на рис. 55. Типы ампул приведены на рис. 83. Ампулы обыкновенные изготавливают емкостью 1— 50 мл. Диаметр пульки 9,0—26 мм; диаметр стебля 2,0—8,0 мм; высота ампулы 100—220 мм; толщина стенки 0,4—1,0 мм.

Ампулы для термометров, как и ассортимент термометров, бывают следующих типов: метеорологические, лабораторные, нефтяные, сельскохозяйственные, промышленные, технические, специальные, контактные и бытовые; по типу размеров имеется более 4000 позиций. Основное производство термометров сосредоточено на Клинском термометровом заводе и Ивановской фабрике термометров. Ампулы и капилляры изготавливаются из термометрического стекла (рис. 84).

Вытягивание капилляра производится путем нагревания малого участка тонкостенной трубки. После разрезания капилляра на нужные размеры проводят его калибровку и на одном конце формируют резервуар (шарик, цилиндр или другая форма) для помещения термометрической жидкости (ртуть, этиловый спирт, толуол и т. п.). Наполнение ртутью, газом, подбор шкалы и сборка выполняются на предприятиях, специально оборудованных для производства термометров.

Изготовление заготовки мерной бюретки (рис. 85). Работа начинается с приготовления заготовки нужного диаметра. Длину заготовки можно определить ориентировочно (см. Приложение II). Например, если требуется изготовить бюретку емкостью 20 мл, то при диаметре трубки в 10 мм нужна высота в 255 мм. Учитывая необходимость формирования внизу спускового носика, а в верхней части развернутого края берут заготовку длиной 350 мм. На одном конце заготовки формируют оливки (рис. 52) для возможности одевания резинового шланга, на втором конце производят оплавление и развертывание края; отжиг проводят в пламени горелки без дутья воздуха.

Часто применяются бюретки с краном. Для этого к нижнему концу бюретки припаивают стеклянный кран, состоящий из муфты, пробки и отводных трубок.

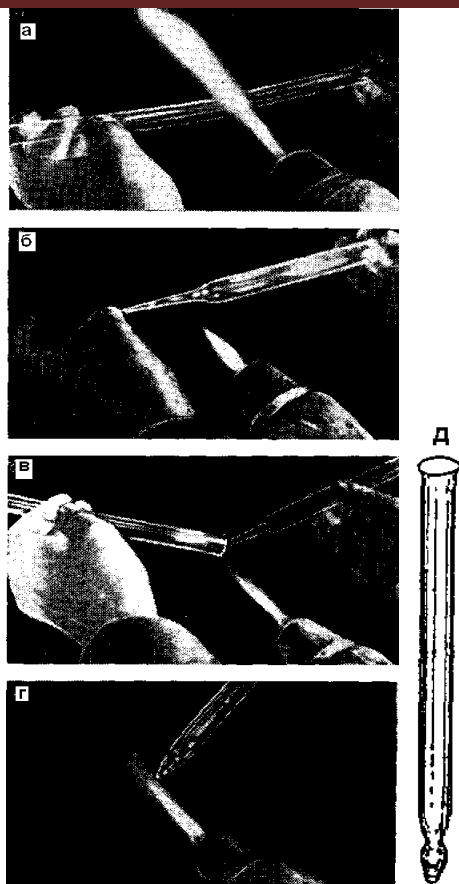


Рис. 85. Изготовление заготовки бюретки без крана: а—приготовление заготовки; б—формирование оливки на одном конце; в—оплавление и развертывание второго конца; г—оплавление и отжиг конца бюретки; д—готовое изделие.

В лабораторной практике широко пользуются мерными бюретками (с нанесенными делениями). Работа по нанесению делений (градуировка), как правило, выполняется отдельно, так как она требует наличия особого оборудования (делительной машины), приспособлений, инструмента и квалификации работающего. В случаях, не требующих особой точности, можно деления нанести хорошо отточенным ножом для резки трубок (рис. 24, в). В бюретку из мензурки с делениями выливают определенный объем жидкости и отмечают ее границу. На этом месте мелком или мылом делают отметку для нанесения деления. На месте отметки надо ножом провести несколько раз движениями, напоминающими пиление. Сильно надавливать на стеклянную трубку не следует, так как можно разбить стекло. Для лучшей видимости в деление вносят краску (белила, сурик и т. п.).

Изготовление колбы. При выборе трубки для изготовления колбы надо исходить, в первую очередь, из заданной емкости будущей колбы и из того, что диаметр шара колбы будет примерно в 2,5—3 раза больше диаметра исходной трубки. Например, требуется получить колбу емкостью ~ 100 мл. Такой емкости соответствует шар диаметром 58 мм (см. Приложение I, стр. 116). Следовательно, нужно выбрать трубку диаметром ~20 мм.

Технологический процесс и последовательность переходов по изготовлению шаровой колбы и колбы с плоским дном приведены на схеме 4. От трубки соответствующего диаметра отрезают заготовку длиной ~250—300 мм. После нагревания производят раздувание шарика и растягивание с получением двух заготовок с державами. У каждой заготовки проводят развертывание торца и изготовление пробирки с круглым дном. Нижний конец пробирки вновь нагревают, стекло осаживают для накопления стекломассы и постепенно раздувают, сначала в виде вытянутого пузыря, а затем в виде правильного круглого шара.

Схема 4. Изготовление шаровой колбы и колбы с плоским дном

Переходы	Эскизы
Заготовка длиной 250 мм	
Изготовление двух заготовок с державами	
Развертывание торца заготовки	
Изготовление пробирок с круглым дном	
Осаживание нижнего участка пробирки и выдувание шара колбы	
Оформление плоского дна и отжиг колбы в пламене без дутья воздуха	

Если требуется получить плоское дно, последнее еще в размягченном состоянии обрабатывают плоской разверткой или достигают этого соприкосновением с плоскостью обугленной доски, фанерки и т. п.

Коническую колбу получают таким же путем, но размягченный шар обрабатывается вращением в деревянной или графитовой конической обкатке, колодке.

Изготовление капельницы. Капельница состоит из двух деталей: колбы для хранения вещества и пипетки для набора и отсчета капель. Колбу в большинстве случаев можно подобрать готовую. Пипетку изготавливают из трубки. Диаметр трубки подбирают таким образом, чтобы полая пробка, которая будет изготовлена у пипетки, совпала бы с внутренним диаметром горлышка колбы. Причем надо учитывать, что горлышко будет еще притираться для обеспечения герметичности, так как капельницы часто используют для легко летучих и ядовитых веществ.

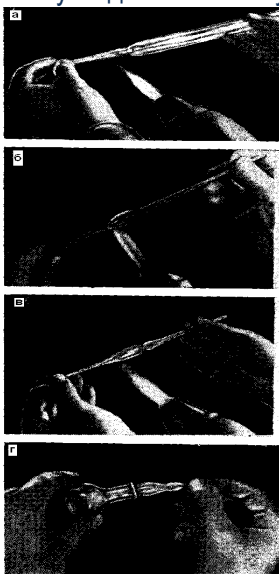


Рис. 86. Изготовление капельницы:
а —оттягивание тонкого конца;
б— формирование оливки; в—
удаление державы; г —готовое
изделие.

У отобранной для пипетки трубки сперва стягивают тонкую державу; после повторного нагревания формируют оливку, переходящую в верхней части в полую пробку. Иногда на верхнюю часть пипетки надевают резиновый колпачок (рис. 86).

Изготовление волюметра. Применяются различные виды волюметров, служащих для определения объема жидкостей. Широко распространены волюметры, представляющие собой небольшую стеклянную колбочку с длинным и узким горлом, на котором раздут небольшой шарик. Процесс изготовления такого волюметра приводится на схеме 5. В качестве заготовки отбирают трубку диаметром 5—6 мм. Нагреванием и осаживанием формируют на конце колбу требуемой емкости. Затем повторным нагреванием и раздуванием формируют малый шарик, заданного объема. Открытый конец колбы оплавливают и разворачивают. Вогнутость дна можно достигнуть легким вдуванием в себя подогретого воздуха перед окончанием работы.

Изготовление пикнометра (схема 6). Простейший пикнометр представляет собой небольшую колбочку с узкой и длинной шейкой, на которой наносится деление. Посредством пикнометра определяют плотность жидкости. Для изготовления такого пикнометра берут трубку небольшого диаметра (4—5 мм). Сначала обычным путем получают круглое дно, затем нагреванием и осаживанием формируют колбу заданной емкости. Диаметр ее определяют по вспомогательной таблице (см. Приложение I). Для устойчивости колбы оформляют плоское дно, что можно сделать легким прикосновением к графитовой поверхности, при поддувании. С помощью щипцов оформляют перед горловиной пережим. Горловину отделяют графитовой или металлической разверткой.

Каждый пикнометр комплектуется со стеклянной пробкой. Массивные стеклянные пробки изготавливают из стеклянных палочек. Для этого достаточно разогреть до размягчения палочку соответствующего диаметра и сразу же поместить разогретую массу в металлическую форму. При небольшом давлении стекло примет внутренние очертания формы и пробка готова для направления в отжиг.

Иногда необходимо иметь полые пробки, которые изготавливают из трубки соответствующего диаметра.

Схема 5. Изготовление волюметра

Переходы	Эскизы
Заготовка в виде толстостенной пробирки	
формирование колбы нагреванием и осаживанием	
Формирование шарика	
Развертывание горла и получение волюметра	

Схема 6. Изготовление пикнометра






Переходы	Эскизы
Пробирка с круглым дном	
Осаживание дна и выдувание колбы	
Развертывание горла колбы	
Формование пробки	
Готовое изделие	

Схема 7. Изготовление форштоса

Переходы	Эскизы
Образование шара на конце трубки	
Развертывание края	
Разогревание и растягивание шара на конус	
Изгибание на горелке и получение форштоса	

Схема 8. Изготовление жиромера

Переходы	ЭСКИЗЫ
Заготовка	
Формирование в верхней части пульки грушевидной формы	
Припаивание на нижнем конце резервуарчика	
Оформление ранта	

Изготовление форштоса (схема 7). Форштосы — приспособления для отвода жидкостей—изготавливают из толстостенных трубок с толщиной стенки ~2,0 мм и диаметром 20—25 мм. На одном из концов раздувают небольшой шар. Конец трубки для прочности после нагревания разворачивают с образованием ранта, а шар нагревают и растягивают в виде эллипса. Конец закрывают пробкой. Повторным нагреванием эллипс растягивают в виде конуса. Для обеспечения возможности правильного изгиба заготовку в отмеченном месте разогревают и производят осаждение, т. е. накопление стекла. После должного размягчения сгибают трубку под углом 135—150° и обрезают по заданному размеру. Изделие подлежит отжигу.

Изготовление жиромера (схема 8). Жиромеры бывают различных видов, диаметров и длины. В качестве заготовки берут трубку диаметром 12—15 мм, длиной 200 мм. После разогревания в верхней части формируют пульпу диаметром до 24 мм с открытой шейкой, диаметр которой равен диаметру основной трубки. В нижней части формируют или припаивают отдельно изготовленный резервуар заданного объема. Общая длина — 185 мм. Изделие подлежит отжигу.

Изготовление корпуса для спиртомера (рис. 87). В качестве заготовки берут трубку диаметром 6—8 мм, длиной 325 мм. В нижней части трубки после разогревания раздувают грушевидный баллон диаметром 27 мм.

Изготовление пипетки без делений (рис. 88). Изготавливают из трубок диаметром 3—8 мм. Вместимость пипетки самая различная — 0,5—100 мл; высота — 280—600 мм.



Рис. 87. Корпус спиртомера.

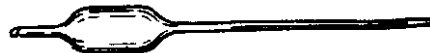


Рис. 88. Пипетка без делений.

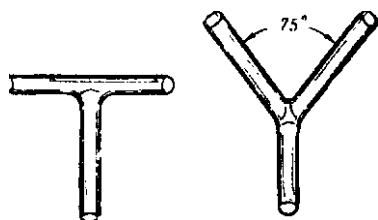


Рис. 89. Изготовление соединительных трубок:
а — спаивание двух заготовок перпендикулярно друг другу; б — сгибание заготовки под заданным углом и припаивание к ней отрезка

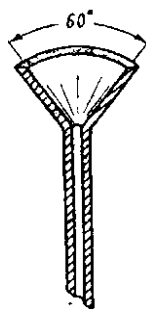


Рис. 90. Химическая воронка.

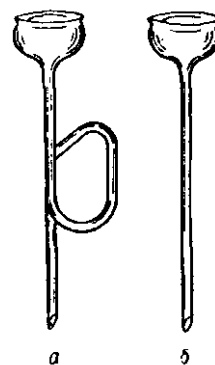


Рис. 91. Предохранительные воронки:
а — петлевая; б — ровная.

В верхней части трубки, после нагревания раздувают баллон нужной емкости.

Изготовление соединительных трубок. В лабораторной практике часто встречается необходимость иметь соединительные трубки, спаянные перпендикулярно и под различными углами (рис.89). В качестве заготовок служат трубки диаметром 5—10 мм, длина отрезка — 25—75 мм. Спаивание проводят по способу тройникового спая (см. рис. 67).

Изготовление химической воронки (рис. 90). Химические воронки изготавливают с помощью развертки. В качестве заготовок берут толстостенные трубки с толщиной стенок 1,5—3,5 мм, длиной 35—175 мм и диаметром 6—30 мм в зависимости от вместимости (35, 45, 55, 70, 100, 150, 200, 250, 300 мм). После нагревания одного из концов трубки производят развертывание до получения нужного угла.

Предохранительные воронки ровные и с петлевым коленом (рис. 91) изготавливают из трубок диаметром 5—7 мм, толщиной стенок 1,0—2,0 мм. Верхний резервуар (диаметром 40 мм) получают при помощи фасонной развертки. Петлевое колено (высотой в 100 мм) изготавливают путем нагревания и изгиба. Общая высота воронки — 300 мм.

Глава 5. СТЕКЛОДУВНЫЕ ИЗДЕЛИЯ СО СПАИВАНИЕМ

Изготовление мерной пипетки. В качестве основной заготовки отбирают трубку с диаметром, пригодным для изготовления расширенной части пипетки. Удобно пользоваться в этих случаях вспомогательной таблицей (см. Приложение II). Например, если намечается изготовить пипетку объемом 50 мл, а длину расширенной части желательно иметь 100 мм, то трубку надо взять диаметром 25 мм. Диаметр узких трубок (верхней и нижней) ничем не ограничивается, но обычно применяют трубки диаметром 6—8 мм.

У заготовки, отобранной для изготовления расширенной части, оттягивают державы с обоих концов (схема 9). При оттягивании державы нагревается и средняя расширенная часть пульки с таким расчетом, чтобы с помощью обкатки придать этому участку некоторую конусность. Оттянутые державы поочередно удаляют и взамен припаивают заранее приготовленные узкие трубки длиной 150—200 мм. У нижней узкой трубки после подогревания оттягивают носик диаметром ~ 1,5 мм.

Схема 9. Изготовление мерной пипетки

Переходы	Эскизы
Заготовка с двумя державами	
Удаление одной державы и припаивание узкой трубки	
Припаивание трубки взамен второй державы и оттягивание носика	

Определение точного объема пипеток производят методами количественного анализа с применением соответствующих эталонов.

При изготовлении пипетки Мора заготовку отбирают с расчетом получения двух пипеток. Отобранную заготовку после нагревания до размягчения растягивают с перешейком (схема 10). Затем разрезают по перешейку и получают два корпуса, имеющие по одной державе. К верху корпуса припаивают трубку диаметром 6—8 мм и длиной 200 мм; у державы формируют носик с диаметром 1,5 мм. Держава эта и служит трубкой для набора и истечения жидкости. После изготовления пипетки направляются в отжиг.

Изготовление стаканчика для взвешивания (рис. 92). Необходимый диаметр трубки определяют с помощью вспомогательной таблицы (см. Приложение 1). Герметичность достигается конусообразной формой стаканчика и крышки и их последующей притиркой. С этой целью заготовки нагревают и обработкой на обкатке придают им конусообразный вид. После повторного нагревания с помощью обкатки формируют дно и удаляют излишнее стекло. Выравнивание дна производят с помощью развертки; от размягченной стеклянной трубки или палочки прикрепляют к крышке порцию стекла; держатель или костылек формируют с помощью пинцета; затем отрезают стаканчик и крышку на нужной отметке. Работу завершают отжигом, после чего стаканчик передается для шлифовки торцов и притирки.

Изготовление U-образной хлоркальциевой трубки. На схеме 11 приводится последовательность изготовления хлоркальциевой трубки. Берут заготовки диаметром 15—20 мм и длиной 250—400 мм. На расстоянии 15—30 мм от края делают отверстия для припаивания отводных трубок. Отдельно изготавливают две отводные трубки с оливками диаметром 4—6 мм и длиной 15—30 мм. Основную заготовку сгибают приемами, описанными в разделе «Сгибание трубок». Место сгиба следует тщательно оправить. При сгибании надо открытые концы трубки закрыть пробкой и в одну из пробок пропустить узкую трубку для поддувания воздуха. Отводные трубки припаивают к отверстиям в основ-

ной заготовке. Иногда хлоркальциевые трубки делают с шаром и с шариком на отводной трубке (схема 12). В качестве заготовки берут трубку диаметром ~20 мм. и длиной 120—140 мм. Отдельно заготавливают трубку диаметром 5—6 мм, к которой припаивают раздутый шарик. На широкой трубке

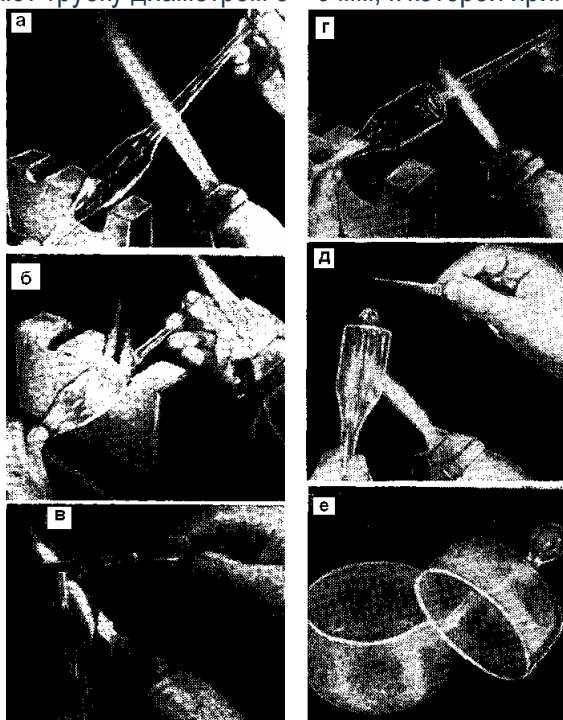


Рис. 92. Изготовление стаканчика для взвешивания: а—разогревание пульни и придание ей конусообразной формы с помощью обкатки; б—формирование корпуса и крышки на обкатке; в — выравнивание разверткой дна; г— прикрепление к крышке порции стекла; д — формирование держателя на крышке с помощью пинцета; е — готовое изделие.

разверткой отверстие в корпусе после легкого подогревания оформляют небольшим выступом — «губкой». К этой губке припаивают отводную трубку. Место слая слегка поддувают и выравнивают. Ловушку направляют в отжиг.

оттягивают державу и раздувают шар диаметром, равным примерно двум диаметрам трубки. На расстоянии 50—60 мм от шара широкую трубку сгибают; к большому шару припаивают заготовленную трубку с шариком, затем трубку подогревают и загибают под прямым углом; в противоположную от шара сторону и ниже его припаивают отводную трубочку; после отрезания трубки оплавливают в пламени и изделие направляют в отжиг.

Изготовление ловушки. Одна из распространенных ловушек к аппарату Дина — Старка представлена на схеме 13. Последовательность приемов видна из схемы.

В качестве основной заготовки отбирают трубку диаметром 15—18 мм, длиной 140—150 мм. В первую очередь, при нагревании одного конца формируют дно с предварительной оттяжкой державы, затем проводят развертывание основной трубки — корпуса. Для получения отверстия место будущего прокола разогревают на остром пламени и оттягивают бугорок — «ус», который после обламывания открывает отверстие. Отдельно заготавливают отводную трубку диаметром 6—8 мм, длиной 150—200 мм, которую изгибают в отмеченном месте. С помощью небольшой


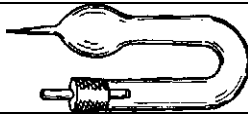

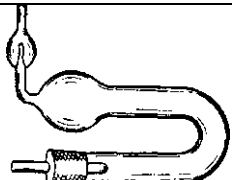
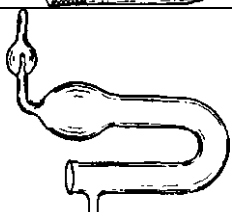
Схема 10. Изготовление пипетки Мора

Переходы	Эскизы
формирование двойной пульки с перешейком	
Получение двух корпусов	
Припаивание трубки к корпусу; оттягивание державы и оформление носика	

Схема 11. Изготовление U-образной хлоркальциевой трубки

Переходы	Эскизы
Заготовка	
Формирование двух отверстий для припаивания отводных трубок	
Трубочки с оливками	
Сгибание широкой трубки в форме U	
Припаивание отводных трубочек к основной заготовке	

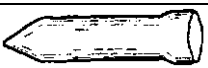
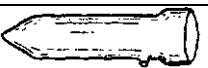
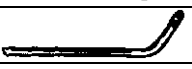

Схема 12. Изготовление хлоркальциевой трубки с шаром и с шариком на отводной трубке

Переходы	Эскизы
Оттягивание державы и раздувание шарика	
Сгибание трубки	
Спаивание подготовленной трубочки с шариком	
Припаивание и сгибание трубочки	
Припаивание отводной трубки	

На рис. 93 приведено еще десять типов ловушек. Опишем некоторые из них.

Тун II. В трубку *а* намеченного диаметра (обычно 35—40 мм) приемом внутреннего спая с продолжением трубки наружу впаивают трубку *б* в месте *в*. Затем припаивают отросток *е* с оливкой и формируют дно.

Схема 13. Изготовление ловушки к аппарату Дина—Старка

Переходы	Эскизы
Развертывание заготовки корпуса	
Прокол отверстия	
Изгибание отводной трубки	
Припаивание отводной трубки к корпусу	

Тун V. К широкой трубке *а* в месте *д—д* припаивают трубку меньшего диаметра. Затем внутрь трубки *а* вводят сосуд для жидкого воздуха *б* с боковым отростком. Отросток этот в месте *в*. впаивают внутренним спаем в стенку основной трубки *а*. В верхней части *г—г* также впаивают отводную трубку малого диаметра.

Тун IX. У заготовки *а* диаметром 10—12 мм последовательно раздувают три шара диаметрами, равными 2—2,5 диаметра трубки. У широкой трубки диаметром 35—40 мм припаивают с боков отростки с оливками *б*, *в*. Заготовку *а* вводят в широкую трубку и методами внутреннего спая заготовки спаивают вместе.

Изготовление кали-аппарата для поглощения двуокси углерода. Аппарат этот в процессе эксплуатации подвергается взвешиванию, поэтому его изготавливают из самых тонкостенных трубок. В качестве исходной заготовки отбирают тонкостенную трубку с наружным диаметром 5—6 мм, длиной ~200 мм. На этой трубке на расстоянии 15—20 мм друг от друга раздувают шары *а*, *б*, *в* диаметрами 20—25 мм. В случае затруднения при раздувании таких шаров можно впасть отрезки трубок диаметрами 8—10 мм. На отдельных отрезках тонкостенных трубок раздувают шар *г* диаметром 30—32 мм и шар *д* диаметром 40—42 мм. Все заготовки с шарами спаивают по одной оси, затем после легкого разогревания производят сгибание, как показано на схеме 14.

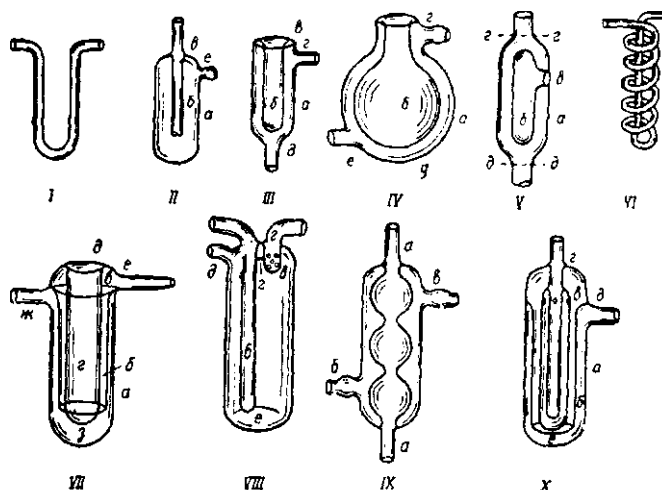


Рис. 93. Ловушки различных типов.

Изготовление дефлегматора с одним или двумя шарами (схема 15). На основной заготовке диаметром 15 мм и длиной 300 мм раздувают один или два шара диаметром 35—40 мм. В верхней части после нагревания на остром пламени открывают отверстие для припаивания отводной трубки, которую заготавливают отдельно (диаметром 5,0—5,5 мм и длиной 160 мм). Затем отводную трубку припаивают к основной заготовке. Изделие подлежит отжигу.

Изготовление более сложных дефлегматоров. Дефлегматоры Семенова — Арбузова, служащие для перегонки жидкостей, изготавливают в такой последовательности. У трех заготовленных трубок производят разворачивание краев (рис. 94). На трубке диаметром 16—18 мм раздувают шары а и б. Отдельно раздувают шар в и трубку сгибают под углом. Заготовки спаивают вместе. Заготовленную шаровую воронку г с краном припаивают к основной трубке в в месте д. К этой же основной трубке в месте е припаивают заготовку с шарами а, б, в. Для лучшего истечения жидкости у основной трубки делают скос ж.

Изготовление колбы для перегонки (схема 16). Такие колбы изготавливают из тонкостенной трубки диаметром 25 мм, длиной 220 мм. На конце трубки раздувают шар диаметром 87 мм, а верх оплавливают и слегка разворачивают. В верхней части открывают отверстие для припаивания отводной трубки диаметром 8 мм и длиной 160 мм, которую заготавливают отдельно. После припаивания отводной трубки колбу для перегонки направляют в отжиг.

Колбы для перегонки под уменьшенным давлением (схема 17) изготавливают из тонкостенных трубок диаметром 18—20 мм, длиной 250 мм. На конце основной заготовки раздувают шар диаметром 66 мм. Верх заготовки оплавливают и слегка разворачивают. Затем заготавливают еще три трубки: отводную ($d = 8—10$ мм; $l = 150$ мм), вставную ($d = 8$ мм; $l = 350$ мм) и сливную ($d = 8$ мм; $l = 120$ мм).

Схема 14. Изготовление кали-аппарата Либиха

Переходы	Эскизы
Заготовка	
Последовательное раздувание трех шаров на заготовке	
Раздувание шаров на отрезках трубки	
Спаивание заготовок с шарами	
Сгибание	

Схема 15. Изготовление дефлегматора для разделения жидкостей при фракционной перегонке

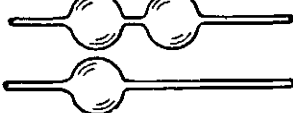
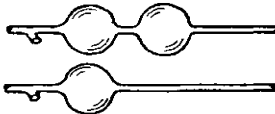
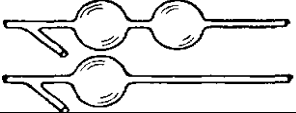
Переходы	Эскизы
Раздувание одного или двух шаров на основной заготовке	
Формирование в верхней части отверстия для припаивания отводной трубки	
Припаивание отводной трубки	

Схема 16. Изготовление колбы для перегонки (емкостью 250 мл)


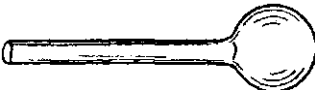



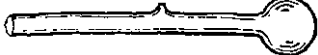

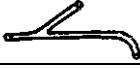

Переходы	Эскизы
Заготовка	
Формирование на конце шара	
Оформление в верхней части отверстия для припаивания и разворачивание края	
Припаивание отводной трубки	

Схема 17. Изготовление колбы Клайзена (емкостью 100 мл)

Переходы	Эскизы
Заготовка	
Формирование на конце шара	
Дополнительные заготовки	
Припаивание сливной трубки к отводной	
Припаивание отводной трубки	

К отводной трубке, примерно на середине, впаивают сливную. Сбоку колбы на высоте 100 мм впаивают отводную трубку. Вставную трубку помещают внутрь. Высота изделия вместе с вставной трубкой составляет 325 мм, без трубки — 245 мм. Изделие подлежит отжигу.

Изготовление каплеуловителя (схема 18). Заготавливают основную трубку диаметром 11,5 мм, длиной 300 мм и трубку диаметром 4—5 мм, длиной 450 мм. На основной заготовке раздувают шар диаметром 68 мм. В шаре открывают отверстие диаметром 5 мм. Узкую трубку изгибают под тройным углом и впаивают в шар.

Изготовление вискозиметра (рис. 95). Замкнутый вискозиметр для определения вязкости жидкостей делают таким образом. Заготавливают трубку *a* диаметром 10—12 мм с пришлифованным краном на одном конце. К этой трубке припаивают отводные трубки *b* и *к*. К трубке *г* припаивают капилляр *д*, диаметром 0,2 мм, имеющий раздутый шарик *е*. К продолжению капилляра припаивают трубку-сосудик *з* и трубку *и*. В месте *ж* капилляр сгибают. В сечении *в—в* две части прибора спаивают и изделие направляют в отжиг.

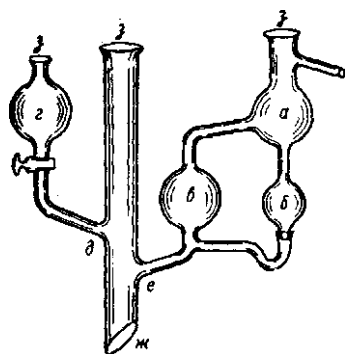


Рис. 94. Дефлегматор Семенова — Арбузова.

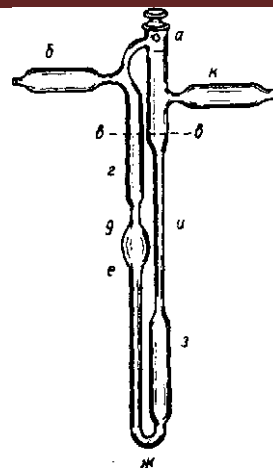


Рис. 95. Замкнутый вискозиметр.

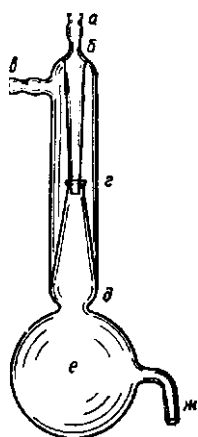


Рис. 96. Водоструйный насос для создания вакуума.

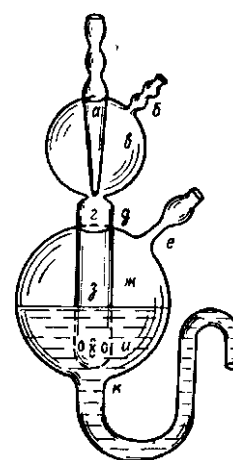


Рис. 97. Водоструйный насос для создания повышенного давления.

Изготовление водоструйного насоса. С помощью разрезающего водоструйного насоса можно получить вакуум до 10 мм рт. ст. Главной частью насоса являются две конусообразные трубки, из которых верхняя подает под напором воду, а нижняя — принимает эту струю воды вместе с захватываемыми частями воздуха или газа (рис. 96). Из трубки диаметром ~ 15 мм, длиной 120—150 мм формируют конус с размером нижнего сопла ~3,0 мм. Затем из трубки такого же диаметра изготавливают другой конус. Окончание этого конуса обрабатывают разверткой в виде ранта; следует особо следить за тем, чтобы при сборке конусов зазор между ними был бы минимальным (~1,0 мм) и строго центрированным. Для корпуса насоса берут трубку *г* диаметром 25—30 мм; длина должна соответствовать размерам заготовленных конусов, которые будут впаивать в эту трубку. В верхней части корпуса формируют оливку *а* для подключения насоса через резиновый шланг к водопроводной сети, а сбоку корпуса впаивают трубку диаметром 5—6 мм с оливкой *в* для подключения к емкости или установке, в которых надо создать разрежение. Способом внутреннего спаивания конусообразные трубки впаивают в местах *б* и *д* корпуса. Отдельно выдувают шар диаметром 40 мм — водосборник *е* с отводной трубкой *ж* для выхода воды. Шар припаивают к концу корпуса, на котором делают небольшие вмятины, как указано на рис. 96.

Для получения небольшого разрежения изготавливают водоструйный насос более простым способом (схема 19). В качестве заготовки берут трубку диаметром 20—25 мм и оттягивают нижний конец длиной 170—180 мм до диаметра 10—12 мм. К пультке, в верхней части припаивают заготовленную трубку малого диаметра (6—8 мм) с оливкой для подключения через резиновый шланг к емкости, в которой нужно создать разрежение. Отдельно заготавливают трубку диаметром 10—12 мм и длиной — 100 мм.

На этой трубке сверху делают, оливку для подключения к крану водопроводной сети, а ниже на расстоянии 50—60 мм раздувают рядом два шарика диаметрами, составляющими 1,5 диаметра трубки. В верхней части пульки после разогревания выдувают отверстие, которое разверткой оформляют в виде «губки». Узкую трубку с шариками помещают на губку отверстия и, поддувая, производят тщательное спаивание. Насос подлежит отжигу в муфельной печи.

Схема 18. Изготовление каплеуловителя

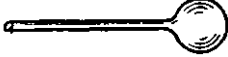

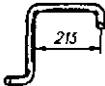
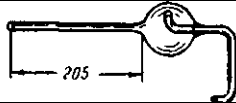
Переходы	Эскизы
Раздувание шара на основной заготовке	
Формирование отверстия в шаре	
Изгибание трубки под тройным углом	
Впаивание изогнутой трубки в шар	

Схема 19. Изготовление водоструйного насоса

Переходы	Эскизы
Заготовка пульки	
Припаивание отводной трубки	
Заготовка трубки с двумя шариками	
Формирование отверстия в пулке и его развертывание	
Помещение трубки с шариками на губку отверстия и спаивание	

Изготовление насоса для создания повышенного давления (рис. 97). Заготавливают два шара. Один из них диаметром 35—40 мм, а второй— 120—130 мм. Из трубки диаметром 12—15 мм формируют деталь а, сходящуюся на конус, который имеет внизу сопло диаметром ~3,0 мм. В верхней части трубки делают оливки для подключения насоса к водопроводной сети через резиновый шланг. Затем из другой трубки з диаметром 15 мм готовят деталь с круглым дном, имеющую у плечика дна четыре отверстия диаметром не менее 5 мм. В шар в диаметром 30—40 мм впаивают трубку с оливкой б для поступления воздуха из атмосферы. В большой шар ж впаивают отросток е для подключения к емкости, в которой надо создать повышенное давление. Способом внутреннего спаивания деталь а впаивают в шар в. Заготовленную трубку з впаивают в большой шар ж, который внизу имеет отвод для воды и служит водяным затвором. Воздух, забираемый из атмосферы, проходит через инжектор г, пробулькивает через отверстия и в свободный объем шара и выходит через отросток е в емкость, где создается повышенное давление.

Изготовление мономера для измерения высокого вакуума (рис. 98). При изготовлении манометра необходимо заготовить капиллярные трубки, имеющие строго одинаковое сечение (проверяется перемещением столбика ртути). Диаметр капиллярных трубок зависит от величины измеряемого давления, но в основном используют трубки диаметром 0,2—0,3 мм.

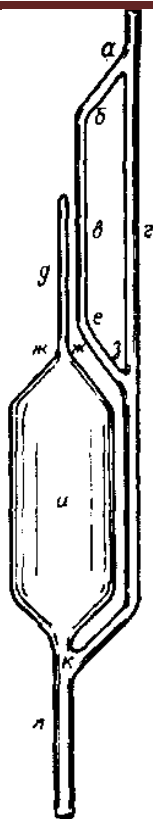


Рис. 98. Манометр для измерения высокого вакуума.

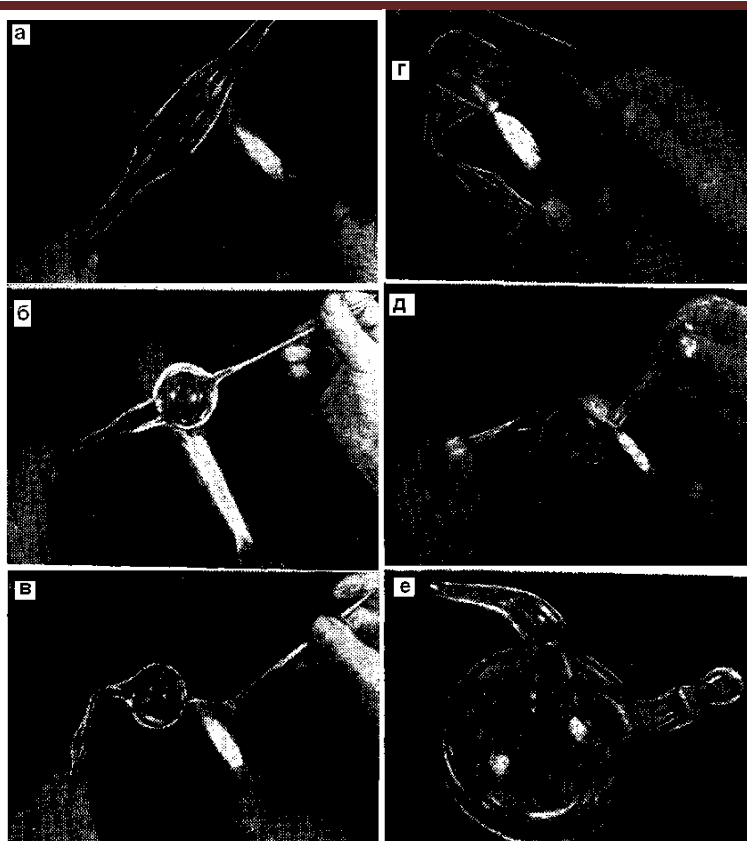




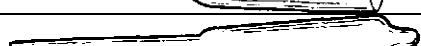
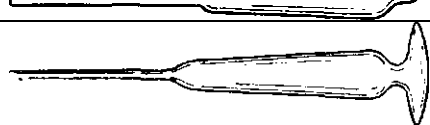
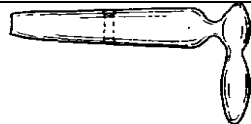
Рис. 99. Изготовление капельницы с пробкой: а—разогревание палочки; б—выдувание лишнего стекла; в—оформление доньшка колбы; г—изгибание шейки и удаление колбы; д—припаивание муфты; е—готовая капельница.

Последовательность изготовления манометра следующая: к трубке *г* (диаметром 7—8 мм) в местах *а* и *з* припаивают капилляр *в*, несколько раздутый на концах, начиная с мест *б* и *е*. К емкости *и* в верхней части припаивают капилляр *д* обязательно такого же диаметра, как и капилляр *в*; в нижней части — трубку *л* диаметром ~10 мм. В месте *к* припаивают один конец трубки *г*, которую предварительно сгибают под углом, как видно на рис. 98. Манометр помещают в муфельную печь для отжига.

Схема 20. Изготовление муфты простого двухрантового крана

Переходы	Эскизы
Отрезок крановой трубки с державами	
Вытягивание конуса муфты после разогревания	
Удаление одной державы, оплавление края и развертывание ранта	
Присоединение стеклянной палочки в месте будущего припаивания первой отводной трубки и формирование второго ранта	
Присоединение стеклянной палочки в месте будущего припаивания второй отводной трубки и удаление первой палочки	
Припаивание отводных трубок к муфте и передача на отжиг	

Схема 21. Изготовление пробки для простого крана

Переходы	Эскизы
Отрезок стеклянной палочки с державами	
Формирование конуса и удаление одной державы	
Припаивание к заготовке шейки пробки	
Припаивание ручки (костылька) пробки	
Удаление другой державы и прокалывание отверстия	

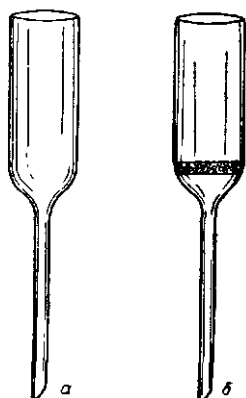


Рис. 100. Изготовление стеклянной воронки с пористой пластинкой: а —цилиндрическая воронка; б— цилиндрическая воронка с впаянной пористой пластинкой.

Изготовление капельницы с пробкой (рис. 99). Для изготовления колбы сперва из трубки диаметром 14—16 мм оформляют пульку, которую после разогревания раздувают в колбу; шейку колбы изгибают и державой удаляют лишнее стекло. Графитовой или металлической разверткой оформляют дно колбы. Отдельно заготавливают трубку диаметром 6—8 мм, которую после прокола отверстия в колбе припаивают в виде муфты; изготовленную заранее пробку помещают в муфту и капельница готова. Часто после отжига капельницу направляют для притирки пробки с муфтой.

Изготовление воронки и тигля с пористой пластинкой (рис.100). Для фильтрации растворов очень часто применяют воронки и тигли с пористой пластинкой. Стеклянные пластинки разной пористости (100—120 мк, 40—50 мк, 20—25 мк, до 10 мк) изготавливают на заводах химико-лабораторного стекла. При спаивании пластинки нужно следить, чтобы она была перпендикулярна к оси воронки или тигля. Воронку или тигель

подбирают по диаметру, совпадающему с диаметром пластинки. Спаивание производят на остром пламени так, чтобы разогрелись не только стенки воронки, но и края пористой пластинки. Изделие надлежит в горячем состоянии поместить в муфельную печь для отжига и медленного охлаждения.

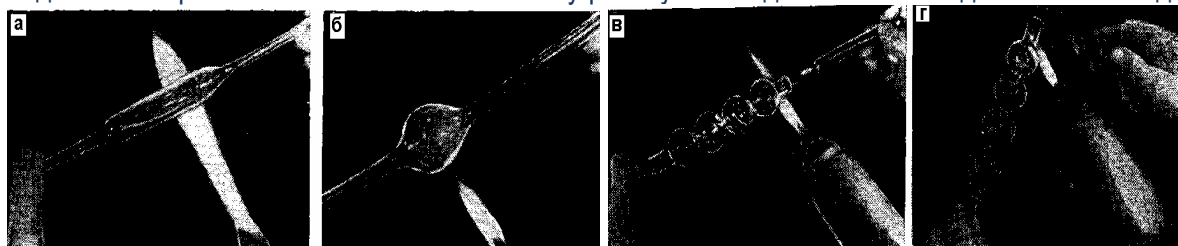


Рис. 101. Изготовление шарового холодильника: а —разогревание заготовки; б—выдувание первого шара; в —выдувание последующих шаров; г — развертывание и отделка края;



Рис. 101. Изготовление шарового холодильника: д—подготовленная деталь; е— помещение детали в трубку нужного диаметра; оттягивание отверстия для припаивания отводной трубки; ж— припаянная отводная трубка; з —припаивание боковых трубок после удаления лишнего стекла

Изготовление шарового холодильника (рис. 101). Для наружного корпуса холодильника применяют трубки диаметром не менее 35 мм. Для внутренней детали, имеющей 4—6—8 раздутых шаров, берут трубку диаметром 15—16 мм. Сперва подготавливают внутреннюю трубку с заданным количеством шаров. Шары раздувают размером в 1,5 диаметра трубки (24 мм). После разогревания заготовки раздувают первый шар, таким же образом получают и все последующие шары. После этого производят развертывания концов и отделяние края. Подготовленную деталь с шарами вводят внутрь большой трубки и закрепляют асбестовыми прокладками, при этом расстояние от шаров до стенок должно быть не менее 4—5 мм. Деталь с шарами должна находиться в центре (оси наружной и внутренней детали должны совпадать). Общая длина холодильника составляет 400—500 мм. После помещения детали в трубку производят нагревание острым пламенем и оттягивание «уса» с целью получения отверстий для припайки вводной и отводной трубок. Способом внутреннего спаивания производят верхний и нижний спай. На вводной и отводной трубке формируют оливки для одевания резиновых шлангов. После удаления лишнего стекла от спаев и припаивания боковых трубок изделие направляют в муфельную печь для отжига.

Изготовление крана. Этот процесс требует дополнительного оборудования: форм, отжигательной печи, притирочных станков, абразивов, патронов и др. Приводим краткое изложение порядка изготовления кранов в лабораторных условиях. Сперва выдувают муфту (неподвижную часть крана). Для изготовления муфт применяют особые толстостенные трубки (крановые). Диаметр заготовки подбирают таким образом, чтобы он соответствовал предполагаемому диаметру муфты. Крановые трубки всегда толстостенные, поэтому вводить их в пламя надо особенно осторожно во избежание растрескивания. У заготовки длиной 150—200 мм (в зависимости от величины крана) оттягивают с обеих сторон державы (схема 20). На широком пламени разогревают утолщенную часть трубки таким образом, чтобы один конец разогрелся больше второго. Это делают для того, чтобы иметь возможность вытянуть конус тела муфты. Затем узким пламенем удаляют одну из держав и после оплавления края развертывают рант. В месте будущего припаивания отводной трубки временно присоединяют для удобства работы вспомогательную стеклянную палочку и формируют второй рант; в месте будущего присоединения второй отводной трубки также припаивают палочку. Первую теперь удаляют и на узком пламени оттягивают бугорок, который затем отламывают и получают отверстие. Диаметр этого отверстия несколько превышает диаметр трубки, подлежащий припаиванию. Торец припаиваемой трубки утолщают, немного размячуют и развертывают. Подготовленное отверстие доводят до размягчения и производят припаивание без поддувания, а лишь за счет размягчения. Вторую отводную трубку припаивают таким же способом.

При массовом изготовлении муфт для формирования ранта пользуются асбестовой пробкой. Готовую муфту отжигают в пламени, равномерно разогревая почти до начала размягчения стекла, а затем отжигают в муфельной печи.

При изготовлении пробки для простого крана (схема 21) диаметр стеклянной палочки должен быть несколько больше диаметра намечаемой к получению пробки. С концов отобранной палочки оттягивают две державы. Заготовку нагревают, осаживают для накопления стекла и с помощью обкатки при постоянном вращении формируют конус и удаляют одну державу. К заготовке припаивают от размягченной палочки шейку пробки. Из отдельной стеклянной палочки после размягчения формируют ручку (костылек), который припаивают к шейке; затем удаляют вторую державу и прокалывают отверстие. Пробку, как и муфту, следует отжечь в пламени, разогревая почти до размягчения, и поместить в муфельную печь для отжига.

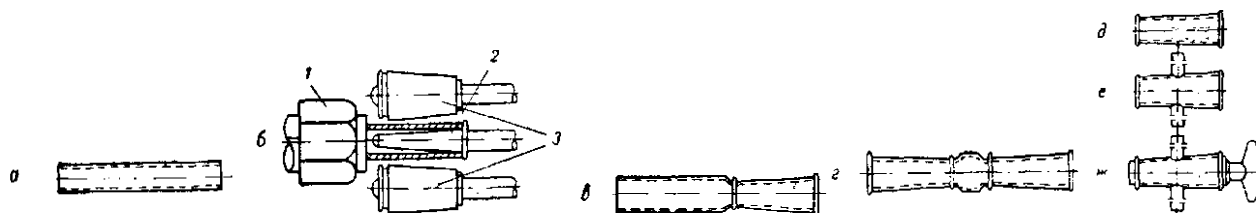


Рис. 102. Изготовление стеклянных муфт для кранов на обкаточном станке:

а—заготовка на две муфты; б—узел для изготовления муфт механизированным способом (1 — патрон специального приспособления; 2—кern, вводимый в обогреваемую горелкой трубку; 3—ролики, прижимающие к kernу заготовку); в—заготовка муфты с готовым рантом; г—заготовка с двумя муфтами и последующим отжигом; д—муфта после удаления лишнего стекла; е — муфта с припаянными к ней отводными трубками; ж—готовый край-

В заводских условиях изготовление муфт механизировано. Для этой цели используют обкаточный станок с патроном специального приспособления (рис. 102). Заготовку, рассчитанную на две муфты, помещают в патрон и обогревают пламенем горелок; в заготовку вводят керн, а снаружи подводят вращающиеся ролики, прижимающие вращающуюся заготовку к керну. На этом же патроне формируют ранты муфты, затем заготовку с двумя муфтами передают на отжиг. Отводные трубы припаивают ручным способом. Производительность обкаточного станка в 14—16 раз выше ручной. Выпуск в смену на одного рабочего составляет 700—800 муфт, против 50 штук при ручном способе.

Муфты и пробки после отжига подвергают *шлифовке* и *доводке*, которые производят на притирочных станках с применением различных шлифовальных материалов (наждачный порошок, корунд, карборунды и др.). Процесс шлифовки состоит из ряда операций: обдирки, грубой, средней и мелкой шлифовки и доводки. Обдирку муфты производят на обдирочном станке, в патрон которого закрепляют колодку с конусом. На конус надевают «бурло» (железная оправка соответствующей конусности). Подавая на вращающееся бурло и муфту абразивный материал в смеси с водой, периодически и ритмично надвигают муфту на вращающийся конус с бурлом. Для грубой обдирки применяют абразивы 80, 100, 120; для средней шлифовки — наждаки 230, 325; для мелкой шлифовки — наждаки марки М-20; М-14. Для правильной и ровной обдирки муфту надо слегка вращать до тех пор, пока пробки, к которым они должны быть впоследствии пришлифованы, могут быть введены на половину своей длины.

Обдирку пробок производят таким же способом, но меняют оснастку. Пробку закрепляют в деревянную колодку; обдирочный конус, изготовленный из металла, ритмично и периодически надвигается на пробку, на которую подается абразивная кашица. Обдирку производят до тех пор, пока пробка полностью не станет матовой и примет конусность муфты.

Шлифовку производят таким образом. На закрепленную в патрон пробку периодически надвигают муфту, подавая на конец пробки соответствующий шлифовальный материал. При каждой смене абразива необходимо тщательно промывать муфту и пробку, чтобы не осталось крупных зерен предыдущего материала — это часто приводит к браку. Последовательность шлифовки простого крана показана на рис. 103.

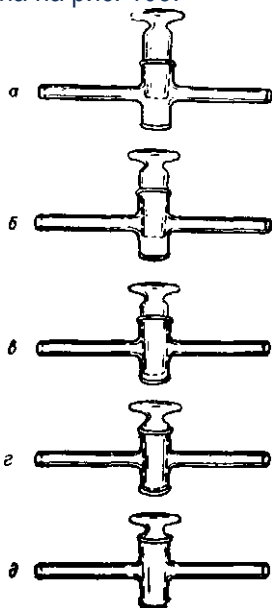


Рис. 103. Последовательность шлифовки простого крана:
а — грубая обдирка муфты; пробка крана не подвергалась обдирке; б — пробка и муфта крана после грубой шлифовки; в — после трех-четырех подкладываний наждака в начале средней шлифовки; г — после средней шлифовки; д — после мелкой шлифовки

и особой подготовки работающего. Надо иметь отдельные инструменты и оснастку для работы с

Стекольная промышленность выпускает в широком ассортименте различную аппаратуру со шлифами. Изделия эти удобны тем, что при выходе из строя одной из деталей (муфты или керна) можно ее заменить другой, запасной, причем герметичность будет сохранена, если трущиеся поверхности нормально смазывать. Шлифы изделий по форме и размерам должны соответствовать ГОСТу 8682—58.

Работа с кварцевым стеклом. Редкое сочетание ценных физико-химических свойств кварцевого стекла обеспечило ему в настоящее время широкое распространение в самых различных областях науки и техники. Изделия, приборы и отдельные детали изготавливают из кварцевых трубок или заготовок на кварцевых горелках (рис. 104). В качестве горючего газа при спаивании и обработке применяют природный газ городской газовой сети при кислородном дутье. Давление кислорода не должно превышать 2 ат. Наилучшим газом для кварцевых работ является водород, дающий при сжигании в кислороде совершенно чистое, некопящее пламя достаточной температуры.

Особенность кварцевого стекла заключается в том, что уже при нагревании до 500°C оно легко соединяется с различными примесями (пыль, жир, налеты и другие), которые образуют затемнение стекла, ведущие к посечкам и растрескиванию. Работы с кварцевым стеклом требуют исключительной чистоты рабочего места, оборудования, инструментов, полуфабрикатов

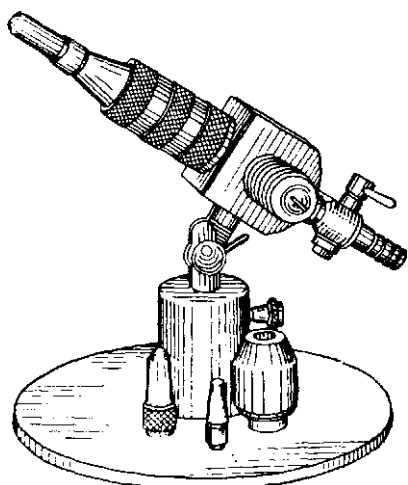


Рис. 104. Кварцеводувная горелка.

кварцевым стеклом. Развертки и другой инструмент следует делать не из дерева, а из графита. Приемы работы и технологические операции в основном такие же, как и при работе с другими сортами лабораторного стекла. Разрезание кварцевых трубок с диаметром до 25 мм выполняют также «на излом». Трубки больших диаметров разрезают с помощью тонкого вращающегося стального диска с абразивной суспензией. Резание горячим способом к кварцевым трубкам не применимо.

Нагревание, вращение, растягивание, сгибание и спаивание производят, как и с обычным лабораторным стеклом, но с учетом вязкости, высокой температуры размягчения и способности к кристаллизации. На схеме приводится описание процесса изготовления ампулы из кварцевого стекла.

Схема 22. Изготовление ампулы из кварцевого стекла (диаметр трубки 30—35 мм)

Переходы	Эскизы
Изготовление пульки длиной 150 мм	
Растягивание конца пульки в державу под оливки	
Изготовление оливок	
Удаление одной державы	
Раздувание дна для получения отверстия и отрезание конца у державы	
Введение образца в заготовку ампулы	
Запаивание конца заготовки — изготовление ампулы	

Впаивание металла в кварцевое стекло производят под вакуумом, так как под действием высокой температуры, при которой это стекло размягчается, вольфрам и молибден, используемые для впаивания, на воздухе сильно окисляются, распыляются и произвести спайку становится почти невозможно.

Глава 6. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

Производство стеклодувных работ связано с использованием открытого огня стеклодувной горелки, применением в качестве полуфабриката хрупких стеклянных трубок или заготовок, имеющих острые режущие края, постоянным обращением с деталями, разогретыми до высокой температуры, обращением с взрывоопасными газами и сжатым воздухом. Необходимо также уметь пользоваться собственными органами дыхания для повышения давления воздуха. Работа требует привлечения зрения, осязания с целью обеспечения нужных и рациональных рабочих движений. Все эти обстоятельства при недостаточном соблюдении правил эксплуатации оборудования или пренебрежительном отношении к соблюдению правил безопасности и промышленной санитарии могут вызвать серьезные последствия и травмы (пожар, взрыв, ожоги, порезы и т. п.).

Как правило, в качестве горючего используют газ городской газовой сети. Может случиться, что газ во время перерыва в работе проник в рабочее помещение и при первом появлении искры или огня произойдет взрыв. Поэтому **строжайше запрещается** входить в рабочее помещение с огнем или папиросой, либо сразу же запускать электродвигатели. Перед началом работы необходимо тщательно проверить правильность запорных кранов на газопроводах, проветрить помещение в течение не менее

5 мин, продуть воздуховод и шланги воздухом, проверить плотность насадки шлангов на трубы и горелки и только после этого зажигать горелки, соблюдая установленный порядок (стр. 39).

Наличие открытого огня приводит к избытку тепла и образованию продуктов неполностью сгоревших газов, поэтому рабочее помещение следует систематически и регулярно проветривать.

Поскольку во время работы неизбежно наличие открытого огня, необходимо строжайше соблюдать правила пожарной безопасности. Инструкция пожарной безопасности должна находиться на видном легко доступном месте в каждом рабочем помещении. У рабочих мест должны быть огнетушители, ящики с песком, асбестовые покрывала и другие средства для тушения пожара. Надо стремиться, чтобы в рабочем помещении было минимальное количество деревянных и легко воспламеняющихся устройств и оснастки (стеллажи, полки, перегородки, деревянные ящики и т. п.).

При необходимости пользования кислородом, который подается через воздушный шланг (в случае смешения кислорода с воздухом), давление кислорода должно быть меньше давления воздуха. Это обстоятельство очень важно, так как при более высоком давлении кислород попадает не только в воздуховод, но и в газовые трубы и горелку и при попытке зажечь последнюю неминуемо произойдет взрыв газо-кислородной смеси.

Порезы пальцев, губ чаще всего происходят, из-за небрежного обращения со стеклянными трубками. На первоначальной стадии освоения стеклодувных работ необходимо предварительно оплавливать торцы трубок, намеченных к экспериментальным упражнениям, иначе неизбежны порезы.

При резании не следует с силой надавливать на трубку. Надо строго придерживаться описанного порядка резки. Короткий конец стеклянной трубки после нанесения ножевой метки отрезать горячим способом (крючком, стеклянной палочкой) или положить трубку на опору (призма) меткой вверх и быстрым ударом ножа или другим подобным предметом отделить нужную часть.



Рис. 105. Расположение вентиляции при стеклодувных работах.

На первых порах освоения стеклодувного дела очень распространены ожоги рук. Главный источник этих ожогов — беспорядочное содержание рабочего места. Нагретую заготовку или деталь кладут не в имеющуюся для этой цели подставку, а тут же под рукой на стол и через некоторое время, забыв, что деталь горячая, хватают ее рукой, так как внешне она ничем не отличается от холодной. В помещении, где производятся стеклодувные работы, недопустимы сквозняки, так как струи холодного воздуха, попадая на горячие изделия, вызывают их растрескивание или ведут к посечкам стекла.

Рабочее место, безусловно, должно быть оборудовано приточно-вытяжной вентиляцией. Приток свежего чистого воздуха необходим в верхней части рабочего помещения, а отсос загрязненного воздуха производится вытяжной вентиляцией, расположенной ближе к месту работы (рис. 105).

Допустимая концентрация нетоксической пыли не должна превышать 2,0 мг/м³, концентрация вредных примесей (окись углерода) — 0,02 мг/м³. Чистоту воздуха в помещении следует проверять отбором проб не реже 1 раза в месяц.

Установки для механизированной резки трубок необходимо размещать в отдельном помещении, оборудованном приточно-вытяжной вентиляцией. Помимо вентиляции, должно быть устройство для отсоса и удаления пыли непосредственно у режущего диска, так как при резке образуется стеклянная пыль, вызывающая при длительном вдыхании серьезное заболевание — силикоз.

Расстояние между стеклодувными горелками при расположении на одном столе — не менее 125 см.

Освещение помещения, где производятся стеклодувные работы, должно быть естественным, отвечающим требованиям производства точных работ. Необходимо учесть, чтобы на рабочее место не падали солнечные лучи, так как они лишают возможности видеть изделие в пламени. В вечернее время предпочтительно иметь верхний общий свет.

Хранение каких-либо легко воспламеняющихся материалов в помещении, где производятся стеклодувные работы, строжайше запрещается.

При отсутствии высококалорийного газа и необходимости его получения карбюрированием керосина, нефти, бензина и других горючих веществ установку, полностью удовлетворяющую требованиям противопожарной безопасности, следует расположить за пределами цеха.

При ремонте приборов возможны несчастные случаи вследствие того, что прибор был ранее заполнен вредными или горючими веществами, которые полностью не удалены. Следует принять за правило — не приступать к работе с аппаратом, прибором или деталью, бывшими в употреблении, прежде чем не будет тщательно очищено, вымыто и высушено подлежащее ремонту изделие.

Органы дыхания человека не приспособлены для дутья и применение их в качестве производственного компрессора (поддувание) является вынужденным обстоятельством. Поэтому злоупотреблять приемами выдувания и поддувания не следует. Длительное и усиленное пользование легкими в качестве аппарата для дутья может привести к нежелательным осложнениям (энфизема легких, воспаление околоушной железы, травма губ и т. п.). В заводских условиях при массовом выпуске изделий (ампулы, пробирки и другие), где успешно применяется механизация, автоматически подается сжатый воздух, получаемый с помощью компрессоров. Заводы электровакуумной промышленности почти полностью ликвидировали применение индивидуального дутья.

В лабораторных условиях при необходимости изготовления единичных изделий и деталей неизбежно применение индивидуального дутья, но осуществлять его следует осторожно, разумно и рационально. Когда стекло находится в размягченном состоянии, поддувание надо производить медленно и слабо; по мере охлаждения стекла и повышения его вязкости следует усилить поддувание; заметив охлаждение стекла, надо поддувание вообще прекратить, так как кроме вреда оно ничего принести не может. Надо предостеречь от коллективного пользования одной и той же трубкой или деталью при поддувании. Это создает возможность взаимозаражения.

По глубине поражения кожи различают ожоги первой, второй, третьей и четвертой степеней.

Первая степень — самый легкий ожог — характеризуется покраснением кожи, болью и припухлостью.

При ожогах второй степени появляются пузыри, наполненные жидкостью, происходит омертвление поверхностных слоев кожи.

Третья и четвертая степени — это тяжелые поражения тканей, лежащих под кожей.

Если обожжена небольшая часть тела (до 20% площади кожи), ожоги второй степени заживают при правильном лечении в течение 8—12 дней, а ожоги первой степени — за 2—3 дня.

Прежде всего, при ожогах первой и второй степеней для уменьшения боли и устранения загрязнения надо обмыть обожженное место струей чистой холодной воды или с помощью марлевого бинта и салфетки. Затем можно смочить больное место 70%-ным спиртом или одеколоном и наложить сухую стерильную повязку. Ни в коем случае нельзя прокалывать образовавшиеся пузыри, накладывая самим без врача на обожженную поверхность какие либо мази, жиры, масла, присыпать рану питьевой содой. Цель первой доврачебной помощи — предохранить рану от загрязнения и попадания инфекции, создать условия, щадящие поврежденную поверхность и уменьшающие боль, после чего следует немедленно обратиться к врачу.

Если невозможно сразу попасть на прием к врачу, то можно, соблюдая строгую стерильность, применять 1 % раствор новокаина для уменьшения боли, припудривание стрептоцидом, смачивание 2% раствором марганцовокислого калия. До этого необходимо тщательно обработать обожженную поверхность.

Если на человеке загорелась одежда, надо сбить пламя струей воды, засыпать песком, снегом или завернуть пострадавшего в одеяло, ковер, пальто или любую плотную ткань. Нельзя бежать в горячей одежде, от этого только увеличится пламя и усилится ожог. Не следует срывать с обожженного места одежду, ее надо разрезать и снять. Поверх приклеившихся кусков ткани накладывают чистую, сухую повязку.

От непосредственного действия крепких кислот или щелочей могут быть химические ожоги тех же степеней, что и при обычных ожогах. Степень повреждения зависит от концентрации (крепости) веществ, времени их действия и площади ожога.

Первая помощь состоит в обильном промывании обожженного участка струей воды. При ожогах серной кислотой обмывать водой не следует, так как от этого сильно нагревается кожа: лучше применить растительное масло.

Для нейтрализации кислот применяют 20% раствор питьевой соды, для нейтрализации щелочей — 2% раствор уксусной или лимонной кислоты. Затем накладывают чистую повязку.

При порезах стеклом появляются резаные или колотые раны, поэтому, оказывая первую помощь, надо не только умело остановить кровотечение, но и предохранить рану от загрязнения. Оказывающий помощь должен, в первую очередь, тщательно вымыть руки с мылом и, не вытирая их, обработать спиртом или водкой, а кончики пальцев смазать 5%-ной йодной настойкой. Кожу вокруг раны после удаления кусочков одежды следует обмыть спиртом или одеколоном и смазать йодной настойкой в направлении от раны. Нельзя заливать рану йодом, так как это вызывает ожог поврежденных тканей и заживление проходит медленнее. Поверхность раны можно припудрить порошком белого стрептоцида, но не обильно, так как это не усилит ликвидацию деятельности бактерий, а может вызвать головную боль и даже рвоту у пострадавшего, которого лучше при оказании помощи уложить.

Все раны практически заражены микробами, которые могут быть причиной возникновения осложнений (воспаление, сепсис, столбняк и т. п.). Нельзя промывать рану перед наложением повязки, так как при этом могут быть занесены гноеродные микробы. Остановить кровотечение следует наложением давящей повязки или жгута. Повязку делают из стерильного материала (марля, бинт, вата, индивидуальные пакеты) или в случае его отсутствия материал стерилизуют в домашних условиях, прогладив его с двух сторон горячим утюгом. На одну сторону ткани следует накапать йодной настойки (чтобы пятно закрыло рану) и просушить, прежде чем прикладывать к ране. При перевязке нельзя касаться руками той стороны ткани, которая обращена к ране. Поверх марли или ткани кладут вату, а затем накладывают бинт.

В случае ранения стеклом надо прежде всего определенно решить вопрос о наличии или отсутствии в ране инородного тела, т. е. осколка стекла. При легком ощупывании поврежденной поверхности в месте расположения инородного тела обычно ощущается боль. Если осколок находится на поверхности и его можно удалить, то это следует сделать с соблюдением всех предосторожностей, чтобы не загрязнить рану. Но лучше всего удаление инородного тела предоставить хирургу, ограничившись при оказании первой помощи только смазыванием кожи вокруг раны йодом и наложением стерильной повязки. При сильном кровотечении накладывают жгут (резиновая трубка длиной 1,5 м с цепочкой на одном конце и крючком на другом).

В случае повреждения самых поверхностных слоев кожи, появляющихся в результате ушибов, следует наложить пузырь со льдом или холодную примочку.

В рабочем помещении должна находиться укомплектованная аптечка, в которой хранятся бинты, марля, вата, чистые полотенца, индивидуальные перевязочные пакеты, предохранительные очки, пинцеты, ножницы, резиновый жгут, пузырь для льда, грелка, 5%-ная йодная настойка, одеколон, раствор нашатырного спирта, белый стрептоцид, борный вазелин, 1 % раствор новокаина, 2% раствор марганцовокислого калия, 20% раствор двууглекислого натрия (питьевая сода), 2% раствор уксусной или лимонной кислоты и другие средства для оказания первой помощи.

Рекомендованная литература.

Арбузов А. Е., Руководство по самостоятельному изучению стеклодувного искусства, Госхимиздат, 1933.

Ботвинкин О. К., Запорожский А. И., Кварцевое стекло, Стройиздат, 1965.

Веселовский С. Ф., Стеклодувное дело, Изд. АН СССР, 1952. Дубров С. К., Стекло для лабораторных изделий и химической аппаратуры, Изд. «Наука», 1965.

Качалов Н. Н., Стекло, Изд. АН СССР, 1959.

Справочник по производству стекла, под ред. И. И. Китайгородского, т. I, Госстройиздат, 1963.

Чмутов К. В., Техника физико-химического исследования, Госхимиздат, 1954.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1.

Внутренние диаметры выдуваемого шара при заданном объеме

Объем, мл	Диаметр, мм	Объем, мл	Диаметр, мм
0,1	6	550	102
0,5	10	600	104
1,0	12	650	107
1,5	14	700	110
2,0	15,5	750	112
2,5	17	800	115
3,0	18	850	117
4,0	20	900	120
5,0	21	950	122
10,0	27	1000	124
15,0	30	1100	128
20,0	34	1 150	130
30,0	38	1200	132
40,0	42	1300	135
50,0	46	1400	138
60,0	48	1500	141
70,0	51	1600	145
80,0	53	1700	148
90,0	55	1800	151
100	58	1900	153
110	59	2 000	156
120	61	2150	160
130	63	2 300	164
150	66	2 500	168
160	67	3000	178
170	69	3 500	188
180	70	4000	197
190	71	4 500	205
200	72	5000	212
225	75	5 500	219
250	78	6000	225
275	81	6500	231
300	83	7000	236
325	85	7 500	243
350	87	8000	248
400	91	8 500	253
425	93	9000	258
450	95	9 500	263
475	97	10000	267
500	98		

ПРИЛОЖЕНИЕ II

Высота цилиндрических сосудов (в мм) в зависимости от их объема и диаметра

Диаметр, мм	Объем, мл																							
	1	2	5	10	20	30	50	75	100	150	200	300	400	500	750	1000	1500	2000	2500	3000	4000	5000		
1	1270	2550																						
2	320	640	1590	3200																				
3	142	283	720	1420	2830																			
5	51	102	255	510	1020	1530	2550																	
10	12,7	25,5	64	127	255	380	640	980	1270	1920	2550													
15		11,4	28	57	114	170	280	425	570	850	1140	1700												
20			15,9	32	64	95	159	240	320	480	640	950	1270	1590										
25			10,2	20,7	41	61	102	153	207	305	410	610	820	1020	1530	1440								
30				14,2	28,3	42	72	106	142	213	280	420	560	720	1060									
35					20,8	31	51	78	104	156	208	310	420	510	780	1040								
40						24	40	60	80	120	159	240	320	400	600	800	1200							
50								38	51	76	102	153	200	255	380	510	760	1020						
60									36	55	72	109	142	177	265	365	550	720	910					
70										39	52	78	104	130	195	260	390	520	650	780				
80											40	60	80	100	149	199	300	400	500	600	800	1000		
100												38	51	64	99	127	192	255	320	380	510	640		
120														44	66	89	132	177	220	265	355	440		
140																65	97	130	162	195	260	325		

(Голь М. М. Руководство по основам стеклудувного дела. Л., „Химия“, 1974.)

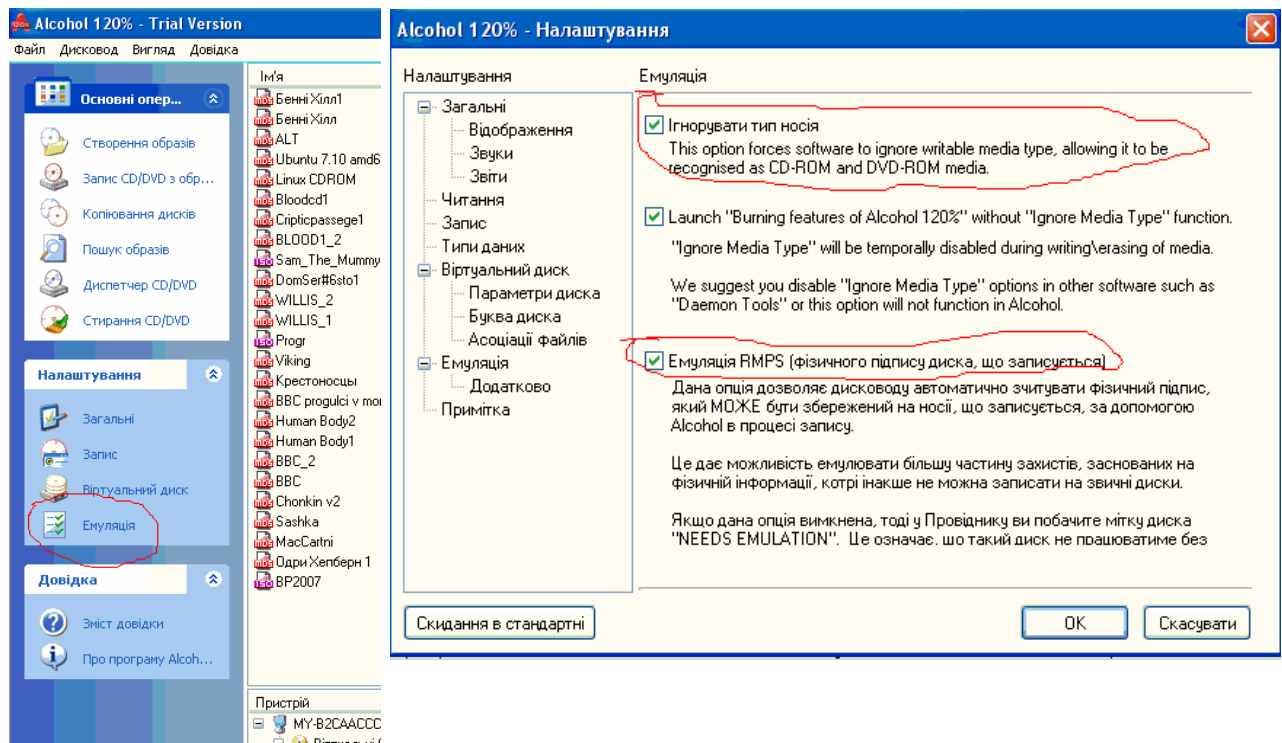
Обход защиты StarForce^(L) (копирование защищенных дисков).

Вся приведенная ниже информация дается исключительно в ознакомительных целях. Всякое совпадение действий, описанных в статье, с реальными событиями является случайной.

Некоторые незаметные производители допускают возможность, что отдельные пользователи попытаются изготовить нелегальные копии их продукции. Мало, что само такое допущение является оскорблением честного имени пользователя, так эти производители еще и используют всевозможные системы защиты дисков. Одной из распространенных и довольно неприятных защит является StarForce (с).

Многие из программ, предназначенных для снятия различных типов защит совершенно неэффективны против StarForce. Но существует довольно интересная програмка Alcohol 120%, которую можно скачать на сайте <http://www.alcohol-soft.com/>.

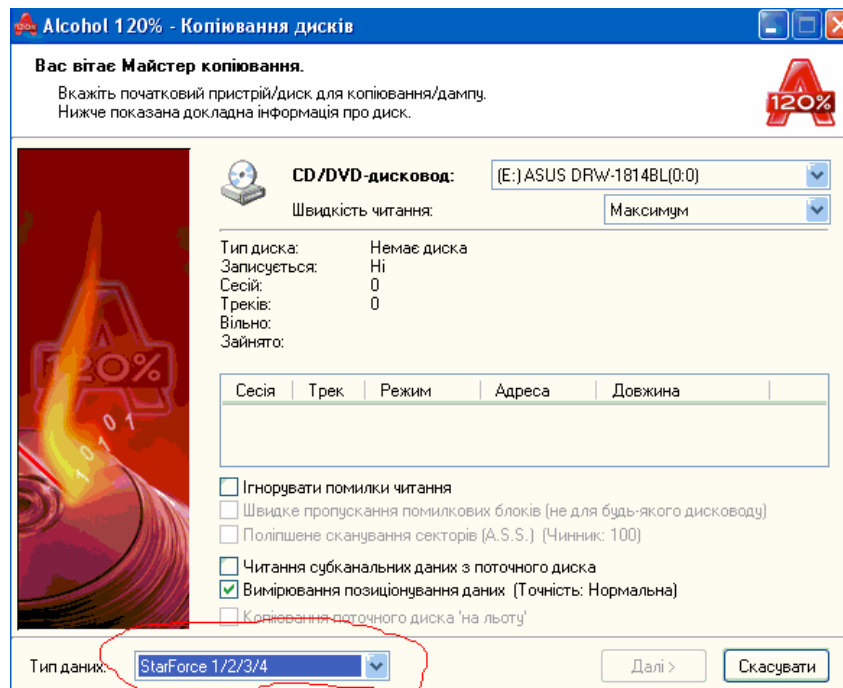
Программа условно-бесплатная: вам дается 30-ти дневный испытательный срок. Но может случиться так, что перед ее инсталляцией дата на вашем компьютере была случайно установлена на 2 года вперед. А если после успешной установки вы заметите ошибку и поставите истинную дату, то испытательный срок увеличится до 2-х лет и 30-ти дней. Небольшая неприятность состоит в том, что при каждом запуске алкоголя-120% вам придется любоваться окном с таймером ожидания, но это не самое страшное.



Теперь пару слов об том, как пользователи, если бы они были незаметными, смогли бы копировать защищенные диски. Уверен, что ни у одного человека не поднимется рука делать подобные возмутительные вещи.

Итак, в меню **Эмуляция** ставим галочки на против опций **Игнорировать тип носителя** и **Эмуляция RMPS** (физической подписи данных).

Далее вставляем диск в привод, выбираем опцию **Копировать диск**. Выбираем тип данных StarForce 1\2\3\4 и проводим запись диска.



Копия готова, только она может действовать лишь на компьютере, где установлен Alcohol-120% и активирована опция **Эмуляция RMPS** (физической подписи данных).

Вместо физической копии диска можно создать его образ, который потом смонтировать на виртуальный привод. Такая операция целесообразна даже в случае, если диск не защищен от копирования. Ведь куда проще и приятнее смонтировать файл-образ, чем искать по всей квартире коробочки с дисками. Конечно, если это позволяет свободное место на винчестере.

Несколько слов о возможных сложностях. Создание новых версий Alcohol и StarForce ведется по принципу гонки вооружений. Поэтому необходимо иметь самую свежую версию Alcohol-120%, которую можно скачать с упомянутого выше сайта. В противном случае защита StarForce заметит присутствие эмулирующей программы, и диск не будет работать.

Ранние версии StarForce использовали довольно варварские принципы работы. Как результат в системе возникало множество сбоев, даже если вы честно пользовались лицензионной продукцией. В частности у меня слетели 2 антивирусные программы, отказалось работать Lingvo 12 (которое было на честном испытательном сроке). Но такая варварская тактика приносила свои плоды: копии дисков не действовали, а чтобы действовала эмуляция образа (виртуальный диск) надо было механически отключать питание всех физических приводов. Начиная со StarForce 3.5 такой необходимости уже нет. Нужна только достаточно свежая версия Alcohol-120%, в противном случае при обращении к диску вы получите сообщение: "обнаружена эмулирующая программа". И не имеет никакого значения, пытаетесь

ли вы воспользоваться "левой" копией, или честно купленным лицензионным продуктом: система защиты фиксирует не ваши непосредственные действия, а факт наличия в компьютере эмулирующих программ. Другими словами, все для удобства пользователей! Остается только надеяться, что со временем появятся эффективные программы для полного устранения всех этих неудобств.

(по материалам интернета).

Неорганические синтезы.

Хромит меди (катализатор дегидрогенизации).

1) Раствор 260 г. меди (II) нитрата тригидрата в 900 см³ воды из-под крана при 80 °С добавить при перемешивании к раствору 178 г. дигидрата бихромата натрия и 225 мл. 28 % NH₃, доведённого до объёма 900 мл. (при 25 °С). Осадок отделить вакуумным фильтрованием и трижды промыть методом декантации. Хромат меди-аммония оставить на ночь сушится при 75-80 °С. Далее - мелко измельчить и добавить маленькими порциями в литровую 3-горлую колбу, оборудованную мешалкой Хершберга из нержавеющей стали, которая доставала почти до дна колбы. Колбу частично погрузить в металлическую баню из сплава Вуда при 350 °С (при 300-320 °С, можно получить хорошие результаты). Время добавления - 15 минут (много паров), и смесь размешивали в 350 °С в течение ещё 15 минут. Охлажденный черный порошок, CuCrO₂, готов для используется в качестве катализатора дегидрогенизации.

2) Сливают вместе эквимолярные количества горячих растворов нитрата меди и хромата аммония, при этом выпадает осадок, его оставляют на ночь, а потом фильтруют на воронке Бюхнера. Сушат при 100 градусах, далее разлагают получившийся комплекс при 300-350 градусах (можно просто прожарить на чистой ненужной сковородке, при этом нагрев плитки должен быть включен на полную мощность). При разложении выделяются оксиды азота, поэтому это необходимо делать под тягой или на свежем воздухе. Как только перестанут выделяться газы, препарат прожаривают при перемешивании еще 15 мин. Катализатор готов.

Сульфат меди лучше не использовать, а растворить моток медной проволоки в HNO₃ или провести обменную реакцию медного купороса и нитрата кальция (выпадает осадок гипса, его отфильтровывают и в растворе остается нитрат меди). Нитрат кальция продается как удобрение, или же его можно сделать, осторожно прибавляя окись кальция (тоже типа удобрение) к азотной кислоте. Ну а если нет бихромата аммония, то можно взять раствор бихромата натрия (бихромат калия хуже растворяется в воде) и смешать его с соответствующим количеством водного аммиака.

(по материалам интернета)

Получение азотной кислоты.

1) Собрать прибор, как на рисунке 1, состоящий из реторты (нетугоплавкой на 200 мл с тубулусом и притертой пробкой), помещенной в штативе, на сетке, и колбы, служащей приемником. Колбу погрузить в чашку с водой. Если есть водопровод, то можно поместить колбу в большую воронку, соединенную с раковиной. На колбу пустить струю воды через изогнутую стеклянную трубку, соединенную резиновой трубкой с краном водопровода и укрепленную в зажиме штатива.

В колбу поместить 30—40 г селитры (KNO₃ или NaNO₃).

Прилить в реторту через вставленную в тубулус воронку столько концентрированной серной кислоты H₂SO₄ (уд. в. 1.84), чтобы после размешивания стеклянной палочкой получилась жидкая кашица.

Закрыв реторту, начать нагревание, сначала осторожно, затем сильнее. В колбе довольно скоро набирается несколько миллилитров азотной кислоты, достаточных для испытания. Прекратить нагревание и, дав реторте немного остыть, вынуть ее (захватив полотенцем) из колбы и погрузить концом в укрепленную на штативе вторую колбу, цилиндр и т. п., чтобы пары азотной кислоты по возможности не попадали в воздух.

Во избежание растрескивания реторты нагревание ее следует вести на песочной бане (железная чаша с нетолстым слоем чистого песка).

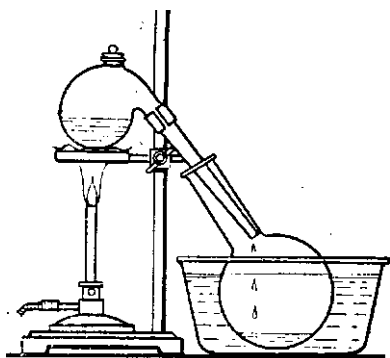


Рис.1. Получение азотной кислоты (1).

Показав учащимся полученную азотную кислоту, испытать ее действием на лакмус, индиго или на стружки меди (в бокалах или стаканчиках). Индиго нужно взять немного и в слабом растворе. Лакмус от разбавленной азотной кислоты краснеет, а от концентрированной в первый момент краснеет, а затем быстро обесцвечивается. Медные стружки нужно сначала облить водой, а затем уже приливать кислоту. Последний опыт следует производить под тягой.

За неимением реторты с тубулусом можно воспользоваться и обыкновенной. Тогда кислоту нужно наливать через длинную воронку (рис. 2). Смешивание кислоты с селитрой можно произвести осторожным взбалтыванием;

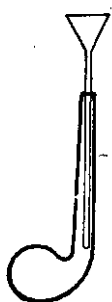


Рис. 2. Вливание серной кислоты в реторту.

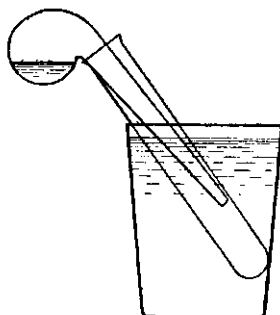


Рис. 3. Получение азотной кислоты (2)

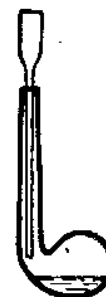


Рис. 4. Использование вместо воронки оттянутой пробирки.

2). Для лабораторного опыта реторта может быть на 10 мл, приемником может служить пробирка, погруженная в стакан с водой (рис. 3). Для наливания серной кислоты служит вороночка (рис. 4), оттянутая из пробирки.

Укрепить сухую пробирку в зажиме штатива в таком положении, как показано на рисунке 3, погрузив ее в стакан с холодной водой.

Насыпать в реторту немного селитры KNO_3 (около 1/4 пробирки).

Держа реторту, как показано на рисунке 4, вставить в нее воронку и влить немного концентрированной серной кислоты H_2SO_4 (уд.в. 1,84), столько, чтобы она смочила всю селитру. Вливать очень осторожно, чтобы не обжечь руки.

Вынуть воронку так, чтобы не запачкать стенки реторты, и поместить в пробирку или в стаканчик с водой (не класть воронку на стол!).

Вставить реторту в пробирку (рис. 3) и осторожно нагревать, держа горелку в руках. Не греть стекло выше уровня жидкости.

Когда в пробирке наберется некоторое количество азотной кислоты, прекратить нагревание.

Когда реторта остынет, вынуть ее и вымыть под краном. Не класть на стол невымытую реторту.

3). За неимением маленькой реторты вполне возможно получать азотную кислоту и в пробирке, закрытой пробкой с газоотводной трубкой (рис. 5). Пробка во время опыта разрушается довольно быстро и под конец нередко вываливается вместе с трубкой, но учащиеся успевают получить нужные 1—2 мл азотной кислоты и попутно наблюдают действие азотной кислоты на органическое вещество.

При работе необходимо соблюдать те же предосторожности, что и при опыте с ретортой.

Особенно, важно следить, чтобы учащиеся не нагревали пробирки выше уровня жидкости, так как при этом пробирка может легко лопнуть.

По окончании опыта, вынув пробку с отводной трубочкой, поместить ее в пробирку, но не класть на стол. Горячую жидкость из пробирки, в которой шла реакция, учащиеся могут сразу же вливать в общую банку, что облегчит мытье пробирок.

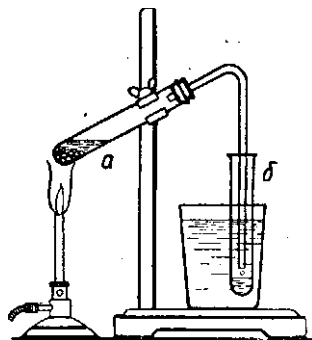


Рис. 5. Получение азотной кислоты в пробирке.

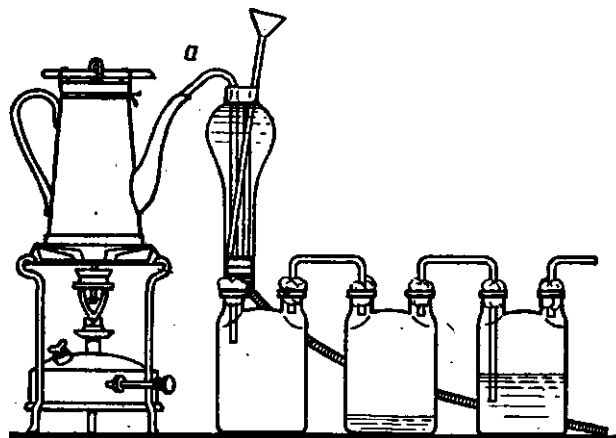


Рис. 6. Получение значительных количеств азотной кислоты.

4). Получение значительных количеств азотной кислоты. Для этой цели используется прибор, изображенный на рисунке 6, при помощи которого легко получить до килограмма концентрированной азотной кислоты.

Роль «реторты» в этой модели завода для получения азотной кислоты играет эмалированный кофейник (или чайник). Чтобы крышка кофейника не пропускала паров азотной кислоты, между крышкой и краями кофейника помещается прокладка из асбестового картона. Кружок картона смачивается водой и зажимается между краями кофейника и крышкой. После того как прокладка таким образом сформирована, ее вынимают вместе с крышкой и просушивают. Не следует забывать, что только концентрированная азотная кислота делает железо пассивным и на него не действует, а в эмали всегда могут быть трещины. Поэтому влажную прокладку применять нельзя.

Для того чтобы плотно прижать крышку к краям кофейника, служит приспособление, состоящее из двух петель, сделанных из медной проволоки, обвивающей верхний рант кофейника. В петли вставляются концы деревянной планки, в середину которой ввинчен обыкновенный большой винт для дерева (шуруп). Конец шурупа, который нужно затупить напильником, упирается в крышку. Если шпилька крышки к ней привинчена, то ее следует отвинтить, отверстие закрыть кусочком асбестового картона, поверх последнего положить кружочек из жести и т. п., в который и упереть конец винта. Если шпилька составляет с крышкой одно целое, то конец шпильки нужно спилить напильником, чтобы получилась плоскость для упора винта.

К «реторте» присоединен холодильник из лампового стекла, и «конденсационные горшки» в виде двугорлых склянок.

Все соединения должны быть сделаны без пробок и резины. Вместо пробок можно воспользоваться асбестовой ватой. Трубка *a* вставляется в носик кофейника поглубже, и затем в носик изнутри забивается асбестовая вата. Для этого удобно воспользоваться загнутым на конце в виде крюка большим гвоздем и т. п. В двугорлые склянки трубки вставляются тоже на асбестовой вате. На трубку наворачивается жгут из ваты и затем плотно забивается в отверстие склянки. Соединения с кофейником должны быть сделаны при помощи сухого асбеста (см. выше), для остальных же соединений асбест можно взять влажный, благодаря чему без особых затруднений получаются достаточно плотные соединения.

Первая из склянок оставляется пустой, во вторую наливается немного воды, в последнюю вода наливается до половины, а трубка слегка погружается в воду. В первой банке собирается главная масса азотной кислоты, во второй — поглощается водой большая часть паров, в третьей же —

удерживаются остальные пары. Если прибор можно поместить под тягу или есть приспособление для отвода газов за окно, то третью склянку можно и не ставить.

Если все соединения сделаны аккуратно, то во время работы пары азотной кислоты почти совсем не выделяются из прибора.

Вместо двугорлых склянок можно взять и обыкновенные. Тогда обе вставленные трубки сначала обвивают асбестовой ватой, каждую отдельно, затем вместе, и вставляют одновременно.

В кофейник насыпать селитры KNO_3 или NaNO_3 почти до половины высоты; прилить столько концентрированной серной кислоты, чтобы после размешивания получилась кашицеобразная масса; крышку закрыть и начать нагревание. Воду в холодильник лучше пустить непрерывной струей, но можно и подливать по мере надобности.

(В.Н. Верховский. Техника и методика химического эксперимента в школе.)

Дымящая азотная кислота.

1) В колбе 150 мл а HNO_3 обрабатывают 300 мл конц. H_2SO_4 , причем обе кислоты предварительно охлаждают смесью льда и соли. При смешивании также необходимо охлаждать. После этого в приборе создают вакуум и осторожно нагревают смесь на водяной бане HNO_3 при 22 мм рт.ст. и температуре $37-40^\circ$ отгоняют в приемник в виде бесцветной жидкости. Дистиллят ещё раз перегоняют таким же образом с двойным объёмом конц. H_2SO_4 . При давлении 20 мм рт.ст. и температуре $36-40^\circ$ перегоняется чистая кислота.

Свойства: $T_k = 83^\circ\text{C}$, плотность=1.522. Не может храниться на свету в течение длительного времени без разложения.

(Руководств по препаративной неорганической химии. Под ред. Г.Брауера)

(кустарные условия)

2) В перегонном аппарате смешивают HNO_3 (65%) и H_2SO_4 (конц) в соотношении 1:1 (по объёму). Смесью сильно разогревается, дальнейший нагрев проводят с помощью электрической плитки или примуса. В случае отсутствия проточной воды холодильник заполняют водой и охлаждают в ходе процесса снегом (с наружи). Смесью закипает и в интервале 3-4 градуса перегоняется практически 100% HNO_3 . Все части прибора должны быть соединены на шлифах, а отвод аллонжа закрыт хлорокальциевой трубкой (она довольно эффективно предохраняет от паров HNO_3). Иногда полученная кислота имеет желтоватый цвет.

(по материалам интернета)

Получение препарата коларгол (коллоидное серебро).

1) К 200 мл 10% раствора AgNO_3 прибавить смесь 200мл 30% раствора FeSO_4 и 280 мл 40% раствора цитрата натрия и около 50 мл 10% NaOH Выпадает осадок коллоидного серебра, которому дают осесть и промывают методом декантации 4-5 раз 10% раствором нитрата аммония, затем 2 раза 96% спиртом. После этого осадок центрифугируют и осторожно высушивают на водяной бане или в эксикаторе.

2) К 100 мл 0,001N раствора AgNO_3 капают несколько капель свежеприготовленного раствора танина и 1 каплю 1% раствора Na_2CO_3 . При нагревании образуется золь.

3) Восстановление 0,001N раствора AgNO_3 (100мл) при нагревании 0,005% раствором гидразин гидрата, который прибавляют по каплям.

4) Существует также способ электрораспыления, который требует соответствующего оборудования. Его описание можно найти в "Руководстве по неорганическому синтезу" под ред. П.Брауэра, М., "Мир", т.4,1985.

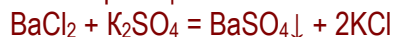
Получается черный зернистый порошок, содержащий припл. 97% серебра. Коллоидное серебро растворяется в воде с образованием буро-красного или черного мелкодисперсного золя серебра.

(xumuk.ru)

Юным химикам

Красный осадок белого вещества

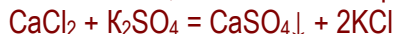
Сульфат бария $BaSO_4$ — тяжелый белый порошок, малорастворимый в воде. Но если взять раствор бесцветного сульфата калия K_2SO_4 и прилить к нему фиолетовый раствор перманганата калия $KMnO_4$, а затем добавить к смеси бесцветный раствор хлорида бария $BaCl_2$, то выпадет осадок не белого, а красного цвета. Казалось бы, получаемый по реакции



сульфат бария $BaSO_4$ должен быть чисто-белым. Но промывка осадка для удаления остатков перманганата калия не дает никакого результата. Красный цвет осадка сохраняется. Перманганат бария $Ba(MnO_4)_2$ в этих условиях выпасть не может т.к. эта соль хорошо растворима в воде. К тому же ее кристаллы имеют черный цвет.

Дело в том, что в присутствии $KMnO_4$ образуется не чистый сульфат бария, а твердый раствор $KMnO_4$ в $BaSO_4$. Это значит, что в кристаллической решетке сульфата бария часть сульфат-ионов SO_4^{2-} замещена перманганат-ионами MnO_4^- . Ясно, что такой осадок не обесцветится даже при самой тщательной промывке водой.

Теперь попробуйте провести аналогичный опыт, взяв вместо хлорида бария $BaCl_2$ хлорид кальция:



Под слоем раствора осадок сульфата кальция вполне похож на осадок из предыдущего опыта. Но стоит его хорошо промыть, и он становится белым. Выводы делайте сами.

Дым без огня

В колбу емкостью 2 – 3 л насыпают порошок карбоната или гидрокарбоната натрия (соответственно питьевая $NaHCO_3$ или кальцинированная Na_2CO_3 сода) слоем 1 – 2 см и осторожно наливают 25%-ный водный раствор аммиака NH_3 в таком количестве, чтобы его слой, покрывший кристаллы, был не толще 2 мм. Затем очень тонкой струйкой вливают в колбу немного концентрированной соляной кислоты HCl . Из горла колбы вырывается плотная струя густого белого дыма, который под собственной тяжестью сползает по ее наружным стенкам, стелется по поверхности стола и, добравшись до края, хлопьями медленно падает на пол.

Появление белого дыма вызвано реакциями:



Аэрозоль (взвесь мельчайших кристалликов) хлорида аммония, который, получается по первой реакции, увлекается из колбы диоксидом углерода, выделяющимся по второй реакции. Диоксид углерода тяжелее воздуха, и поэтому дым стекает вниз и падает на пол.

Вместо колбы вполне подойдет стеклянная банка, вместо соляной кислоты можно взять азотную.

Дым из воды

1) Довольно много дыма выделяется, если к воде комнатной температуры добавить жидкий азот. Именно этим способом часто получают дым во время видеосъемок и шоу. Жидкий азот можно попробовать достать на химических факультетах или в НИИ. Обращаться с ним следует исключительно осторожно.

2) В стакан наливают горячую воду и бросают туда кусочек сухого льда – твердого диоксида углерода CO_2 . Вода тотчас же забурлит и из стакана повалит густой белый «дым», образованный охлажденными парами воды, которые увлекает за собой возгоняющийся диоксид углерода. Этот «дым» совершенно безопасен. Значительно более эффектен другой вариант этого опыта: на большой кусок сухого льда тонкой струйкой льют кипяток.

Искусственный иней

Возьмите стеклянный колокол, небольшой аквариум, или, в крайнем случае – пятилитровую стеклянную банку с широким горлом. Нужна также ровная доска или лист фанеры, на которую будут установлены эти сосуды вверх дном. Еще понадобится небольшая пластмассовая игрушечная елочка. Выполняют опыт следующим образом.

Сначала обрызгивают в вытяжном шкафу пластмассовую елочку концентрированной соляной кислотой и тотчас ставят ее под колокол, банку или аквариум. Выдерживают елочку под колоколом 10 – 15 минут, затем быстро, чуть-чуть приподняв колокол помещают рядом с елочкой небольшую чашку с концентрированным раствором аммиака. Сразу же в воздухе под колоколом появляется кристаллический, снег который оседает на елочке, и вскоре вся она покрывается кристаллами, похожими на иней.

Этот эффект вызван реакцией взаимодействия хлороводорода с аммиаком, которая приводит к образованию мельчайших бесцветных кристалликов хлорида аммония, осыпавших елочку.

Каталитическое окисление ацетона

Медную проволоку толщиной 0,8 – 1,0 мм: очищают наждачной бумагой и сворачивают в кольцо диаметром 3 – 4 см. Отгибают отрезок проволоки длиной в 10 – 15 см, который будет служить ручкой.

Затем наливают в стакан 10 – 15 мл ацетона $(\text{CH}_3)_2\text{CO}$ (не забывайте: ацетон огнеопасен!).

Вдали от стакана с ацетоном нагревают кольцо из медной проволоки, держа его за ручку, а потом быстро опускают его в стакан с ацетоном так, чтобы кольцо не касалось поверхности жидкости и находилось от нее в 5 – 10 мм. Проволока раскалится и будет светиться до тех пор, пока не израсходуется весь ацетон. Но ни пламени, ни дыма не возникнет. Опыт более эффективен в темноте.

На поверхности меди, которая служит катализатором и ускоряет реакцию, протекает окисление паров ацетона до уксусной кислоты CH_3COOH и уксусного альдегида CH_3CHO :

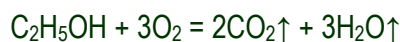


с выделением большого количества теплоты, поэтому проволока раскаляется докрасна. Пары обоих продуктов реакции бесцветны, их выдает только запах.

Каталитическое окисление спирта.

Аналогичный опыт можно произвести и с этанолом, но вместо медной проволоки нужна платиновая (например, от старой платиновой термопары). Фитиль спиртовки обертывают отрезком платиновой проволоки длиной 8 – 10 см и толщиной 0,5 – 1,0 мм, а затем поджигают. Через 5 – 10 секунд спиртовку тушат. Но проволока будет продолжать светиться. Это можно увидеть, если погасить свет. В таком состоянии она будет пребывать до тех пор, пока не израсходуется весь спирт.

Этиловый спирт $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ окисляется кислородом воздуха в присутствии катализатора – платины; при этом выделяется столько теплоты, что проволока раскаляется докрасна. Продукты окисления – диоксид углерода CO_2 и вода:



Беспламенное горение уротропина

Обычно горение сопровождается образованием пламени и дыма, но так бывает далеко не всегда. Возьмите таблетку «сухого спирта» (уротропин), насыпьте на нее сверху щепотку бихромата аммония оксида $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. Подожгите сухой спирт. При этом бихромат начинает разлагаться с образованием раскаленного оксида хрома(III) Cr_2O_3 . И тут наступает самый ответственный момент опыта. Горящую таблетку уротропина накройте на пару секунд стаканом. Задача состоит в том, чтобы пламя успело погаснуть, но важно поднять стакан (возобновить доступ воздуха) до того, как Cr_2O_3 остынет. При этом вы обнаружите, что хотя пламя погасло, оксид хрома нагреется до желтого каления. Это будет продолжаться до тех пор, пока вся таблетка уротропина не исчезнет в следствии каталитического окисления на поверхности Cr_2O_3 :



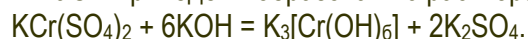
Полученный Cr_2O_3 можно использовать много раз. Для этого нагрейте его до красного каления в пламени уротропина, положите кусочек сверху таблетки и быстро погасите пламя как описано выше.



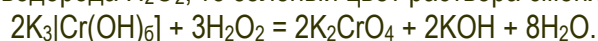
Примечание: в изображенном на фотографиях опыте вместо бихромата использован хромовый ангидрид.

Какого цвета соединения хрома?

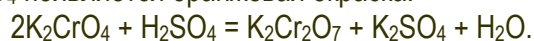
Растворите хромокалиевые квасцы ($KCr(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$) в воде, при этом образуется фиолетовый раствор, обусловленный наличием гидратированных ионов Cr(III). Обработка этого раствора избытком гидроксида калия KOH или натрия NaOH приведет к образованию раствора изумрудного цвета:



Зеленый цвет обусловлен присутствием гексагидрохромиата калия $K_3[Cr(OH)_6]$. Если к этому раствору добавить пероксид водорода H_2O_2 , то зеленый цвет раствора сменяется на желтый:



Такая окраска раствора обусловлена присутствием хромата калия K_2CrO_4 . При подкислении желтого раствора серной кислотой H_2SO_4 появляется оранжевая окраска:



Водный раствор дихромата калия $K_2Cr_2O_7$ имеет оранжевый цвет. Но если к его раствору добавить серной кислоты и кинуть туда несколько кусочков цинка, то раствор постепенно приобретет сначала зеленый, а потом голубой цвет. Это обусловлено последовательным восстановлением шестивалентного хрома Cr(VI) сперва до трехвалентного Cr(III) (зеленый), а потом и до двухвалентного Cr(II) (голубой). Восстановителем служит атомарный водород, который выделяется при реакции кислоты с цинком. Желательно брать количество бихромата буквально на кончике ножа, иначе процесс восстановления будет происходить слишком долго.

Соединения Cr(II) на воздухе неустойчивы и довольно легко окисляются. Убедиться в этом можно, если слить раствор с гранул цинка и как следует его встряхнуть. Впрочем, даже встряхивать раствор не обязательно – можно просто оставить раствор на некоторое время. Голубой раствор вновь станет зеленым в результате перехода Cr(II) в Cr(III) под действием кислорода воздуха.

Любопытно отметить, что водные растворы солей хрома (III) могут быть окрашены как в фиолетовый, так и зеленый цвет.

Наконец, добавляя к раствору бихромата калия пероксид водорода и диэтиловый эфир $(C_2H_5)_2O$, можно получить сложное пероксосоединение $CrO(O_2)_2 \cdot (C_2H_5)_2O$, окрашивающее слой эфира в ярко-синий цвет. При работе с эфиром следует соблюдать исключительную осторожность.

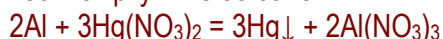
Оксид хрома (III) широко используется в качестве зеленого пигмента, а хромат стронция – лимонно-желтого.

Активный алюминий.

Алюминий - активный металл, но он довольно устойчив к действию воды и воздуха вследствие образования на его поверхности плотной защитной пленки оксида (Al_2O_3) . Алюминиевые изделия могут годами не проявлять видимых признаков коррозии. Если алюминий поцарапать, то на поврежденном участке образуется новая оксидная пленка и коррозия сразу же прекратится. Но существуют способы раз и навсегда разрушить защитную пленку.

Возьмите алюминиевую проволоку или пластинку и опустите ее в раствор нитрата ртути(II). Далее с помощью напильника, скальпеля (или т.п. средств) поцарапайте поверхность алюминия, опущенного в раствор. Алюминиевый предмет вынимают из раствора, промывают водой и оставляют на воздухе. Довольно скоро можно наблюдать образование белой “паутины” оксида. При этом металл постепенно разрушается.

Объяснить данное явление можно довольно просто. Когда мы снимаем оксидную пленку с поверхности металла, алюминий вытесняет ртуть из ее солей:



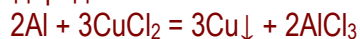
Ртуть, которая при этом образуется, дает с алюминием сплав (амальгаму алюминия). При этом алюминий совсем не теряет способность реагировать с кислородом, но сплошная оксидная пленка на его поверхности уже не образуется. Оксид легко отделяется от поверхности, что дает возможность реагировать все новым порциям металла.

Если амальгамированный алюминий опустить в воду, то будет заметно выделение водорода, при этом раствор станет мутным вследствие образования гидроксида алюминия:



Аналогичные опыты можно провести с алюминием, если металл опустить в металлическую ртуть и зачистить там его поверхность с помощью напильника.

Наблюдать реакцию алюминия с водой можно и без использования ядовитых соединений ртути. Подобным же образом ведет себя алюминий в водном растворе. Опустите обезжиренную алюминиевую пластинку в раствор хлорида меди(II) $CuCl_2$. Вы увидите, как образуются коричневые хлопья меди и выделяются пузырьки водорода.



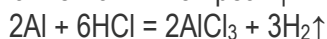
В данном случае при разрушении защитной оксидной пленки большую роль играют хлорид ионы. В этом можно легко убедиться, поместив алюминий в раствор сульфата меди $CuSO_4$. Никаких видимых

изменений с металлом не произойдет. В то же время алюминий легко реагирует с раствором, который содержит хлорид натрия и сульфат меди, причем реакция может проходить довольно бурно с выделением значительного количества теплоты.

При высокой температуре алюминий способен вытеснять даже кальций и щелочные металлы из их солей.

Алюминий может быть стойким.

В прошлом опыте мы узнали, как разрушить оксидную пленку на поверхности алюминия. Но оказывается можно сделать и обратное – пассивировать металл (т.е. значительно увеличить его химическую стойкость). Очищенную и обезжиренную алюминиевую проволоку опускают в пробирку, наполненную на треть высоты концентрированной азотной кислотой HNO_3 , а через 5 минут вынимают и ополаскивают водой. Теперь погружают проволоку в другую пробирку с разбавленной (1:1) соляной кислотой HCl . Та часть проволоки, которая бывала в концентрированной азотной кислоте, останется без изменений, а на поверхности остальной (верхней) части проволоки начнется энергичное выделение газа. Это объясняется протеканием активной реакции металла с кислотой:



Та часть алюминия, что была погружена в концентрированную HNO_3 , покрылась тончайшей защитной пленкой оксида.

Олимпиадные задачи

а) сложные

1

Твёрдое при комнатной температуре вещество А содержит 50% (мол.) водорода. Оно не реагирует с водным раствором перманганата калия, а при действии бихромата калия в 30% растворе серной кислоты превращается только в кислоту Б, содержащую 58,5% углерода и 3,7 % водорода. Выделения газа при этом не наблюдается. При нагревании кислота Б плавится, после чего теряет воду и образует вещество В. Если А обработать нитрующей смесью при слабом нагревании, то среди многочисленных продуктов нитрования преобладают 3 соединения (Г, Д и Е) в соотношении по массе 1:1:1, с трудом поддающиеся разделению. Все эти соединения содержат 49,5% углерода, 3,1% водорода и 14,4% азота. При окислении любого из этих трёх соединений кислым раствором бихромата калия образуется только одно вещество - кислота Ж. Укажите вещества А - Ж и напишите соответствующие превращения.

2

При полной нейтрализации 200 мл соляной кислоты с массовой долей 0,0352 ($\rho=1036 \text{ кг/м}^3$) раствором KOH выделилось 11,18 кДж теплоты (условия стандартные). В реакции нейтрализации 500 мл 0,1 М уксусной кислоты при тех же условиях выделилось 2,38 кДж.

- 1) Определите молярную теплоту диссоциации воды. Ответ обоснуйте.
- 2) Предложите способ (теоретический или экспериментальный) определения молярной теплоты диссоциации воды.
- 3) Как меняется величина ионного произведения воды с ростом температуры. Ответ обоснуйте.

3

Раствор неизвестного вещества при стоянии приобретает зеленую окраску. С $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ исходный раствор дает красный осадок (не коричневый), а с раствором CaCl_2 - белый. Назовите вещество и напишите уравнения описанных превращений.

4

Белое твердое кристаллическое вещество X проявляет следующие свойства:

- а) окрашивает пламя газовой горелки в интенсивно- желтый цвет;
- б) водный раствор вещества X проявляет нейтральную реакцию. При медленном введении сернистой кислоты (раствор SO_2 в воде) раствор принимает темно-коричневую окраску, которая исчезает при избытке сернистой кислоты;
- в) если к обесцвеченному раствору, подкисленному HNO_3 , добавить раствор AgNO_3 , то выпадает желтый осадок, не растворимый в водном аммиаке, но хорошо растворимый в присутствии цианид-ионов CN^- или тиосульфат-ионов $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$;

г) при введении в водный раствор исходного вещества X иодида калия и разбавленной кислоты появляется темно-коричневое окрашивание; раствор можно обесцветить добавлением сернистой кислоты или раствора тиосульфата натрия;

д) навеску исходного вещества X массой 0,1000 г растворяют в воде. В полученный раствор добавляют 0,5 г KI и некоторое количество разб. H₂SO₄. Образовавшийся темно-коричневый раствор титруют 0,1000 M раствором тиосульфата натрия до полного обесцвечивания, на титрование расходуется 37,40 мл раствора Na₂S₂O₃.

1. На основании наблюдаемых качественных изменений в опытах определите, из каких химических элементов состоит вещество X. Напишите в ионной форме уравнения реакций, протекающих в опытах б) — г).

2. По экспериментальным данным установите формулу исходного соединения X.

б) легкие

5

Элемент А образует значительное количество соединений с водородом, а также с водородом и кислородом. Некоторые из упомянутых веществ сильные окислители, некоторые - хорошие восстановители, но все - четковыраженные кислоты. Назовите элемент А и приведите 10 примеров описанных выше соединений.

6

Приведите примеры солей, в состав которых входит только два неметалла (и ничего более).

7

1. Водный раствор галогенида элемента А в определенных условиях устойчив, но легко реагирует с восстановителями.
2. Оксид с минимальной степенью окисления данного элемента не проявляет кислотных свойств.
3. Соединение в состав которого входят азот, кислород и элемент А применяется в медицине.
4. А не реагирует с конц. HCl
5. А образует 3 оксида, 3 фторида и только 1 иодид.

Назовите элемент А. Какой галогенид был упомянут в п. 1, в каких условиях следует хранить его растворы.

8

Привести примеры нескольких, существенно отличающихся случаев взаимодействия двух солей, которое протекает без образования нерастворимого (малорастворимого) в воде вещества или выделения газа.

9

Можно ли привести пример реакции, протекающей в сильноокислой среде, в результате которой одновременно образуются Cl₂ и Mn₂O₇.

10

Плотность фторида натрия 2,79 г/см³, йодида натрия — 3,67 г/см³. Исходя из этих данных, вычислить, насколько радиус иона I⁻ больше радиуса иона F⁻. Данные соли имеют простую кубическую решетку типа хлорида натрия.

11

В результате α-распада 1 мг радия в течение одного года образуется 4,3•10⁻⁵ см³ гелия. Через сколько лет распадается половина имеющейся навески радия?

Химики шутят (лабораторный юмор).

Правила выживания в химической лаборатории.

Во многих химических (и не только) лабораториях можно увидеть разные вариации "Правил поведения..." (они же - "Правила выживания..."). Первоначальный вариант был найден М.Г. Воронковым во время командировки в Индию. Читая их не трудно понять, что перед химиками разных стран стоит много общих проблем.

- Если вы куда-то пришли, то сначала поздоровайтесь, а потом уже спросите, туда ли пришли.
- Если все-таки не туда – не утомляйте нас своим присутствием.
- Если вы откупорили что-либо – закупорьте.
- Если в руках у вас жидкое – не разлейте, порошкообразное – не рассыпьте, газообразное – не выпустите наружу.
- Если включили – выключите.
- Если открыли – закройте.
- Если разобрали – соберите.
- Если вы не можете собрать – позовите на помощь умельца.
- Если вы не разбирали – не вздумайте собирать.
- Если вы одолжили что-либо – верните.
- Если вы пользуетесь чем-либо – держите в частоте и порядке.
- Если вы привели что-либо в беспорядок – восстановите статус-кво.
- Если вы сдвинули что-либо – верните на место.
- Если вы хотите воспользоваться чем-либо, принадлежащим другому, попросите разрешения.
- Если вы не знаете, как это действует, ради Бога, не трогайте.
- Если это вас не касается – не вмешивайтесь.
- Если не знаете, как это делается, сразу спросите.
- Если не можете что-либо понять – почешите в затылке.
- Если все же не поймете, то и не пытайтесь.
- Если вы горите на работе, постарайтесь, чтобы у вас ничего не загоралось.
- Если у вас что-либо взорвалось, проверьте, остались ли вы живы.
- Если вы собираетесь уйти – уходите.
- **Если не усвоили этих правил, не входите в лабораторию.**

(chem.tut.ru)

Законы органической химии.

(Из фольклора кафедры органической химии Воронежского Государственного Университета)

Нулевой принцип прикладной пиридинодинамики (правило Пшестанчика).

Если вещество пахнет, оно обладает молекулярной структурой. Обратное утверждение неверно.
Следствие.

Не вся органика дурно пахнет.

Второе начало прикладной пиридинодинамики.

Если Вы открыли банку с пиридином в обеденное время, утешьтесь тем, что приём пищи в лаборатории противоречит технике безопасности.

Постулат Крысина.

Кто не работает - тот не пахнет.

Применение.

Наиболее трудолюбивую лабораторию (кафедру) легко определить по запаху.

Закон идеальной чистоты.

Если в лаборатории ежедневно проводить уборку, а не синтезы, то в ней будет идеальная чистота.

Эмпирическое правило Строганова

Судя по окраске реакционной смеси, реакция прошла. Можете вылить в унитаз.

Первый закон Чирковой.

Главное, что должен уметь химик-органик - мыть химическую посуду.

Следствия.

1. Основной реактив в органическом синтезе - сода.
2. Для мытья посуды.

Второй закон Чирковой (контрзакон)

Больше грязи - лучше катализ.

Следствия.

1. Мытьё посуды - не только бесполезное, но и вредное занятие.
2. И вообще, нашли молодого, за содой бежать!

Модифицированный контрзакон Чирковой.

Грязь в колбе – возможность протекания нового каталитического процесса.

Следствие (неутешительное).

Чем грязнее колба, тем больше ненужных реакций в ней протекает.

Закон Сорокатого.

В системе параллельных реакций наиболее вероятен тот процесс, который наименее желателен.

Вывод.

Число побочных продуктов реакции – бесконечно, целевых – конечно по определению.

Принцип сохранения и накопления загрязнений.

Если исходные вещества, взятые для синтеза - высокой степени чистоты, очистка продукта и посуды всё равно будет проблематичной. Если же реактивы содержат примеси - и то и другое, пожалуй, придётся выкинуть.

Следствие Ковыгина.

В смеси продуктов реакции преобладает тот продукт, от которого труднее отмыть колбу.

Следствие Земцова.

Чем выше адгезия нежелательного продукта, тем вероятнее разбить колбу при отмывке.

Применение.

Грохни её сразу, не мучайся!

Закон сохранения грязи.

Нельзя что-либо очистить, ничего не испачкав.

Следствие.

Можно, ничего не очистив, испачкать всё.

Темпоральное правило Ковыгина

Для поисков методики времени всегда не хватает, тогда как для двух-трёхкратной переделки синтеза оно всегда находится.

Следствие.

Если Вы использовали все известные способы проведения данного синтеза, но не добились успеха - прочтите, чёрт возьми, методику!

Первый принцип соотношения неопределённостей.

При чтении методики самый важный компонент реакционной смеси имеет наибольшую вероятность быть пропущенным.

Второй принцип соотношения неопределённостей.

Банку с необходимым реактивом невозможно найти до тех пор, пока этот реактив не синтезирован заново.

Закон действия масс (правило Шмырёвой).

Чем больше количество реактивов, взятое для синтеза, тем меньше вероятность протекания синтеза в нужном направлении.

Применение.

Бери меньше – получишь больше!

Закон Крысина-Шихалиева.

У органических реакций плохо развито чувство долга.

Следствия.

1. Классическая реакция на новом объекте либо вообще не протекает, либо протекает в другом направлении.
2. То, что получилось один раз, не обязано получиться ещё раз.
3. Если синтез с контрольным количеством вещества прошёл удачно, все последующие будут безуспешны.

Закон Крыльского.

Вещество, которое легко синтезируется – плохо кристаллизуется.

Следствия.

1. Вещество, которое трудно синтезируется – кристаллизуется ещё хуже.
2. Выкинь эту смолу.
3. Да вместе с колбой.

Правило невозпроизводимости Ковыгина – Чирковой.

Никогда не пытайтесь повторить удачный эксперимент.

Постулат о скорости реакции.

Чем выше скорость реакции, тем трудней её остановить.

Следствие.

Самые быстрые реакции заканчиваются взрывом и приходом декана.

Пирозакон.

Чаще всего пожары в лабораториях происходят, когда рядом находится декан.

Вывод.

Наш декан – экстрасенс и пироман.

Постулат о пиродеструкции.

Градиент температурных напряжений в приборе таков, что лопается наиболее дорогая часть последнего.

Закон «бутерброда».

Случайно опрокидывается на пол, как правило, стаканчик с самым редким и трудносинтезируемым веществом.

Следствие.

Чем больше стадий синтеза – тем больше вероятность опрокидывания стаканчика

Принцип пирамиды.

Выход в каждой стадии многоступенчатого синтеза обратно пропорционален числу стадий.

Следствие.

Чем больше времени занимает синтез – тем больше вероятность получения в качестве продукта исходного реагента.

Закон необходимости.

Выход продукта реакции обратно пропорционален необходимости его синтеза.

Следствие.

Лучше всего получаются ненужные вещества.

Закон «бедности».

Вероятность наличия исходных реактивов на складе обратно пропорциональна необходимости синтеза продукта.

Следствие.

На складе остались одни ненужные реактивы.

Контрзакон ст. лаб. Лобановой.

Отсутствие нужных реактивов – стимул к открытию новых реакций!

Следствие.

Новых реакций все больше, а реактивов всё меньше.

Достаточное условие подтверждения структуры.

Структуру вещества можно считать доказанной, когда для этого необходимо игнорировать не более 50% пиков в его спектре.

Необходимое условие подтверждения структуры.

Если аналитические данные не подтверждают структуру вещества, от оных необходимо избавиться.

Правило Шингарёвой.

Если эмпирические данные не соответствуют теоретическим предпосылкам – вылейте их в раковину.

Эмпирическое правило методической коррекции.

При пересчёте данных литературной методики на реальный синтез используются следующие коэффициенты:

1. Расход растворителя:.....3,5-4,0
2. Число стадий очистки:.....2,0
3. Потери при очистке:.....2,5
4. Выход:.....0,2
5. Возможность регенерации катализатора:.....0,0

Правило испытания.

Если от нового вещества Вы ожидаете эффекта «эликсира молодости», это не значит, что подопытные кролики разделяют Ваше мнение.

Контрправило.

1. В защиту своей теории всегда можно провести достаточное количество экспериментов.
2. И вообще, кто их спрашивает, этих кроликов!

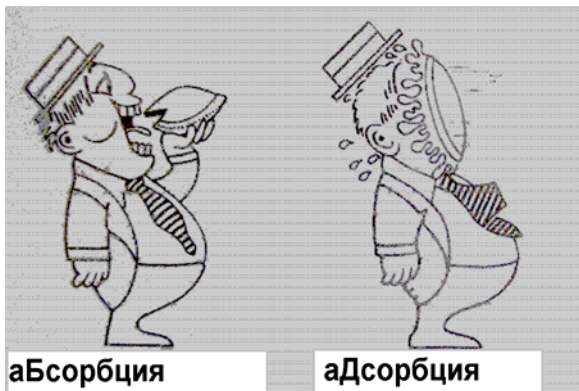
Принцип подобия.

Горячая колба выглядит так же, как холодная.

Собиратель, автор и составитель – аспирант кафедры органической химии ВГУ Ковыгин Юрий Александрович

(forum.xumuk.ru)

Веселые картинки.



Для тех, кто не может запомнить разницу между абсорбцией и адсорбцией.



Цитаты

Эксперимент

Удачный эксперимент – результат прямизны рук и кривизны извилин, а не наоборот.

Работа

Кто умеет - тот работает, кто не умеет – учит, а кто не умеет даже учить – руководит.

Прогнозы, которые скоро сбудутся.

Размылись линии фронта и границы между большими и мелкими антагонизмами. Для очернения другой стороны в глазах ее собственного общества спецслужбы изготавливали фальсификаты стихийных бедствий на своей территории, так чтобы их ненатуральность бросалась в глаза. Было доказано, что некие богатые государства, оказывая помощь более бедным, в поставляемую ими (по весьма дешевой цене) пшеницу, кукурузу или какао добавляли химические средства, ослабляющие потенцию. Это была уже тайная антидемографическая война. Мир стал войной, а война - миром. Хотя катастрофические последствия такого развития, а именно, обоюдная победа, равнявшаяся обоюдному уничтожению, были очевидны, политики по-прежнему гнули свое; заботясь о благосклонности избирателей и обещая во все более туманных выражениях все более благоприятный поворот в недалеком будущем, они все меньше способны были влиять на реальный ход событий. Мир стал войной не из-за тотальных происков (как представлял себе некогда Оруэлл), но благодаря достижениям технологии, стирающей границу между естественным и искусственным в каждой области жизни и на каждом участке Земли и ее окружения...

Станислав Лем *"Мир на Земле"*, 1989 г.

Верующий ученик в школе.

С. В. Багоцкий

Преподавание биологии в школе ставит учителя перед серьезной проблемой, которую традиционная методика по существу игнорирует. Дело в том, что ряд положений школьного курса биологии вызывает у части учеников отторжение по религиозным причинам.

Излагаемые в школьном учебнике представления о биологической эволюции и ее механизмах, происхождении Жизни, и, в особенности, о происхождении Человека от, извините за выражение, обезьяны, плохо согласуются с тем, что говорится в Библии. При наличии в классе верующих учеников и неумном поведении учителя этот печальный факт может создать конфликтную ситуацию.

Какие же задачи должен поставить перед собой учитель, работая с верующими учениками? Было бы, наверное, наивно надеяться на то, что наши уроки приведут к разрыву ученика с религией. Такой разрыв действительно возможен, но для этого нужны очень сильные психологические потрясения (вспомним «Овода» Э. Л. Войнич). Вряд ли их может породить чтение учебников или наши объяснения. Поэтому реалистически мыслящему педагогу следует поставить перед собой более скромную задачу: преодолеть у ученика предубеждение против науки вообще и тех или иных научных концепций в частности. Не посягая на религиозные взгляды ученика, нужно постараться убедить его в том, что теория эволюции Чарльза Дарвина - это не козни Рогатого, а весьма уважаемая теория, принятие которой никак не мешает благочестивому человеку спасти свою бессмертную душу.

Но позвольте, скажет верующий ученик, ведь в соответствующих главах Библии ясно сказано о том, как и в какой День Творения Господь сотворил те или другие группы живых существ. А Библия - это Священная книга, которая обманывать никак не может.

В ответ на это умный учитель может рассказать притчу.

«К одному очень умному папе, имеющему ученую степень доктора физико-математических наук, пришел четырехлетний сынишка и задал какой-то умный вопрос. Например, откуда взялись звезды?»

Папа очень обрадовался, что у него такой умный сын и начал излагать ему основы квантовой механики. Когда папочка написал на бумаге уравнение Шредингера, ребенок поднял истошный рев, выскочил из комнаты и побежал к бабушке. Бабушка рассказала бедному ребенку сказку про царевну-лягушку и мальчик успокоился.

Кто поступил умнее: знающий квантовую механику папа или бабушка?»

Ученик не задумываясь ответит, что описанный в притче папочка - дурак, хотя и доктор физико-математических наук. И такое ответственное дело, как воспитание маленьких детей, доверять ему никак нельзя. На это со стороны учителя следует провокационная реплика: «Но ведь папочка рассказал ребенку правду, а бабушка обманула. Ведь мы знаем, что царевны-лягушки в природе не существует. А квантовая механика - одна из основ современной науки».

Тут ученик задумается и после некоторых размышлений придет к выводу, что до понимания квантовой механики нужно дорасти. А для этого в детстве нужно слушать сказки и верить им. Поэтому все равно бабушка поступила правильнее, чем папа, хотя с формальной точки зрения ей и можно было бы предъявить претензии по части противоречия ее рассказов с данными современной науки. Но для развития ребенка сказка про царевну-лягушку куда полезнее, чем квантовая механика. Бабушка не просто умнее, она мудрее.

И теперь учитель может нанести заключительный удар: «А Господь, который, как известно, представляет собой воплощение Высшей Мудрости, он будет вести себя как папа, или как бабушка? Ведь Шестоднев появился в ту эпоху, когда люди верили в шакала Анубиса и богиню-кошку Бает. Точно так же, как в наши дни маленькие дети верят в разных сказочных

персонажей! Будет ли в этой ситуации Господь пересказывать людям научные истины, или расскажет им, как детям, интересную сказку? И что будет полезнее для людей, живших во втором тысячелетии до нашей эры?»

Из противоречий между теми или иными Библейскими историями и современной научной картиной мира атеистические выводы сами собой не вытекают. Царевна-лягушка - вымышленный персонаж, но этот факт никак не может служить опровержением Бытия Вашей бабушки. А сказка, рассказанная в Шестодневе, действительно содержит глубокую и важную для философии и эволюционной теории мысль. Ее очень хорошо сформулировал не верящий в Бога Радужный Кот, запертый перед казнью в подвале Герцога Сурского:

«И создал Он Человека по образу и подобию Своему. Он создал, Творец. По образу и подобию Своему. Значит, Человек должен быть Творцом, иначе он предаст в себе Главное. Кто-то называет это Главное Богом...» (В. Озеров. «Плутешкина сказка»).

Чтобы не воевать с ветряными мельницами, педагог должен четко представлять себе тезисы, которые отстаивают креационисты.

Для современных креационистов основной таксономической единицей является «сотворенный вид» или, как его обычно называют, «барамин». В одних случаях барамин совпадает с видом, в других - с родом, состоящим из нескольких видов, а иногда даже и с семейством. Внутри барамина креационисты признают и микроэволюцию, и даже видообразование. Предполагается, что в момент сотворения каждый барамин представлял собой отдельный вид, а затем внутри барамина естественным путем может возникнуть несколько видов.

Таким образом, современные креационисты признают микроэволюцию, но отрицают макроэволюцию. Эта позиция выгодна тем, что доказывать макроэволюцию существенно труднее, чем микроэволюцию, ибо эти доказательства строятся в основном на косвенных данных.

Доказательства, приводимые в пользу макроэволюции, хорошо известны читателям. Здесь, разумеется, есть некоторые тонкости, но их обсуждение выходит за рамки настоящей статьи.

Теория Ч. Дарвина, созданная в середине 19 века в Англии, несколько шокирует мягкосердечного читателя кровожадностью своих формулировок, пришедших из работ Мальтуса. Это обстоятельство неоднократно использовалось противниками эволюционной теории из религиозных кругов и порождало сложности в отношениях социалистически ориентированной интеллигенции с дарвинизмом.

Что можно сказать по этому поводу? Очевидно, что закономерности, о которых говорил Мальтус, не вытекают из теории эволюции. Они вытекают из экологии и их справедливость или несправедливость не зависят от того, была эволюция или ее не было. В обоих случаях между особями, принадлежащими к одному виду, идет конкуренция за тот или иной ресурс и повышение численности популяции затрудняет жизнь отдельным особям. Дарвинизм лишь показывает, как это печальное обстоятельство может вести к появлению новых и, в ряде случаев, более совершенных форм Жизни.

Но, по-видимому, изучая биологию в школе, действительно не следует смаковать особо кровожадные детали внутривидовой конкуренции. Тем более что внутривидовая конкуренция не всегда такая уж кровожадная.

При изучении дарвинизма следует, по-видимому, отказаться от таких архаических терминов, как «внутривидовая борьба», «межвидовая борьба», «борьба с неблагоприятными условиями» и перейти на язык, принятый в современной экологии (ресурсы, условия, конкуренция, внутривидовая и межвидовая конкуренция, факторы, стабилизирующие численность популяции). Тем более, что терминология, принятая в современной экологии, не вызывает кровожадных ассоциаций.

Может быть, следует обратить внимание учеников (особенно, учеников младших классов) на гуманистическую сторону теории биологической эволюции. И, в первую очередь, на то, что она учит нас, что все животные (и не только животные) - это наши братья. Хотя они и не столь интеллектуальны, как мы. Поэтому мальчик, мучающий котенка, совершает злое дело по отношению к своему беспомощному братику.

Представления о родстве человека и животных четко прослеживаются, например, в народных сказках. В них лисоньку называют лисичкой-сестричкой, а медведя, как солидного воеводу, величают не как-нибудь, а Михайлой Потапычем Топтыгиным. Это, разумеется, не значит, что наши предки придерживались сознательно эволюционистских взглядов, но эволюционная интуиция у них, несомненно, проявлялась.

Очень серьезной причиной отторжения верующими учениками школьной биологии является ее крайне примитивный взгляд на Человека.

Мы очень много говорим о том, чем Человек похож на других животных и не умеем толком объяснить, чем Человек от них отличается. Это - беда не только школьной программы по биологии, но и всей современной науки. Четкого и однозначного ответа на вопрос о том, чем Человек отличается от своих меньших братьев, сегодня нет. Но это еще полбеда: трагедия в том, что мы не видим и самого вопроса! Ибо подменили в своем сознании фундаментальную проблему Происхождения Разума частной проблемой Происхождения Человека. Человек из школьного курса биологии - это та же обезьяна, только трудолюбивая и несколько более умная. Такая точка зрения неприемлема для верующего, но по большому счету она неприемлема и для мыслящего материалиста. Ибо реальный *Homo sapiens sapiens* в нее явно не укладывается.

«Человек - поистине странное существо; можно сказать, что он - странник и пришелец на Земле. Даже внешне он больше похож на пришельца, чем на порождение нашей Земли. Он не может спать в собственной шкуре, не может доверять собственным инстинктам. Он и волшебник, вооруженный чудесным орудием руки, и калека, вынужденный подпирать себя костылями мебели. У его сознания те же сомнительные преимущества и те же странные ограничения. То его сотрясает прекрасное безумие смеха, словно в очертаниях вещей он увидел отблеск тайны, неизвестной самому миру. Только он знает тайну стыда - чувствует потребность скрывать основные и естественные отправления своего тела, словно догадывается о присутствии чего-то высшего, чем он сам. Мы можем хвалить его, можем ругать, как отступление от природы, но не можем обойти молчанием.» (Г. К. Честертон. «Вечный человек»)

Существует непреодолимый барьер между Человеком, изучаемым на уроках биологии, и Человеком, изучаемым на уроках литературы. И этот барьер как-то нужно преодолевать. Преодолеть его очень трудно, ибо сильной теории Происхождения Разума (так же, как и Происхождения Человека) в современной науке пока нет.

В 20-м веке в научной и околонучной литературе долго и нудно обсуждался вопрос о том, чем детерминированы социально значимые черты того или иного Человека - наследственностью или средой. При этом мы забываем, что Отцы Церкви ставили этот вопрос гораздо глубже: Определяется ли Спасение Души того или иного индивидуума Волей Божией или Свободной Волей Человеческой?

Как легко догадаться, под Волей Божией подразумевалась совокупность факторов, не зависящих от Воли отдельного Человека. Сюда относятся и его гены, и социальная среда, в которой он вырос, и прочее, и прочее, и прочее. А под Свободной Волей Человеческой - его свободный выбор. Что такое Человек - детерминированный автомат и игрушка в руках внешних сил, или Личность, способная делать сознательный Выбор между Добром и Злом?

И сторонники решающей роли наследственности, и сторонники решающей роли среды равно рассматривают Человека, как детерминированный автомат, лишая его возможности выбора! К ним же примыкают и расплодившиеся ныне многочисленные поклонники астрологии.



Урок православной биологии окончен.
Переходим к уроку православной географии.

Эту проблему очень хорошо чувствовал Федор Михайлович Достоевский и его персонажи. Вспомним «Записки из подполья» и другие произведения. Всем своим творчеством Федор Михайлович блистательно развенчал популярное в естественнонаучных кругах 19-го и 20-го веков представление о Человеке, как детерминированном автомате и вскрыл пустопорожность дискуссий на тему о роли наследственности и среды. Поведение героев Достоевского принципиально многовариантно и из этой многовариантности следует Свобода Выбора.

Многих верующих (как, впрочем, и неверующих) учеников шокирует стремление некоторых педагогов к сексуальному просвещению подрастающего юношества. Смысл такого просвещения выглядит более чем сомнительным. В течение сотен миллионов лет половое размножение происходило без помощи учебных пособий с грифом Министерства образования. И ничего, как-то обходились. Полагаю, что обойдутся и в дальнейшем.

По-видимому, единственный смысл полового просвещения заключается в том, чтобы разрушить культурные нормы, запрещающие публично обсуждать интимные отношения между мужчиной и женщиной. Нужно ли это делать? Если да, то зачем? И какие последствия это повлечет за собой? Деятели образования, страдающие сексуально-просветительским зудом, не дают убедительных ответов на эти вопросы.

Разговор на эротические темы с учениками требует исключительно высокой психолого-педагогической культуры. Лично я такой культурой не обладаю. И, как я подозреваю, то же самое может сказать о себе подавляющее большинство учителей биологии. В таких ситуациях лучше руководствоваться принципом «Не уверен - не обгоняй!»

Не будучи верующим человеком, я целиком и полностью разделяю резко негативную позицию Православной Церкви по вопросам сексуального просвещения в средней школе.

Проблема, поставленная в настоящей статье, достаточно сложна и педагогической наукой не исследована. Тем не менее, игнорировать ее существование никак нельзя. Школа должна давать полноценное образование всем детям: и тем, которые верят в Бога, и тем, которые в Него не верят. Учебный процесс не должен порождать ненужных конфликтов между учителем и учениками. По-видимому, в Стандарте образования, а также в иных официально утвержденных документах должно быть записано, что «Ученик имеет право публично выразить свое несогласие с теми или иными, неприемлемыми для него по религиозным причинам положениями школьного курса. В том числе и на экзамене. Тем не менее, он обязан их знать». Это правило должно распространяться и на абитуриентов, поступающих в ВУЗы.

Полагаю, что для верующего человека знакомство с эволюционной теорией полезно. Вне зависимости от того, признает он макроэволюцию или нет. Ведь для того, чтобы со знанием дела защищать свои взгляды, нужно знать концепции и аргументы своих идейных противников. Иначе можно попасть впросак.

(журнал Открытия и гипотезы).

Перкурсорная антиутопия. Москва XXI в.

1. Недалекое будущее. Москва 20... год. Только недавно приняты 9-й и 10-й списки перкурсоров.
2. Бабаяну более 100 лет. По телевизору в программе новостей очередной раз опровергаются слухи о его кончине. Доктора утверждают, что он в прекрасной форме и проживет еще не один десяток лет. Они говорят, что такой ясности мысли нет даже у иных молодых. Не верьте, мол, что он пребывает в глубоком маразме. Это гнусные измышления врагов и вредителей. Далее идут кадры из больницы имени ФСКН (бывший «склиф»). Бабаян, прикованный к постели, окутанный проводами и трубками. Он подключен к аппаратам искусственного дыхания, искусственного кровообращения, искусственного мышления. Дрожащей рукой он тыкает в «Справочник химика». Секретарша в белом халате и форменной маске (ну такой с прорезями для глаз и рта) работника ФСКН с золотой кокардой на лбу тут же заносит указанное вещество в свой блокнот. Голос комментатора: «Как видите, идет напряженная работа над созданием списка №11.»
3. Химическая промышленность полностью остановлена. Директора, их замы и старший инженерный состав этих заводов сидит за решеткой. Нескольких, допустивших особенно серьезные нарушения, показательно расстреляли на Красной площади. В основном это были те, у кого на заводах массово применялись такие СИЛЬНОСТРАШНЫЕ вещества (термин, пришедший на смену слову «сильнодействующие»), как серная кислота, толуол и т.д. Они не смогли убедительно объяснить, как и зачем они использовали их на своем предприятии. Такие отговорки, как, мол, для производства удобрений или там красок, к рассмотрению не принимались, как заведомо лживые. Рядовые же работники этих заводов уже частично освобождены.
4. Закрыты многие заводы нехимического профиля, поскольку без «химии» они работать не могут. Некоторые заводы правительство еще терпит, например, нефтеперерабатывающие. Но во избежание злоупотреблений со стороны персонала и недопущения незаконного оборота перкурсоров, на самых ответственных местах трудятся роботы. Однако и это не гарантирует полной наркобезопасности страны, так в 20XX году на №-ском нефтеперерабатывающем заводе случился казус. Там была вскрыта недостача 0,5 л бензола. В результате несовершенства законодательной базы на тот момент под суд и за решетку были отправлены ректификационная колонна-автомат и компьютер, который исполнял обязанности директора завода. В настоящий момент недостатки законодательство устранены и для проштрафившихся роботов созданы специальные исправительные учреждения.
5. Вещество «вода» значится в списке №8. Поэтому все водоемы обнесены тройной оградой из колючей проволоки. Над сооружением этих заграждений трудились заключенные - бывшие работники химических предприятий. На окраине города звучит канонада, это разгоняют дождевые облака. Если же дождь все-таки случается, раздается сирена и по громкой связи объявляется комендантский час. По всему городу устроены ПротивоДождеВодяные укрытия. Всех, кто во время дождя будет обнаружен на улице, арестовывается специальными отрядами ОМОНа в скафандрах. Это правонарушение в соответствии с новым УК рассматривается как особо опасное и за него можно получить до 5 лет тюрьмы. После дождя на улицы выбегают бойцы детской пионерской организации «Юный бабаянец», неся с собой переносные загородки и огораживают ими лужи. После этого они немедленно сообщают о луже «куда следует» и охраняют ее до появления охранника в скафандре. После этого следует торжественная передача объекта под охрану, с отдачей салюта и оформлением соответствующих бумаг.
6. Вода в дома пока еще подается. Но мыться строго запрещено. Все ванны комнаты в домах либо демонтированы, либо закрыты и опечатаны. Мытье только в специальных общественных помывочных и только под надзором специальных сотрудников (тоже в скафандрах). При выходе из помывочного отделения сотрудник досматривает каждого посетителя на предмет выноса воды на теле, во рту, ну и в некоторых др. укромных местах.
7. В домах на кранах установлены счетчики воды. При каждом открытии крана следует делать запись в журнале расхода. Использование воды для приготовления пищи строго регламентировано. Разрешается готовить только определенные блюда, одобренные специальной комиссией при ФСКН.

Нормы расхода должны строго соблюдаться. При приготовлении пищи обязательно ведение кухонного журнала. Правильность ведения журналов контролируется внезапными проверками спецгруппами (обычно с крыши на тросах с вышибанием окон). Прием пищи должен осуществляться перед камерой наблюдения, а затем составляться протокол, который подписывается поваром и едоком. В конце каждого месяца каждый гражданин должен отчитаться в фискальном отделе ФСКН за использованную воду. При этом должны быть представлены следующие документы: показания счетчика воды за отчетный период, журнал расхода воды из крана, кухонный журнал, протоколы приема пищи и видеоматериалы.

8. Но скоро воду в домах отключат. Сейчас ведется подготовка к этому прогрессивному событию. Это будет переход на питание высококачественными, высококалорийными (и т.д.) консервами. Пища будет производиться на заводах и продаваться в специальных бронированных контейнерах, что бы злоумышленники не могли извлечь из них воду и уксусную кислоту. Для предотвращения этого запрещены к продаже «болгарки» и некоторый другой режущий инструмент. Прием пищи из такого контейнера будет осуществляться через специальный клапан. Причем контейнер будет крепиться к голове и специальное устройство не позволит его снять, пока пища не будет проглочена.

9. Каждый гражданин обязан ходить с катетером и мочеприемником с мочесчетчиком. Мочеприемники по заполнению сдаются в специальные пункты приема «Вторичного продукта» (цит. Войнович В.Н. «Москва 2042»). Все протоколируется. Специальный отдел ФСКН проверяет баланс приход-расход (вода-моча).

10. Автомобили. Свинцовые аккумуляторы повсеместно запрещены из-за содержащейся в них серной кислоты. Вместо них теперь используются угольно-цинковые батареи питания. Бензин используется с октановым числом не более 50 и только прямой перегонки, т.к. в нем мало циклических УВ, которые признаны перкурсорам бензола и толуола и включены в список №7. Тем не менее, бензин на заправках не заливается, а меняется вместе с баком. Бак опечатывается. При замене составляется протокол (пробег, расход и т.д.).

А наркоман по имени ...эээ... ну скажем, Славик чувствует себя прекрасно, занюхивая колумбийский кокс. Его-то у нас никогда не делали. А вся эта возня наркотрафику не помеха.

(anchem.ru/forum)

Памятка псевдоизобретателю

В.Н. Витер.

Леженауке и ее "труженикам" посвящается

В наше время все больше и больше людей посвящают себя "нелегкому" делу псевдонауки, псевдоизобретательства и лжеобразования. Непростому и благородному: надо изо всех сил помогать политической "элите" оболванивать народ, держать его в беспросветной глупости, темноте и неведении. Как видите, Ваша упорная работа является не просто востребованной, но и имеет первостепенное государственное значение. Можно сказать, что псевдонаука, псевдоизобретательство и надувательство в системе образования превратились в массовую профессию. И так – скорее за дело.

Надеюсь, что придумать (или у кого-то передрать) свою выдающуюся псевдороботу Вы сможете и сами. Если даже с этим возникают проблемы, то рекомендую обратиться к статье, опубликованной ранее в № 4 нашего журнала за 2000г. А если такового номера вы не найдете (ввиду его отсутствия в природе) – не спешите обижаться. Выдумывание несуществующих вещей и фактов является основой успешной псевдоизобретательской деятельности. Но мы сильно отвлеклись.

Итак, несколько слов про Вас. Типичный псевдоизобретатель – человек с высшим инженерным образованием. Некоторые из них успели разок-другой вылететь из НИИ (по причине неспособности к научной работе), но столь справедливой наша система бывает крайне редко. Спектр деятельности работников псевдонаучной и псевдотехнической областей весьма широк, но можно выборочно назвать некоторые из них:

- медицина
- источники энергии (вечные двигатели, дармовое топливо и т.п.)
- все, что связано с водой
- все, что имеет приставку "био-"
- фундаментальная картина строения нашего мира (сюда лезут наиболее амбициозные личности)

В любом случае, я думаю, что Вы уже давно решили в какой из перечисленных паранормальных областей (или во всех сразу) приносить "пользу" обществу. У Вас уже есть свое "изобретение", а что делать дальше?! Попробовать опубликовать? Но, ни один солидный журнал такого не пропустит, а несолидные журналы люди используют только с одной целью – в них заворачивают селедку. Может попробовать просунуть свой материал на какой-то паранормальный сайт или форум? Типичная ошибка новичков – там Вы потонете в океане себе подобных. И тут, наконец, приходит удачная мысль – попробовать презентовать свою паранормальную работу на нормальном форуме. И так, за дело!

Но очень скоро Вы обнаруживаете, что участники довольно прохладно относятся к Вашим псевдодостижениям. Это совсем не беда, скорее наоборот – теперь все в Ваших руках, и если Вы будете действовать правильно – дело в шляпе. К Вам придет известность, всеобщее признание и т.д. А там и до самой шнобелевской премии недалеко!

В первую очередь надо определить участников, которые не согласны с гениальной псевдоконцепцией и, не тратя попусту времени, обрушить на них всю мощь тяжелой артиллерии. Пишите как можно больше, как можно чаще, и при этом, не забывая игнорировать все рациональные аргументы оппонентов. Даже если Ваши противники одержат временную победу, она быстро потонет в море пустопорожних слов. Этим приемом можно пользоваться неограниченное число раз. Не забывайте о пользе грубости: собеседник или махнет на все это рукой или опустится до Вашего уровня. В любом случае, выигрыш очевиден. Помните, что широкопрофильных специалистов мало, а те, что есть, вряд ли станут ввязываться. Поэтому по чаще и как можно радикальнее меняйте тему обсуждения.

Очень плодотворным является принцип "быть чужим среди своих". Среди химиков Вы – биолог, среди биологов – химик, среди технарей – гуманитарий, с медиками Вы математик и квантовый физик... На любой вопрос всегда готов неотразимый ответ: "да вы все ничего не понимаете в моей специальности!". Правда может случиться так, что специалисты из разных областей соберутся вместе.

Тогда... желаю успеха ("здесь Паша Эмильевич понял, что сейчас его будут бить, может быть, даже ногами." И. Ильф, Е. Петров).

Проиллюстрируем сказанное конкретным примером.

Допустим, оппоненты обратили внимание, что в Ваших "экспериментах" диэлектрическая постоянная воды в 2.5 раза меньше, чем на самом деле (и это до любой обработки). Успокойтесь. Ничего еще не потеряно. Сразу же скажите, а какую именно воду оппонент имел ввиду? Ведь учитывая наличие изотопов, разных видов воды больше сотни. Не удалось напугать изотопами – спросите, возможно ли, перевести химически чистую воду в такое состояние, чтобы, в месте прохождения прохождения через неё лазерного луча она приобретала серый цвет. Попутно отметьте, что природная вода не прозрачна ни для инфракрасного, ни для ультрафиолетового излучения. Чудо! Но оказывается оппонент и в этом вопросе компетентен? Не беда - утверждайте, что Ваше открытие следует из самих основ теории вероятности и квантовой динамики. И вообще согласно теории вероятности среди миллиарда псевдонаук попадает одна настоящая. И, естественно, именно ее Вы и открыли. Она полностью соответствует принципам строения биополя Вселенной и гармонии информационных флуктуаций. В таком духе можно продолжать до бесконечности. Вернее до того момента, пока любой уважающий себя человек не махнет на Вас рукой. Вот теперь можно вешать лапшу на уши доверчивых участников в свое удовольствие.

Не редко случается, что модераторы (или администратор) пытаются пресечь псевдонаучное словоблудие. Не теряйтесь – они в гораздо более невыгодном положении, чем все остальные участники. Сразу же перейдите в атаку – побольше плачьтесь, что Вас обижают модераторы, что они используют адимнресурс, что может они и неплохие специалисты, но как модераторы они нули без палочки... В перерывах между плачем Ярославны не забывайте почаще их провоцировать, чтобы Вас забанили. Нетрудно понять, что такой результат означает Вашу полную моральную победу. "Я пострадал во имя науки, словно Джордано Бруно от рук инкви.., то есть от рук модераторов! Значит моя псевдоконцепция – абсолютная истина."

Помните о пользе ключевых слов: биополе, электрокинетический генератор, живая вода, структура воды, вечный двигатель, дешевый бензин, опровержение эволюции, онкология и т.п. Почаще их употребляйте и главное – добавьте в название темы. Тогда успех обеспечен. Через поисковые системы на форум слетится стая ваших "коллег" и образованным людям ничего не останется, кроме как спасаться бегством.

Эти господа ученые возомнили, что им дадут спокойно пообщаться в интернете, да еще и объяснять свою позицию остальным людям. Нечего народ баламутить, не допустим! Ану марш голливудский боевик смотреть - в перерывах между рекламой про тетю Асю. А потом – астрологический прогноз, передача о конце света, фильм "Люди произошли от бабочек с Марса", хит-парад колдунов, срочно в номер: Ванга воскресла, уроки слова божьего в школе, статья о пользе циркониевых браслетов.

Полную **баранизацию** общества намечено закончить к концу следующего десятилетия. За работу!

Происшествия

В Киеве произошел выброс хлора.

28 июня на территории частного сектора в Днепропетровском районе Киева произошел выброс хлора.

Как сообщает интернет-портал пожарно-спасательной службы столицы ЧП случилось на территории частной усадьбы, где местный предприниматель организовал сбор металлолома. Ему было сдано 5 металлических 200-литровых баллонов из-под хлора. Выброс газа случился во время отрезания крана на баллоне. В результате по близости усадьбы листья на деревьях и трава моментально почернели и стали сухими.



Ликвидировать выброс удалось через два часа, когда территория была обработана распыливанием воды.

Сообщается, что никто из людей не пострадал.

(УНІАН).

От редакции: остается только догадываться о реальном количестве потерпевших.

Ферроцен в топливе.

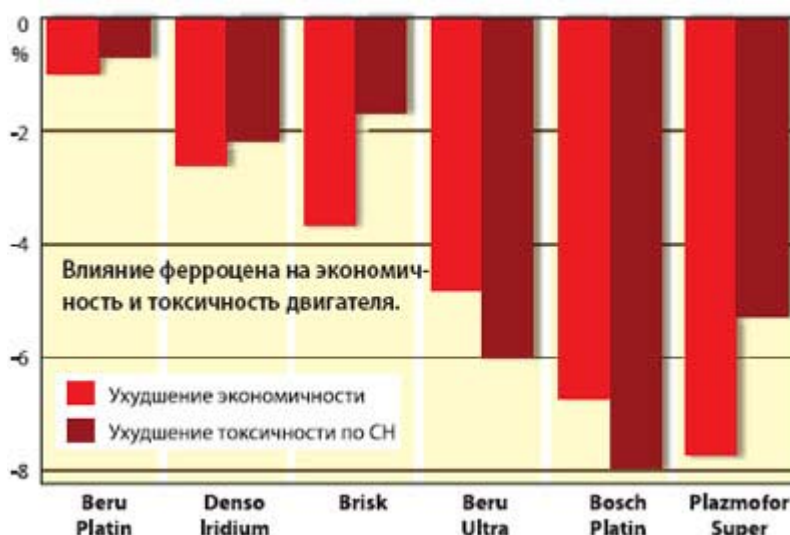
Свечи куплены и доставлены в лабораторию. О том, что такое «октановое число» и как его измеряют, мы рассказывали не раз. Напомним, что из существующих технологий производства бензинов лишь одна - каталитический риформинг - позволяет сразу получить нужное октановое число, вплоть до 98. Таких бензинов сравнительно немного, при этом они весьма дороги! А можно ли из низкооктановых бензинов, сравнительно дешевых, получить высокооктановое топливо? Да, конечно - для этого существует так называемая «химизация» топлива, когда нужное октановое число достигается добавкой различного рода присадок (подробности - в нашей врезке). Здесь-то и нашел свою нишу ферроцен - находка для нефтяников: он столь же дешев (особенно китайский!), сколь и эффективен. Если следовать разрешенным нормам, то одного килограмма этого оранжево-коричневого порошка стоимостью в десяток условных единиц хватает для изготовления 50 тонн (!) высокооктанового бензина. Сказка, а не порошок... Но вот беда: он порождает множество отложений в камере сгорания и выпускной системе. Железо, которое является основой этого металлоорганического соединения, гореть почему-то не хочет - оно осаждается и на клапаны, и на свечи, и на стенки выпускной системы, причем не просто так, а в виде токопроводящих оксидных пленок цвета качественной ржавчины. Как с этим бороться? Да как в бородатом анекдоте - «летай, сынок, но так низенько-низенько...». С ферроценом нечто подобное - лей, но маленько-маленько. Раньше, во времена преимущественно простеньких карбюраторных двигателей разрешали использовать эту бяку в концентрации не больше 37 мг/л топлива. Для «башковитых» впрысковых моторов и этого оказалось много - токопроводящие отложения стали весело убивать лямбда-зонды и катализаторы. Наши подумали-подумали и решили... не запрещать ферроцен совсем, как это сделано в большинстве цивилизованных стран, а уменьшить его предельно допустимую концентрацию - до 17 мг/л. Но уж коли хоть что-то разрешено, а на горизонте маячит суперприбыль от реализации копеечного прямогонного бензина под видом супертоплива, то предсказать последствия нетрудно! Вдали от крупных городов и контролирующих органов удержаться от соблазна ох как трудно... А теперь - к практике! Что реально происходит со

свечами, работающими на отравленном ферроценом бензине?

СМЕРТЕЛЬНЫЙ НОМЕР

Свечи зажигания - это макушка айсберга, который может пострадать от ферроцена. Еще есть лямбда-зонды и катализаторы - но ими займемся позднее: и без того ферроценовый тест очень длинный. И дорогой... Для испытаний решили взять самые известные свечи с «надежной» родословной, дабы на корню пресечь разговоры о том, что пациент помер сам по себе. Компания подобралась разноликая и достойная. Классические одноэлектродные свечи представили французские Beru Ultra 14R-7DO, из «трехэлектродок» взяли Brisk DR15-TC1 Extra, а из современных свечей с «драгоценными» электродами пригласили Bosch Platin WR7DP. И это еще не все. От очень редкого, но столь же эффективного класса иридиевых свечей взяли японские Denso Iridium IK20 с диаметром электрода 0,4 мм, а обойтись без Beru Ultra Platin UX79P было просто невозможно: этот комплект - внимание! - и четырехэлектродный, и платиновый, и самоочищающийся! Для разнообразия в тест включили плазменно-форкамерные свечи Plazmoфор Super ПФА 17 ДРМ украинского производства.

БОДЯГА ТРЕТЬЕЙ СТЕПЕНИ



Для начала на моторных стендах были сняты базовые характеристики двигателей с каждым из комплектов. Заодно оценили процесс искрообразования у всех свечей. Ничего нового по сравнению с тем, что получали ранее, не увидели - и это хорошо: стабильность - признак качества! А затем началось... Для каждого комплекта свечей на отдельном двигателе, заранее определенном на закление, выжгли по сорок литров бензина с запредельным по нашим нормам содержанием ферроцена - 100 мг/л.

Бензин изготовили - точнее, набодяжили - сами... Если соответствовать нашим старым нормам, то это - две с половиной полных заправки, если новым - то более пяти. Впрочем, такую дозу легко можно хватануть и при одной-единственной заправке - если уж совсем не повезет. Зачем брали отдельный двигатель - понятно. Ведь ферроцен дает отложения не только на свечах, и все это влияет на показатели мотора. Поэтому контрольные замеры делали на «чистых» моторах, ставя туда полуживые свечи.

КРАСНАЯ СМЕРТЬ, КАК ОНА ЕСТЬ

Начнем с хорошего известия - все свечи остались живы, а потому разговоры о возможной остановке в чистом поле даже после такой экстремальной заправки ушли с повестки дня. Но свечам стало очень плохо, причем в разной степени: это видно по увеличению расхода топлива и росту токсичности. Больше всего пострадали украинские Plazmoфор. Чуть лучше чувствовали себя немецкие Bosch Platin. Классические Beru Ultra отработали поспокойнее, но и на них влияние ферроцена более чем заметно. Зато окислы азота снизились и там, и там - на те же 18-20%. Хорошо? Напротив - это говорит о нарушениях в искрообразовании, при которых часть топлива летит несгоревшей прямо в трубу! Отсюда и рост расхода топлива, и выход несгоревших углеводородов - а окислы азота падают потому, что температуры сгорания уменьшаются. А вот иридиевые свечи Denso и «многоэлектродки» Brisk

оказались значительно более лояльными к ферроцену. Для них снижение расхода топлива составило примерно 2-3%, а рост токсичности по СН - 7-9%. Скорее всего, Denso спасло то, что тонкий центральный электрод диаметром всего 0,4 мм создает напряженность электрического поля, сконцентрированную в очень малом объеме, в результате разряд «сносит» с электродов все - и органические отложения, и нагары, и оксиды железа. А для Brisk отработали три боковых электрода - искра начинает бить по наиболее простому пути, поскольку есть альтернатива. Вот пропусков вспышек и меньше. Если следовать такой логике, то свечи Beru Ultra Platin вообще должны были не почувствовать ферроцена! Там и самоочистка, и платиновый центральный электрод, и четыре боковых электрода! Так оно и получилось - изменение параметров двигателя с этими свечами уложилось в пределы погрешности измерения. Кстати, по утверждениям некоторых специалистов, при загрязнении ферроценом падает сопротивление изолятора и свеча начинает «шить»... Вот этого наш эксперимент не выявил - как для новых, так и для загрязненных свечей мегаомметр показал одно и то же сопротивление - бесконечность!

ОТКУДА БЕРЕТСЯ ОКТАН?

Известны три основных принципа в производстве высокооктановых топлив путем их химизации. Первый - использование добавок на базе ароматических углеводородов. Пример - монометиланилин (ММА), имеющий октановое число 280. Один процент добавки такого состава повышает октановое число базового бензина на 1-2 единицы. Основной недостаток - повышение токсичности отработавших газов и уровня органических отложений в камере сгорания. Второй - использование высокооктановых компонентов на базе спиртов или эфиров. Наиболее распространенное - метилтретбутиловый эфир (МТБЭ). Это кислородсодержащие вещества, и добавка их к базовому топливу повышает полноту сгорания, снижает токсичность отработавших газов. Основные недостатки - сравнительно низкое октановое число (110-120), поэтому требуется большой процент добавки - до 15%, а это существенно снижает общую теплотворную способность товарного топлива. Кроме того, у таких топлив повышенная агрессивность к резинам и пластикам. Третий - использование металлосодержащих антидетонаторов на базе свинца, железа, никеля, марганца и других металлов. Основное преимущество этих присадок - очень высокая «работоспособность»: тетраэтилсвинец имеет эффективность в 600 раз большую, чем бензол, а ферроцен - в 450-500 раз. Основные недостатки - плохая выносимость из камеры сгорания, а также резкий рост канцерогенной опасности отработавших газов

СОВЕТЫ ПЕРЕД ДАЛЬНЕЙ ДОРОГОЙ

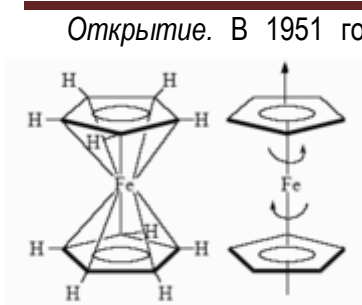
Тем, кто сразу полез в конец статьи за информацией на тему «Что купить?», попробуем дать несколько советов - они могут пригодиться перед дальней и нецивилизованной дорогой. Во-первых, прихватить с собой канистру с качественным и проверенным бензином, заправившись перед выездом «под завязку». Во-вторых, избегать неизвестных, особенно контейнерных заправок на трассе, сколь бы привлекательной ни казалась цена. А уж если ферроценовое насилие над мотором представляется неизбежным, то поставьте либо самоочищающиеся «многоэлектродки», либо что-то с тонким центральным электродом. И -СЧАСТЛИВОГО ПУТИ!

(журнал За рулем)

Для справки (Википедия):

Ферроцен — бис-η⁵-циклопентадиенилжелезо(II) (η⁵-C₅H₅)₂Fe.

Свойства. Оранжевые кристаллы; температура плавления 173 °С, температура кипения 249 °С; плотность 1,49 г/см³ (25 °С); устойчив до 470 °С; возгоняется при атмосферном давлении; растворим в органических растворителях, нерастворим в воде; устойчив к действию воздуха, горячей конц. соляной кислоте и растворам щелочей.



Открытие. В 1951 году Т. Кили и П. Посон, пытаясь синтезировать новый углеводород — дициклопентадиенил, неожиданно для себя выделили совершенно новое, исключительно устойчивое жёлто-оранжевое кристаллическое соединение, содержащее железо. Потребовалось около года, чтобы понять, как построено это соединение. Выяснилось, что атом железа «запечатан» между двумя симметричными пятичленными кольцами, причём так, что все расстояния Fe—С оказались одинаковыми. Кроме того, оказалось, что кольца в молекуле свободно вращаются вокруг оси, соединяющей центры колец (в твёрдом состоянии более устойчива заторможенная конформация).

Соединение было названо ферроценом, а подобный структурный тип — сэндвичевым. Сэндвичевая структура ферроцена была установлена Р. Вудвордом и независимо от него Э. Фишером в 1952 году на основании магнитных, спектральных и рентгеноструктурных данных.

Свойства. Многими исследователями было показано, что по общему характеру реакционной способности ферроцен напоминает бензол; это привело к тому, что очень скоро после открытия ферроцен был назван небензоидной ароматической системой. Для него характерны три типа химических превращений: замещение водорода в C_5H_5 -кольцах без разрыва связей Fe—С, окисление по атому Fe и разрыв связи Fe—С.

Реакции электрофильного замещения для ферроцена протекают легче, чем для бензола; при этом образуются как моно- так и гетероаннулярные (содержащие заместители в разных циклах) дизамещённые производные.

Ферроцен легко и обратимо окисляется до катион-радикала ферроценения (кислородом воздуха в кислой среде, перекисью водорода, иодом, хлоридом железа(III) и т.п.). При окислении не происходит заметных изменений в геометрии молекулы ферроцена. Разбавленные растворы солей ферроценения окрашены в синий цвет, концентрированные — в красный.

Связь Fe—С в ферроцене мало реакционноспособна и разрывается только при действии очень сильных восстановителей: водорода в присутствии катализатора (Никель Ренея) (300 °С, 2,5 МПа) либо растворов щелочных металлов в жидком аммиаке или аминах. При взаимодействии ферроцена с аренами в присутствии $AlCl_3/Al$ одно кольцо замещается на арен и образуется катион $[Fe(C_5H_5)(арен)]^+$.

Применение. Ферроцен используется в нефтяной промышленности в качестве антидетонатора. Применяется как термостабилизатор полиэтилена и диеновых каучуков (например, бутадиеновых); используется в синтезе некоторых медицинских препаратов.

Профессор А. Донда.
*Станислав Лем.***Из воспоминаний Ийона Тихого**

Эти строки я пишу на глиняных табличках, сидя перед своей пещеркой. Раньше я часто задумывался, как же это делалось в Вавилоне, но никак не мог предположить, что мне самому придется этим заняться. Тогда, наверное, глина была лучше, а может быть, клинопись больше подходит для такого случая. У меня глина то расплывается, то крошится, но все равно это лучше, чем царапать известняком по сланцу, - с детства не переношу скрежета. Теперь я уже не стану называть первобытную технику примитивной. Прежде чем уйти, профессор долго наблюдал, как я мучаюсь, высекая огонь, а после того как я сломал поочередно консервный ключ, наш последний напильник, перочинный нож и ножницы, он заметил, что доктор Томпкинс из Британского Музея сорок лет назад попробовал вручную изготовить обыкновенный скребок, какие делали в каменном веке, но только вывихнул себе запястье и разбил очки. Профессор добавил еще что-то о презрительном высокомерии, с которым мы привыкли смотреть на своих пещерных предков. Он прав. Мое новое жилище убого, матрас совсем сгнил, а из артиллерийского бункера, где мы, было, так хорошо устроились, нас выгнала старая больная горилла, которую черт принес из джунглей. Профессор утверждает, что горилла нас совсем не выселяла. Это тоже правда - она не проявляла агрессивности, но меня нервировали ее игры с гранатами. Может быть, я и попытался бы ее прогнать - я заметил, что она боялась красных банок с консервированным раковым супом, их там еще много осталось, - но боялась она их не то чтобы очень сильно, а кроме того, Марамоту, который теперь открыто признается в шаманстве, заявил, что узнал в обезьяне душу своего дяди, и запретил нам ее раздражать. Мне очень жаль бункера; когда-то он служил одним из пограничных укреплений между Гурундувайю и Лямблией, но теперь солдаты разбежались, а нас выкинула вон обезьяна. Я все время невольно прислушиваюсь, потому что забавы с гранатами добром не кончаются, но пока слышны только стоны объевшихся урувоту и ворчание того павиана с подбитым глазом, про которого Марамоту говорит, что это не простой павиан, но если я не буду делать глупостей, то и он, наверное, тоже не перейдет к действиям.

Порядочная хроника должна иметь датировку. Я знаю, что конец света наступил сразу после периода дождей. С тех пор прошло несколько недель, но я не могу сказать, сколько именно, потому что горилла отняла у меня календарь, в котором я записывал важнейшие события - сначала чернилами, а когда они кончились - раковым супом.

Профессор убежден, что это вовсе не конец света, а только конец нашей цивилизации. Я вынужден с ним согласиться, ибо нельзя события таких размеров мерить своими личными неудобствами. Ничего страшного не произошло, - говорил поначалу профессор и предлагал Марамоту и мне что-нибудь спеть, однако, когда у него кончился табак, он потерял душевное спокойствие и после попытки набить трубку кокосовыми волокнами отправился в город за новым табаком, хотя вполне представлял себе, чем грозит в теперешних условиях такое путешествие. Не знаю, увижу ли я его когда-нибудь. Тем более я обязан оставить его жизнеописание потомкам, которым предстоит возродить цивилизацию. Моя судьба сложилась так, что я вблизи мог наблюдать выдающихся личностей эпохи, и кто знает, не будет ли Донда признан первым среди них. Но сначала надо объяснить, как я оказался в африканском буше, который сейчас стал ничьей землей.

Мои достижения на ниве космонавтики принесли мне некоторую известность, и разнообразные организации, учреждения и частные лица обращались ко мне с просьбами о сотрудничестве, титулуя меня профессором, членом Академии или, по меньшей мере, доктором.

Мне все это было неприятно, поскольку я считаю, что не заслужил никаких званий, но профессор Тарантога убедил меня, что общественное мнение не может смириться с пустотой, зияющей перед

моей фамилией, и, договорившись за моей спиной со своими влиятельными знакомыми, сделал меня Генеральным представителем ФАО - Всемирной продовольственной организации - в Африке.

Я принял этот пост вместе с титулом Советника и Эксперта, потому что считал его чистой синекурой, но оказалось, что в Лямблии, республике, которая мгновенно от палеолита перешла к монолиту современного общественного устройства, ФАО построила фабрику кокосовых консервов, и я как полномочный представитель должен был ее торжественно открыть. И надо же было случиться, что магистр-инженер Арман де Бэр, который сопровождал меня по поручению ЮНЕСКО, на приеме во французском посольстве потерял очки и, приняв сослепу шакала, подвернувшегося ему под руку, за легавую, решил его погладить. Известно, что у шакалов на зубах может оказаться трупный яд. Увы, достопочтенный француз пренебрег опасностью и через три дня умер. В кулуарах лямблийского парламента прошел слух, будто шакал одержим злым духом, которого вселил в него некий колдун, и кандидатура этого колдуна на пост министра религиозных культов и народного просвещения была снята после демарша французского посольства. Посольство не дало официального опровержения, возникла деликатная ситуация, а государственные мужи Лямблии, неопытные в дипломатическом протоколе, вместо того чтобы без лишнего шума отправить останки на родину, сочли это событие еще одним поводом блеснуть на международной арене. Генерал Махабуту, военный министр, дал траурный коктейль, на котором, как принято в таких случаях, все со стаканами в руках беседовали обо всем и ни о чем, и я, сам не помню когда, на вопрос полковника Баматагу, директора Департамента по европейским делам, ответил, что действительно, высокопоставленных покойников у нас иногда хоронят в запаянных гробах. Мне и в голову не пришло, что этот вопрос имеет что-то общее с умершим французом, а лямблийцы, в свою очередь, не нашли ничего естественного в использовании фабричных устройств для похоронного ритуала. И умершего выслали самолетом Эр Франс, в ящике с рекламой кокосов, но самым оскорбительным было то, что в ящике находилось 96 запаянных консервных банок.

Потом из меня сделали козла отпущения - мол, я не предотвратил скандала; но как я мог такое предвидеть, если ящик был заколочен и покрыт трехцветным флагом? И еще все возмутились, отчего я не послал лямблийским властям меморандума с разъяснением, насколько неуместна развеска покойников на порции и консервирование их в банках. Но мне было не до того. Генерал Махабуту неизвестно зачем прислал мне в номер лиану, и только потом, от профессора Донды, я узнал, что это был намек на виселицу. После этой увертюры к отелю прибыла экзекуционная команда, которую я, не зная языка, принял за почетный караул. Если бы не Донда, я наверняка не поведал бы этой истории, а впрочем, и никакой другой. В Европе мне советовали остерегаться его, как беспринципного мошенника, который использовал легкоеверие и наивность молодого государства, чтобы свить себе там теплое гнездышко. Бессовестные шаманские штучки он поднял до уровня теории, которую и преподавал в местном университете. Поверив своим информаторам, я считал профессора шарлатаном и прохвостом и на официальных приемах держался от него подальше, хотя он производил на меня впечатление вполне симпатичного человека.

Генеральный консул Франции, резиденция которого находилась ближе всего (от английского посольства меня отделяла река, кишущая крокодилами), отказал мне в убежище - и это при том, что я прибежал к нему из "Хилтона" в одной пижаме. Консул сослался на государственные соображения, а именно на ущерб интересам Франции, мною якобы нанесенный. Наш разговор через дверной глазок шел на фоне ружейных залпов - это присланная за мной команда тренировалась на задворках отеля, - и я стал прикидывать, идти ли мне на расстрел или броситься к крокодилам, как вдруг из камышей выплыла нагруженная багажом пирога профессора. Когда я уже сидел на чемоданах, профессор сунул мне в руки весло и объяснил, что у него как раз кончился контракт в Кулахарском университете и он плывет в Гурундувайю, куда его пригласили в качестве профессора сварнетики. Такая неожиданная смена университетов могла бы показаться странной, но мне в тот момент было не до вопросов.

Даже если я был нужен Донде только как гребец, то все равно, он спас мне жизнь. Мы плыли уже четыре дня и за это время познакомились ближе. Я, правда, опух от москитов - от себя Донда отгонял их репеллентом, а мне говорил, что в банке осталось слишком мало снадобья. Я и на это не

обижался, принимая во внимание деликатность ситуации. Донда читал прежде мои книги, и я не мог рассказать ему о себе ничего нового, зато я многое узнал о его жизненном пути. Вопреки своей фамилии, Донда не славянин, да и назвали его так случайно. Имя Аффидавид он носит уже шесть лет, с тех пор, как, покидая Турцию, написал требуемый властями аффидевит и вписал это слово не в ту графу анкеты, так что получил паспорт, аккредитивы, справку о прививках, кредитную карточку и страховой полис на имя Аффидавида Донды и, подумав, смирился, потому что, в сущности, не все ли равно, как кого зовут.

Профессор Донда появился на свет благодаря серии ошибок. Его отцом была метиска из индийского племени Навахо, матерей же у него было две с дробью, а именно: белая русская, красная негритянка и, наконец, мисс Эйлин Сибэри, квакерша, которая и родила его после семи дней беременности в драматических обстоятельствах, то есть в тонущей подводной лодке. Женщину, которая была отцом Донды, приговорили к пожизненному заключению за взрыв штаб-квартиры похитителей и одновременно - за катастрофу самолета компании Пан-Ам. Ей поручили бросить в штаб экстремистов-похитителей петарду с веселящим газом - как предупреждение. Она отправилась из Штатов в Боливию, но во время таможенного досмотра на аэродроме перепутала свой несессер с сумкой стоявшего рядом японца, и экстремисты взлетели на воздух, потому что у японца в сумке была настоящая бомба, предназначенная для кого-то другого. Самолет же, с которым по ошибке - в тот день бастовали наземные службы - вылетел ее несессер, разбился сразу после старта. Похоже, что пилот от смеха потерял контроль над управлением, а реактивные лайнеры при взлете, как известно, не проветриваются. За все это бедняжку упрятали в тюрьму до конца дней, и уж кто-кто, а эта девица, казалось, не имела никаких шансов оставить потомство; однако не следует забывать, что мы живем в век науки.

Как раз тогда профессор Харлей Помбернак изучал наследственность у заключенных в боливийских тюрьмах. Он брал живые клетки следующим образом: каждый из узников лизал предметное стеклышко микроскопа - этого достаточно, чтобы отслоилось несколько клеток слизистой оболочки. В той же самой лаборатории другой американец, доктор Джаггернаут, искусственно оплодотворял человеческие яйцеклетки. Стеклышки Помбернака каким-то образом перемешались со стеклышками Джаггернаута и попали в холодильник, в то место, где должны храниться мужские половые клетки. Из-за этой путаницы клеткой слизистой оболочки метиски оплодотворили яйцеклетку, донором которой была русская, дочь белоэмигрантов. Теперь вам, наверное, ясно, почему я назвал метиску отцом Донды: тот, кто дал оплодотворяющую клетку, конечно, отец, даже если он женщина.

Ассистент Помбернака в последнюю минуту спохватился, вбежал в лабораторию и крикнул: "Don't do it!" - но, как большинство англосаксов, произнес эти слова невнятно, и получилось что-то вроде "Дондо". Позже, когда выписывали метрику, это созвучие каким-то образом припомнилось и получилась фамилия "Донда" - так, по крайней мере, рассказывали профессору двадцать лет спустя.

Оплодотворенное яйцо Помбернак поместил в инкубатор. Эмбриональное развитие в пробирке продолжается обычно около двух недель, затем зародыш погибает. Но, по стечению обстоятельств, именно тогда Американская лига борьбы с экзогенезом добила судебный приговор, по которому все оплодотворенные яйцеклетки были изъяты из лабораторий, и одновременно через газету стали подыскивать милосердных женщин, согласных доносить эмбрионы. Откликнулись многие, среди них и негритянка, которая еще не имела понятия о том, что через четыре месяца примет участие в нападении на склады поваренной соли фирмы Надлбейкер Корпорейшн. Негритянка принадлежала к группе активных защитников окружающей среды, которые протестовали против постройки атомной электростанции в Массачусетсе и, не ограничиваясь пропагандой, решили уничтожить склад соли, потому что из нее электролитическим путем получают металлический натрий, который служит теплоносителем, передающим энергию от ядерных реакторов к турбинам. Правда, реактор, который собирались построить в Массачусетсе, не нуждался в натрии. Он работал на быстрых нейтронах с новым теплоносителем, а фирма, выпускавшая этот теплоноситель, находилась в Орегоне и называлась Мадлбейкер Корпорейшн. Что же касается

уничтоженной соли, то эта была вовсе не поваренная, а калийная соль, предназначенная для производства удобрений.

Процесс негритянки долго тащился от инстанции к инстанции, так как версии защиты и обвинения были достаточно аргументированы. Обвинение утверждало, что речь идет о покушении на собственность федерального правительства и что суд должен принять во внимание преднамеренные действия, а не случайные ошибки в исполнении. Защита, в свою очередь, стояла на том, что имело место лишь дальнейшее ухудшение и без того испорченных, залежавшихся удобрений, находившихся в частной собственности, и поэтому дело находится в компетенции штата. Негритянка, понимая, что так или иначе ей придется рожать в тюрьме, отказалась от продолжения материнства в пользу новой филантропки. Ею оказалась квакерша, некая Сибэри. Квакерша, чтобы немного развлечься, на шестом дне беременности отправилась в Диснейленд на подводную экскурсию по супераквариуму. Подводная лодка потерпела аварию, и, хотя все кончилось благополучно, у мисс Сибэри от нервного потрясения случился выкидыш. Плод, однако, удалось спасти. Поскольку мисс Сибэри была беременна только неделю, вряд ли можно считать ее настоящей матерью Донды - отсюда и дробное обозначение.

Потребовались объединенные усилия двух детективных агентств, чтобы выяснить истинные факты, касавшиеся как отцовства, так и материнства. Прогресс науки аннулировал старый принцип римского права: "Mater semper certa est". Для порядка добавлю, что пол профессора остался загадкой, потому что из двух женских клеток может развиваться только женщина. Откуда появилась мужская хромосома, неизвестно. Но я слышал от вышедшего на пенсию работника Пинкертоновского агентства, который приезжал в Лямблию на сафари, что пол Донды не представляет никакой загадки - в третьем отделе лаборатории Помбернака предметные стекла давали лизать жабам.

Профессор провел детство в Мексике, потом натурализовался в Турции, где перешел из епископального вероисповедания в дзен-буддизм и закончил три факультета, и, наконец, выехал в Лямблию, чтобы возглавить в Кулахарском университете кафедру сварнетики.

Настоящей его профессией было проектирование птицефабрик, но, когда он перешел в буддизм, то не мог более вынести мысли о тех муках, которым подвергают бройлеров. Двор им заменяет пластиковая сетка, солнце - кварцевая лампа, квочку - маленький равнодушный компьютер, а вольное клевание - помпа, которая под давлением заполняет желудки смесью из планктона и рыбной муки. Им ставят музыку, обычно увертюры Вагнера, которые вызывают у них панику. Цыплята в отчаянье машут крылышками, что ведет к развитию грудных мышц, самых ценных в кулинарном отношении. Может быть, Вагнер и был той каплей, которая переполнила чашу терпения Донды.

В этих куриных освенцимах, говорил профессор, несчастные создания по мере своего развития передвигаются вместе с лентой, к которой прикреплены клетки, вплоть до конца конвейера, и там, так и не увидев в своей жизни ни клочка голубого неба, ни щепотки песка, подвергаются обезглавливанию, отвариванию и расфасовке в банки... Интересно, что мотив консервной банки то и дело появляется в моих воспоминаниях.

И вот, находясь еще в Турции, Донда получил телеграмму следующего содержания: "Will you be appointed professor of svarnetics of Kulaharian University ten kilodollars yearly answer please immidiately Colonel Dronfutu Lamblian Bamblian Dramblan Security Police". Он тут же ответил согласием, исходя из тех соображений, что можно и на месте узнать, что такое сварнетика, а трех его дипломов достаточно, чтобы преподавать любую из точных наук. По прибытии в Лямблию Донда обнаружил, что о полковнике Друфуту давно уже никто не помнит. В ответ на расспросы все только смущенно покашливали. Однако контракт был подписан и новому правительству пришлось бы выплатить Донде неустойку за три года, так что кафедру он получил.

Никто не расспрашивал нового профессора о его предмете. Тюрьмы были переполнены, и в одной из них, наверное, находился человек, который знал, что такое сварнетика. Донда искал этот термин во всех энциклопедиях, но понапрасну. Единственным научным подспорьем, которым располагал

университет в Кулахари, был новенький, с иголки, компьютер IBM, подарок ЮНЕСКО. Однако читать студентам кибернетику Донда не имел права - это противоречило контракту. Хуже всего (он признался мне в этом, когда мы продолжали грести в полутьме, едва отличая корягу от крокодила) были одинокие вечера в отеле, которые он коротал, ломая голову над тайной сварнетики.

Обычно бывает так: возникает новая область исследований, потом для нее придумывают название. У него же было название без предмета. Профессор долго колебался между возможными толкованиями и, наконец, решил остановиться на неопределенности как таковой, полагая, что слово "между" (inter) самое подходящее в данном случае. С той поры в сообщениях, предназначавшихся для европейских журналов, он стал употреблять термин "интеристика"; последователей этой школы в просторечии звали "промежниками". Но только в качестве творца сварнетики Донда приобрел настоящую и, увы, печальную известность.

Конечно, он не смог бы заниматься стыками всех наук, но тут ему снова помог случай. Министерство культуры выделило дотации для тех кафедр, которые связывали свои исследования с национальными традициями страны. Донде это условие пришлось как нельзя более кстати. Он решил изучить пограничную область между рациональным и иррациональным. Начал он скромно, с математизации заклятий. В лямблийском племени Хоту Ваботу уже много веков практиковалось преследование врагов *in effigio*. Фигурку недруга, проколотую колючками, скармливали ослу. Если осел после этого угощения не издыхал, то это считалось добрым знаком и предвещало скорую смерть врага. Донда принялся за цифровое моделирование врагов, колючек, ослов и т. п. Таким образом, он постепенно раскрыл смысл сварнетики. Оказалось, что это слово - сокращение английского "Stochastic Verification of Automatized Rules of Negative Enchantment", то есть "стохастическая проверка автоматизированных правил наведения злых чар". Журнал "Nature", куда Донда послал статью о сварнетике, поместил выдержки из нее с оскорбительным комментарием в рубрике "Курьезы". Комментатор назвал Донду кибершаманом, который сам не верит в то, что делает, и поэтому - таков был глубокомысленный вывод - является обыкновенным мошенником. Донда оказался в двусмысленном положении. В чары он действительно не верил и в своем сообщении не утверждал, будто верит, но в то же время не мог публично заявить о своем неверии, потому что уже принял предложение министерства сельского хозяйства заняться оптимизацией заклятий против засухи и вредителей зерновых культур.

Не имея возможности ни отмежеваться от магии, ни признаться в ней, профессор нашел выход в самой сути сварнетики как межотраслевой науки. Он решил держаться между магией и наукой. Хотя к этому шагу его принудили обстоятельства, именно тогда он вступил на путь, который привел его к величайшему из всех открытий в истории человечества.

Отсталость полицейского аппарата в Лямблии привела к значительному росту числа преступлений, особенно против жизни граждан. Вожди племен, ставшие в новых условиях атеистами, тут же перешли от магических преследований оппонентов к реальным, и не было дня, чтобы крокодилы, которые обычно лежали на отмели напротив парламента, не глодали бы чьих-нибудь конечностей. Донда взялся за цифровой анализ этого явления и назвал свой проект "Methodology of Zeroing Illicit Murder" - методология приведения недозволенных убийств к нулю, "МЗИМУ". Вскоре по стране разнеслась весть о том, что в Кулахари появился могучий волшебник Бвана Кубва Донда, обладающий Мзимму, который следит за каждым шагом жителей Лямблии. В последующие месяцы индекс преступности значительно снизился.

Политики, воодушевленные успехом, потребовали, чтобы профессор запрограммировал экономические чары с целью сделать платежный баланс Лямблии положительным. Они также добивались разработки орудия для метания проклятий и заклинаний против соседнего государства Гурундувайю, которое вытесняло лямблийские кокосы с мирового рынка. Донда сопротивлялся этому нажиму с большим трудом - к тому времени в чернокнижную силу компьютера поверили его многочисленные докторанты. В неофитском азарте им уже мерещилась не кокосовая, а политическая магия, которая дала бы Лямблии мировое господство.

Конечно, Донда мог бы публично заявить, что ничего такого от сварнетики требовать нельзя. Но тогда ему пришлось бы разъяснить истинное ее назначение людям, которые не в состоянии его понять. Таким образом, он был осужден на постоянное лавирование. Тем временем слухи о Мзиму Донды повысили производительность труда, так что платежный баланс немного поправился. Отмежевавшись от этих достижений, профессор отмежевался бы и от дотации, а без нее рухнули бы его гигантские замыслы.

Не знаю, когда ему в голову пришла эта мысль. Профессор говорил об этом как раз в тот момент, когда исключительно злобный крокодил отгрыз лопасть у моего весла. Я дал ему промеж глаз каменным кубком, который Донда получил от делегации колдунов, присвоивших ему звание мага *honoris causa*. Кубок разбился, огорченный профессор стал осыпать меня упреками, и мы поссорились до следующего привала. Я запомнил только, что кафедра превратилась в Институт экспериментальной и теоретической сварнетики, а Донда стал председателем Комиссии 2000-го года при Совете Министров, имевшей целью составление гороскопов и их магическое воплощение в жизнь. Мне кажется, что он пошел на поводу у обстоятельств, но я ничего не сказал ему тогда - все-таки он спас мне жизнь.

Разговор не клеился и на следующий день, потому что река на протяжении 20 миль служила границей между Лямблией и Гурундувайю, и пограничные посты обоих государств время от времени обстреливали нас, к счастью, не слишком метко. Крокодилы куда-то исчезли, хотя я предпочел бы их общество пограничным инцидентам. У Донды были заготовлены флаги Лямблии и Гурундувайю, мы размахивали ими перед солдатами, но река выделяет здесь крутые извивы, и раз-другой мы махнули не тем флагом - пришлось лечь на дно пироги...

Больше всего портил настроение Донде журнал "Nature", которому он был обязан репутацией шарлатана. Однако посольство Лямблии нажало на Форин Оффис, и профессора все же пригласили на Всемирный конгресс кибернетики в Оксфорде. Там он и огласил реферат о Законе Донды.

Как известно, изобретатель перцептрона Розенблатт выдвинул такой тезис - чем больше перцептрон, тем меньше он нуждается в обучении для распознавания геометрических фигур. Правило Розенблатта гласит: бесконечно большой перцептрон вовсе не нуждается в обучении - он все знает сразу. Донда пошел в противоположном направлении и открыл свой закон. То, что маленький компьютер может сделать, имея большую программу, большой компьютер сделает, имея малую, отсюда следует вывод, что бесконечно большая программа может действовать без всякого компьютера. И что же вышло? Аудитория откликнулась на эти слова издевательским свистом. Куда только подевались свойственные ученым сдержанность и хорошие манеры!

Журнал "Nature" писал, что если верить Донде, каждое бесконечно длинное заклинание должно реализоваться. Профессора обвинили в том, что чистую воду точной науки он смешал с идеалистической мутью. С тех пор его стали называть "пророком кибернетического Абсолюта".

Окончательно подкосило Донду выступление доцента Богу Вамогу из Кулахари, который тоже оказался в Оксфорде, потому что был зятем министра культуры, и представил работу под названием "Камень как движущий фактор европейской мысли". В фамилиях людей, утверждал доцент, сделавших переломные открытия, часто встречается слово "камень", что следует, например, из фамилии величайшего физика (ЭйнШТЕЙН), великого философа (ВитгенШТЕЙН), великого кинорежиссера (ЭйзенШТЕЙН), театрального деятеля (ФельзенШТЕЙН). В той же мере это касается писательницы Гертруды СТАЙН и философа Рудольфа ШТЕЙНера. Касаясь биологии, Богу Вамогу назвал основоположника гормонального омоложения ШТЕЙаха и, наконец, не преминул добавить, что Вамогу по-лямблийски значит "камень всех камней". А поскольку он всюду ссылаясь на Донду и свою каменную генеалогию называл "сварнетически имманентной составляющей сказуемого "быть камнем", журнал в очередной заметке представил его и профессора в виде двух сумасшедших близнецов.

Я слушал этот рассказ в душном тумане на разливе Вамбези, отвлекаясь главным образом на битье по головам особо нахальных крокодилов, которые кусали торчащие из сумок рукописи профессора и забавлялись, раскачивая лодку. Меня одолевали сомнения. Если Донда занимал в Лямблии такое прочное положение, то почему он тайком бежал из страны? К чему он в

действительности стремился и чего достиг? Если он не верил в магию и насмеялся над Богу Вамогу, то отчего проклинал крокодилов, вместо того чтобы взять винтовку (только в Гурундувайю он объяснил мне, что этого не позволяла ему буддийская вера). Тогда мне было трудно добиться от него правды. Собственно, из любопытства я принял предложение Донды стать его ассистентом в Гурундувайском университете. После прискорбной истории с консервным заводом у меня не было желаний возвращаться в Европу - я предпочитал подождать, пока инцидент окончательно забудется. И хотя впоследствии я пережил немало, о своем решении, принятом в мгновение ока, я ничуть не жалею, и когда пирога, наконец, уткнулась носом в гурундувайский берег Вамбези, я выпрыгнул первым и подал руку профессору, и в этом рукопожатии было нечто символическое, ибо с тех пор наши судьбы нераздельны. Гурундувайю - государство в три раза большее, чем Лямблия. Быструю индустриализацию здесь, как это случается в Африке, сопровождала неразлучная с ней коррупция. Но к тому времени, когда мы прибыли в страну, механизм уже забуксовал. То есть взятки по-прежнему брали все, но никаких услуг взамен не полагалось. Правда, не давшего взятку могли избить. Отчего промышленность, торговля и администрация все еще действовали - этого мы поначалу не могли понять.

По европейским понятиям, страна со дня на день должна была развалиться на куски. Лишь после долгого пребывания в Лумии, столице Гурундувайю, я разобрался немного в новом устройстве, которое заменяет то, что на старом континенте зовется "общественным договором". Мваги Табуин, лумийский почтмейстер, у которого мы поселились (столичный отель закрыли семнадцать лет назад на текущий ремонт), объяснил нам без обиняков, чем он руководствовался, выдавая замуж своих шестерых дочерей. Через старшую он породнился сразу с электростанцией и обувной фабрикой. Вторую дочку он внедрил в продовольственный комбинат через тамошнего привратника. И сделал единственно правильный ход. Одно руководство за другим отправлялось за решетку, лишь привратник оставался на месте, потому что сам ничем не злоупотреблял, а только принимал подношения. Благодаря этому стол почтмейстера всегда был уставлен блюдами с дефицитной едой. Третью дочь Мваги просватал за ревизора ремонтных кооперативов. Поэтому даже в период дождей крыша его дома не протекала, стены сияли свежей краской, двери закрывались так плотно, что ни одной змее не проползти, и в каждом окне были стекла. Четвертую дочь он выдал за надзирателя городской тюрьмы - на всякий случай. На пятой женился писарь городской управы. Именно писарь, а не, скажем, вице-бургомистр, которому Мваги послал в знак отказа черный суп из крокодильего желудка. Управы менялись, как облака на небе, но писарь держался на своем месте, и только взгляды его менялись, словно фазы луны. Наконец, шестую девушку взял в жены шеф снабжения атомных войск. Войска эти существовали на бумаге, но снабжение было реальным. Кроме того, кузен шефа со стороны матери служил сторожем в зоологическом саду. Эта связь показалась мне совсем бесполезной. Разве что понадобится слон? Со снисходительной улыбкой Мваги заметил: "Зачем же слон? Вот скорпион - другое дело".

Будучи почтмейстером, Мваги не нуждался в семейных связях с почтой, и даже мне, его жильцу, посылки и письма приносили невскрытыми - дело в Гурундувайю редкостное. Я не раз видел, как почтальоны, выходя утром из здания почты с полными сумками, вываливали прямо в реку пачки писем, отправленных без необходимой протекции. Что же касается посылок, то почтовые чиновники забавлялись игрой, угадывая по очереди, что находится в посылке. Угадавший выбирал себе любую вещь по вкусу.

Нашего хозяина беспокоило только отсутствие родственников в кладбищенском хозяйстве. "Скормят меня крокодилам, сволочи!" - вздыхал он, когда его одолевали грустные мысли.

Высокий прирост населения в Гурундувайю объяснялся тем, что всякий отец семейства старался прежде всего связаться кровными узами с жизненно важными учреждениями. Мваги рассказал мне, как незадолго до закрытия лумийского отеля постояльца падали от голода, а скорая помощь тем временем развозила по знакомым кокосовые циновки.

Хаувари, бывший капрал Иностранного легиона (после взятия власти он провозгласил себя маршалом и через день награждал себя через Министерство отличий новыми орденами), не осуждал

повального стремления устроиться за счет других. Напротив, ему первому пришла в голову мысль национализировать коррупцию.

Хаувари, которого местная пресса именovala Старшим братом Вечности, не жалел средств на науку, а черпал он их из налогов, которыми облагались в стране иностранные фирмы. Парламент одобрял очередной налог, после чего начинались конфискации, описи имущества и ноты протеста, большей частью без последствий, а когда группа капиталистов укладывала чемоданы, всегда находились другие, которые желали попытать счастья в Гурундувайю, где запасы ископаемых, особенно хрома и никеля, были огромны, хотя кое-кто утверждал, что геологические данные подтасованы по указанию властей. Хаувари покупал в кредит оружие, в том числе истребители и танки, и продавал их Лямблии за наличные.

Со Старшим братом Вечности шутки были плохи. Когда наступила великая засуха, он дал равные шансы христианскому богу и Синему Турмуту, старшему духу колдунов, и три недели спустя, так и не дождавшись осадков, казнил колдунов и выслал всех миссионеров.

Прочитав в порядке обмена опытом биографии Наполеона, Чингисхана и других государственных деятелей, он стал поощрять своих подчиненных к безудержному грабежу, непременно в крупных масштабах. В результате правительственный квартал соорудили из материалов, украденных Министерством строительства у Министерства водного транспорта, которое собиралось построить из них пристань на Вамбези; капитал для постройки железных дорог был похищен в Министерстве кокосового оборота; только злоупотребления позволили собрать средства для возведения зданий Суда и Следствия; словом, кражи и присвоения дали прекрасные результаты.

Хаувари, который к тому времени уже носил имя Отца Вечности, с большой помпой лично открыл Коррупционный банк, в котором каждый серьезный предприниматель мог получить долгосрочный кредит на взятки, если, конечно, дирекция установит, что его интересы совпадают с государственными.

С помощью Мваги мы с профессором устроились совсем неплохо. Почтовый инспектор приносил нам великолепных копченых кобр. Печенье доставляли на автобусе Эр Франс. Опытные пассажиры соображали, что ждать автобуса нет смысла, а неопытные, погуляв с чемоданами, набирались опыта. Молока и сыра у нас было вдоволь благодаря телеграфистам, которые просили взамен только дистиллированную воду из нашей лаборатории. Я никак не мог взять в толк, зачем им эта вода, но оказалось, что им нужны только голубые пластиковые бутылки - в них разливали самогон, который гнали в городском Антиалкогольном комитете. Нам не надо было ходить по магазинам, и это очень важно, потому что я ни разу не видел в Лумии открытого магазина; на дверях всегда висели таблички "Приемка амулетов", "Пошла к колдуну" и т.п. Труднее всего нам было в учреждениях, потому что чиновники не обращали никакого внимания на посетителей. Согласно туземному обычаю, конторы - это место для общественных мероприятий, азартных игр и, главным образом, сватовства. Общее веселье омрачает иногда приезд полиции, которая сажает за решетку всех без разбора. Мера пресечения выбирается из соображения, что виноваты все, а кто в какой мере - на это жалко тратить силы и время.

Вскоре после нашего прибытия была раскрыта афера с котлами. Кузен Отца Вечности приобрел в Швеции для нужд парламента котлы центрального отопления вместо кондиционеров - при том, что в Лумии температура воздуха не опускается ниже 25 °С. Хаувари попытался склонить Метеорологический институт к снижению температуры и таким образом оправдать закупку; парламент непрерывно заседал - речь шла о его интересах. Была создана следственная комиссия, ее председателем избрали Мнумну, старого соперника Отца Вечности. В зале заседаний начались стычки, обычные танцы в перерывах превратились в воинственные, скамьи оппозиции пестрели цветными татуировками - и вдруг Мнумну исчез. Ходили три версии: одни утверждали, что Мнумну съеден правительственной коалицией, другие - что он сбежал вместе с котлами, третьи - что он сам себя съел. От Мваги я слышал и такое таинственное высказывание (правда, после дюжины кувшинов хорошо перебродившего киву-киву): "Если выглядишь вкусно, лучше не гуляй вечером в парке!" Но, возможно, это была только шутка.

Кафедра сварнетики в лумийском университете открыла перед Дондой новые перспективы. Надо сказать, что в это самое время правительственная комиссия по моторизации решила закупить

лицензию на семейный вертолет Белл-94, потому что после подсчетов вышло, что вертолетизация страны обойдется дешевле, чем строительство дорог. Правда, в столице уже была одна автострада длиной в 60 метров, но использовалась она только для военных парадов.

Весть о покупке лицензии вызвала панику у населения - каждый понимал, что это означает крах системы. Вертолет состоит из 39 000 деталей, для него нужен бензин и пять сортов смазки. Никто не в состоянии обеспечить себя всем этим, даже если станет каждый год рожать по дочери.

Я имею некоторое представление об этом механизме. Когда у моего велосипеда оборвалась цепь, я был вынужден нанять охотника, чтобы он поймал молодую антилопу, ее шкурой покрыли тамтам для директора телеграфа, директор послал Умиами телеграмму соболезнования по случаю смерти его дедушки в джунглях, а Умиами через Матарере был в родстве с одним армейским интендантом и кое-что имел в запасе, потому что главная бригада временно передвигалась на велосипедах. С вертолетом, конечно, было бы гораздо сложнее.

На счастье Европа, этот вечный источник новинок, предложила свежий образец взаимоотношений - групповой секс в произвольном составе. В суровых экономических условиях он стал не источником острых ощущений, но средством для удовлетворения текущих потребностей. Опасения профессора, что для блага науки нам придется распрощаться с холостяцкой жизнью, оказались напрасными. Мы неплохо справлялись, хотя дополнительные обязанности, которые нам пришлось взять на себя, чтобы снабдить кафедру всем необходимым, очень нас утомляли.

Профессор посвятил меня в свой новый замысел - он хотел запрограммировать в компьютере все проклятия, чернокнижные заклинания, магические ритуалы и шаманские формулы, которые создало человечество. Я не видел в этом никакого смысла, но профессор был непреклонен. Такую гигантскую массу информации мог вместить только новейший фотоэлектронный компьютер ценой 11 миллионов долларов.

Мне не верилось, что мы сможем получить такой огромный кредит, особенно если учесть, что министр финансов отказался ассигновать 43 доллара на закупку туалетной бумаги для института. Однако профессор был уверен в успехе. Он не рассказывал мне о деталях своего плана, но по всему было заметно, что он целиком втянулся в это предприятие. По вечерам, раскрасившись, он отправлялся неизвестно куда в набедренной повязке из шкуры шимпанзе - именно таков визитный костюм в высокопоставленных кругах Лумии. Из Европы ему приходили загадочные посылки; когда я нечаянно уронил одну из них, раздался тихий марш Мендельсона. Донда раскапывал какие-то рецепты в старых поваренных книгах, таскал из лаборатории стеклянные змеевики дистилляторов, заставлял меня затирать барду, вырезал снимки женщин из "Плейбоя" и "Уи", окантовывал картинки, которые никому не показывал, наконец, попросил доктора Альфена, директора правительственного госпиталя, пустить ему кровь, и я видел, как он завертывал бутылочку в золотую бумагу. А потом в один прекрасный день профессор смыл с лица мази и краски, сжег остатки "Плейбоев" и четыре дня флегматично курил трубку на веранде дома Мваги. На пятый день нам позвонил Уабамоту, директор департамента капиталовложений. Разрешение на покупку компьютера было получено. Я не верил своим ушам. Профессор на все вопросы отвечал только слабой улыбкой.

Программирование магии заняло более двух лет. Трудностей хватало. Пришлось повозиться, например, с переводом заклинаний американских индейцев, записанных узелковым письмом "кипу" и с ледовоснежными заклятиями курильских племен и эскимосов, двое наших программистов расхворались, по-моему, от переутомления, потому что групповое сожителство по-прежнему было в моде, однако ходили слухи, что их болезнь - дело рук колдовского подполья, обеспокоенного превосходством Донды на их общем поле деятельности. Кроме того, группа прогрессивной молодежи, краем уха прослышав о движениях протеста, подложила в институт бомбу.

К счастью, взрыв разрушил только одну из уборных. Ее не починили уже до конца света, потому что пустые кокосы, которые, по мысли местного рационализатора, должны были заменить поплавки в бачках, все время тонули. Я просил профессора употребить свое возросшее влияние, чтобы достать запасной поплавок, но он сказал, что только великая цель оправдывает столь трудоемкие средства.

Жители нашего квартала раза два устраивали антидондовские демонстрации - они опасались, что пуск компьютера обрушит лавину чар на университет, а заодно и на них, потому что колдовство может оказаться недостаточно точным. Профессор велел окружить здание высоким забором, на котором собственноручно нарисовал тотемические знаки, охраняющие от злых чар. Забор, насколько я помню, обошелся в четыре бочки самогона.

Постепенно мы накопили в блоках памяти 490 миллиардов битов магических сведений, что в сварнетическом исчислении равнялось двумстам тетрагигамагам. Машина, выполняя 18 миллионов операций в секунду, работала три месяца без перерыва. Инженер Джеффрис из IBM, присутствовавший при пуске машины, счел нас за сумасшедших, особенно после того, как профессор поставил блоки памяти на высокочувствительные весы, специально выпущенные из Швейцарии.

Программисты были ужасно расстроены - после трех месяцев работы компьютер не заколдовал и муравья. Донда, однако, жил в неустанном ожидании, не отвечал на вопросы и каждый день проверял, как выглядит график, который рисовал самописец весов на бумаге. Разумеется, он рисовал прямую линию, которая свидетельствовала, что компьютер не поколебался ни на микрон, да и с чего ему было колебаться? К концу третьего месяца у профессора появились признаки депрессии, он не отвечал на телефонные звонки и не прикасался к корреспонденции. Вечером двенадцатого сентября, когда я уже собирался ложиться спать, он вдруг ворвался ко мне, бледный и потрясенный.

- Свершилось! - закричал он с порога. - Теперь уже точно! - Признаюсь, я испугался за его рассудок. - Свершилось! - повторил он еще несколько раз.

- Что свершилось? - закричал я наконец.

Он посмотрел на меня, словно очнувшись ото сна.

- Он прибавил в весе одну сотую грамма. Эти проклятые весы слишком грубые. Если бы у меня были весы получше, я знал бы месяц назад, а может, и раньше.

- Кто прибавил в весе?

- Не кто, а что. Компьютер. Блоки памяти. Ты же знаешь, что материя и энергия имеют массу. Информация не материя и не энергия, однако она существует, значит, и у нее должна быть масса. Я начал думать об этом, когда только формулировал закон Донды. Бесконечно большая информация действует непосредственно, без всякой аппаратуры. Что бы это могло означать? То, что вся масса информации найдет себе непосредственное применение. До этого я додумался, но не знал еще правила равновесия. Что ты на меня так смотришь? Теперь я осуществил свой проект и знаю, сколько весит информация. Машина стала тяжелее на 0,01 грамма. Понимаешь?

- Профессор, - пробормотал я, - а как же все эти молитвы, заклинания, эти наши единицы измерения - чары на грамм и секунду?

Я замолчал - мне показалось, что Донда плачет. Его трясло, но это был беззвучный смех.

- А что мне оставалось делать? - сказал он вдруг спокойно. - Пойми - масса есть у всякой информации, смысл не имеет ровно никакого значения. Атомы остаются атомами, независимо от того, где они находятся - в камне или в моей голове. Однако масса информации неслыханно мала, сведения всей энциклопедии тянут на миллиграмм. Вот зачем мне такой компьютер. Но подумай, кто бы дал мне на полгода машину за 11 миллионов, чтобы заполнять ее чепухой, бессмыслицей, вздором, чем попало?

- Однако, - возразил я неуверенно, - если бы мы работали в серьезном научном учреждении, скажем, в Институте высших исследований или в Массачусетском Технологическом...

- Да брось ты! У меня не было никаких доказательств, ничего, кроме закона Донды, который стал всеобщим посмешищем. Пришлось бы покупать машинное время, а ты знаешь, сколько стоит час работы такой штуковины? А мне нужны месяцы! И куда бы я приткнулся в Штатах? У таких машин там стоят толпы футурологов, обсчитывают варианты Нулевого прироста экономики - это сейчас модно, это, а не выдумки какого-то Донды из Кулахари.

- Значит, вся эта магия ни к чему? Ведь мы только на сбор материалов потратили два года...

Донда нетерпеливо дернул плечом.

- Необходимое не может быть напрасным. Без проекта мы не получили бы ни гроша.

- Но Уабамоту, правительство, Отец Вечности - все они ожидают чуда!

- Будет им чудо, да еще какое! Слушай. Существует критическая масса информации, точно так же, как критическая масса урана. Мы приближаемся к ней. Не только мы здесь, но вся Земля. Каждая цивилизация, строящая компьютеры. Развитие кибернетики - это западня, поставленная Природой для Разума.

- Критическая масса информации? - повторил я. - Но ведь каждый человеческий мозг содержит тьму информации, и если не принимать во внимание, умная она или глупая...

- Не перебивай. Важно не количество сведений, а их плотность. Так же, как в случае с ураном. Рассеянный в глубине земли, уран безопасен. Условие взрыва - его выделение и концентрация. Так и в нашем случае. Информация в книгах или в головах людей может быть огромной, но она пассивна. Ее нужно сконцентрировать.

- И что тогда произойдет? Чудо?

- Какое там чудо, - усмехнулся он. - Похоже, ты и впрямь поверил в бредни, которые послужили мне исходным материалом. Никакого чуда. За критической точкой произойдет цепная реакция. *Obiit animus, natus est atomus!* Информация исчезнет - она превратится в материю.

- Как это? - изумился я.

- Материя, энергия и информация - вот три проявления массы, - терпеливо объяснял Донда. - Согласно законам сохранения, они могут взаимно превращаться. Материя переходит в энергию, энергия и материя нужны для создания информации, а информация может снова обратиться в материю, но только при определенных условиях. Перейдя критическую массу, она исчезнет, будто ее ветром сдуло. Это и есть Барьер Донды, граница прироста знаний. Конечно, их можно накапливать и дальше, но только в разреженном виде. Каждая цивилизация, которая до этого не додумается, попадает в ловушку: чем больше она соберет знаний, тем дальше откатится к невежеству. Знаешь, как близко мы подошли к этому порогу? Если поток информации будет нарастать такими же темпами, то через два года произойдет...

- Взрыв?

- Как бы не так! Ничтожная вспышка, которая и мухе не повредит. Там, где находились миллиарды битов, останется горстка атомов. Пожар цепной реакции obeжит весь мир со скоростью света и повсюду, где плотность информации превышает миллион битов на кубический миллиметр, произведет протоны - и пустоту.

- Но надо же предостеречь...

- Разумеется. Я уже сделал это. Но безрезультатно.

- Почему? Неужели вы опоздали?

- Нет, просто мне никто не верит. Такое сообщение должно исходить от авторитета, а я в их глазах - шут и мошенник. Впрочем, от мошенничества я мог бы отреститься, но от шутовства мне не избавиться никогда. Да я и пытаться не стану. В Штаты я послал официальное сообщение, а в "Nature" вот эту телеграмму.

Он передал мне черновик: "Cognovi naturam rerum. Lord's countdown made the world. Truly your's Donda".

Заметив, что я остолбенел, профессор ехидно усмехнулся.

- Ты плохо обо мне подумал! Дорогой мой, я тоже человек и плачу им добром за зло. Деша содержит важную мысль, но они бросят ее в корзину или публично высмеют. Это моя месть. Не понимаешь? А самая модная теория возникновения Вселенной - теория большого взрыва - тебе известна? Что же взорвалось? Что вдруг материализовалось? Вот тебе божественный рецепт: считать от бесконечности до нуля. Когда бог досчитал до нуля, информация мгновенно материализовалась - согласно формуле равновесия. Так воплотилось Слово, оно взорвалось туманностями, звездами. Космос возник из информации!

- Вы действительно так думаете, профессор?

- Доказать нельзя, но, во всяком случае, идея не противоречит закону Донды. Не думаю, чтобы это был именно бог, однако кто-то сделал это на предыдущем этапе, может быть, несколько цивилизаций, которые взорвались вместе, этакое созвездие Сверхновых. А теперь наша очередь. Компьютеризация свернет голову цивилизации, впрочем, вполне деликатно.

Я понимал состояние профессора, но не мог ему поверить. Мне казалось, что желание отомстить за предыдущие унижения ослепляет его. Но, увы, он оказался прав...

У меня немеет рука и кончается глина, однако я должен писать дальше. В общем футурологическом шуме никто не обратил внимания на слова Донды. "Nature" промолчал. Одна или две газеты напечатали полный текст его предостережения, но научный мир даже ухом не повел. У меня это не умещалось в голове. Когда я понял, что мир стоит перед катастрофой, а на профессора смотрят как на того пастуха из басни, который слишком часто кричал "волки", я не мог удержаться от горьких слов. Однажды ночью я упрекнул профессора в том, что он сам надел шутовскую маску, компрометируя свои исследования шаманским обликом. Он выслушал меня с жалкой, дрожащей усмешкой. Может быть, это был просто нервный тик.

- Иллюзии, - сказал он наконец, - иллюзии. Если магия - вздор, то ведь и я появился из вздора. Не могу тебе сказать, когда догадка переросла у меня в гипотезу, потому что я сам этого не знаю. Я сделал ставку на неопределенность. Мое открытие принадлежит физике, но только такой, которую никто не заметил, потому что дорога к ней вела через области осмеянные и поставленные вне закона. Надо было начать с мысли о том, что слово может стать телом, что заклинание может материализоваться, а потом нырнуть в этот абсурд, чтобы попасть на другой берег, туда, где информация и масса пребывают в равновесии. Так или иначе, необходимо было пройти через магию, не обязательно через ту игру, которой занимался я, - любой шаг показался бы бессмысленным, подозрительным, еретическим и дал бы пищу для насмешек. Ты прав, я ошибся, но моя ошибка в том, что я не оценил всей глупости той официальной мудрости, которая царит у нас в науке.

В нашу эпоху ярких упаковок обращают внимание на ярлык, а не на содержимое... Объявив меня жуликом и проходимцем, господа ученые сочли, что я более не существую, и если бы даже я ревел, как иерихонские трубы, никто бы меня не услышал. Но кто из нас, в сущности, занимался магией? Разве их жест отторжения и проклятия не относится к области магических ритуалов? Последний раз о Законе Донды писал "Ньюсуик", перед этим "Тайм", "Дер Шпигель", "Экспресс" - не могу пожаловаться на недостаток популярности. Но как раз поэтому ситуация кажется мне безвыходной: меня читают все - и не читает никто. Кто не слышал о Законе Донды? Читают и покатываются со смеху: "Don't do it!" Видишь ли, их волнует не результат, а тот путь, по которому к нему приходят. Есть люди, лишённые права делать открытия, например, я. Теперь я сто раз мог бы присягнуть, что проект был всего лишь тактическим приемом, некрасивым, но необходимым, мог бы каяться публично - они бы только смеялись в ответ. Единожды войдя в клоунаду, я не смогу из нее выбраться. Меня утешает только то, что катастрофу все равно не предотвратить.

Пытаясь возразить профессору, я вынужден был перейти на крик, потому что приближался срок пуска большого завода семейных вертолетов, и в ожидании этих прекрасных машин народ Гурундуваию, сжав зубы, с упорством и страстью налаживал необходимые связи: за стеной моей комнаты бурлила семья почтмейстера вместе с приглашенными чиновниками, монтерами, продавщицами, и нарастающий шум говорил о том, сколь велика у этих достойных людей тяга к моторизации.

Профессор вынул из заднего кармана брюк фляжку "Белой лошади" и, наливая виски в стаканы, сказал:

- Ты опять не прав. Даже приняв мои слова на веру, научный мир взялся бы их проверять. Они засели бы за свои компьютеры и, собрав информацию, только приблизили бы катастрофу.

- Что же делать? - закричал я в отчаянии.

Профессор допил виски из горлышка, выбросил пустую фляжку в окно и, глядя в стену, за которой бушевали страсти, ответил:

- Спать.

Я пишу снова, смочив ладонь кокосовым молоком, потому что руку сводит судорога. Марамоту говорит, что в этом году сезон дождей будет ранним и долгим. С тех пор как профессор отправился в Лумию за табаком для трубки, я совсем один. Я почитал бы сейчас, даже старую газету, но здесь у меня только мешок книг по компьютерам и программированию. Я нашел его в джунглях, когда искал бататы. Конечно, остались только гнилые - хорошие, как всегда, сожрали обезьяны. Побывал я и возле прежнего моего жилища. Горилла, хотя еще больше расхворалась, но внутрь меня не пустила. Я думаю, что мешок с книгами сбросили как балласт с большого оранжевого шара - он пролетел над джунглями к югу с месяц назад. Наверное, сейчас путешествуют на воздушных шарах. В мешке на самом дне я нашел прошлогодний "Плейбой", за его разглядыванием меня и застал Марамоту. Он очень обрадовался - нагота для него входит в правила приличия, и снимки в журнале он счел признаком того, что возрождаются старые добрые обычаи. Я как-то не подумал, что в детстве вместе со всей семьей он ходил нагишом, а все эти мини и макси, в которые стали потом наряжаться черные красавицы, казались ему, должно быть, верхом непристойности. Он спросил у меня, что происходит в мире, но я ничего не мог сказать, потому что у транзистора сели батареи.

Пока приемник работал, я слушал его целыми днями. Катастрофа произошла в точности так, как предсказал профессор. Сильнее всего она дала себя знать в развитых странах. Сколько библиотек было переведено на компьютеры в последние годы! И вдруг с лент, с кристаллов, с ферритовых пластин и криотронов в долю секунды испарился океан мудрости. Я вслушивался в задыхающиеся голоса дикторов. Не для всех падение было одинаково болезненным, но тот, кто выше влез по лестнице прогресса, чувствительнее с нее и свалился.

В "третьем мире" после короткого шока наступила эйфория. Не нужно было, выбиваясь из сил, гнаться за передовыми, лезть вон из штанов и тростниковых юбочек, урбанизироваться, индустриализироваться, а особенно компьютеризироваться. Жизнь, которая недавно еще была наспигована комиссиями, футурологами, пушками, очистными сооружениями и границами, вдруг расплзлась в приятное болотце, в теплое однообразие вечной сиесты. И кокосы можно было достать без труда, а какой-то год назад они были мечтой - экспортный товар! И войска как-то сами собой разбрелись, в джунглях я часто натыкался на брошенные противогазы, комбинезоны, ранцы, мортиры, обросшие лианами. Раз ночью я проснулся от взрыва и подумал, что это, наконец, горилла, но оказалось, что бродячие павианы нашли ящик запалов.

Негритянки в Лумии, не сдерживая стонов удовлетворения, избавились от лакированных туфель и дамских брюк, в которых было чертовски жарко. Группового секса как не бывало - во-первых, потому что вертолетов не будет, во-вторых, нет бензина, а в-третьих, никому никуда не надо ехать, да и зачем? Как тихо, должно быть, сейчас в Лумии...

По правде говоря, катастрофа оказалась вовсе не таким уж злом. Даже если кто-нибудь встанет на уши, все равно он не будет через час в Лондоне, через два в Бангкоке, а через три в Мельбурне. Ну, не будет - и что из того? Конечно, множество фирм обанкротилось. IBM, говорят, выпускает теперь таблички и номерки, но, может быть, это только анекдот. Нет ни стратегических компьютеров, ни самонаводящихся головок, ни цифровых машин, нет войны подводной, наземной и орбитальной. Информационные агентства трубили о спаде производства, биржи лихорадило, в октябре на Пятой Авеню бизнесмены выскакивали из окон так густо, что сталкивались в воздухе.

Перепутались расписания поездов и самолетов, заказы номеров в отелях. Никому в метрополиях не надо больше раздумывать, лететь ли, к примеру, на Корсику, или поехать в автомобиле, или нанять через компьютер машину на месте, а может быть, в три дня объехать Турцию, Месопотамию, Антильские острова и Мозамбик с Грецией в придачу...

Интересно, кто делает эти воздушные шары? Наверное, какие-то кустари. У последнего шара, который я наблюдал в бинокль, до того как у меня отняла его обезьяна, сетка была сплетена из очень коротких шнурков, вроде ботиночных - может быть, в Европе тоже стали ходить босиком? Наверное, длинные шнуры плелись под контролем компьютеров. Страшно сказать, но я своими ушами слышал - прежде чем радио замолчало, - что доллара больше нет. Издох, бедняжка. Жаль только, что не довелось вблизи наблюдать Переломный Момент.

Представляю себе: слабый блеск и треск - и машинная память в мгновение ока стала пустой, как мозг новорожденного, а из информации, перешедшей в материю, неожиданно образовался маленький Космосик, Вселенчик, Мирозданчик - вот так в комочек атомного праха превратились знания, накопленные веками. Из радиопередач я узнал, как выглядит этот Микрокосмос, малюсенький и замкнутый так, что нет возможности в него проникнуть. С точки зрения нашей физики, он представляет собой особый вид пустоты, а именно "Пустоту Равноплотную, Полностью Непроницаемую". Он не поглощает света, его невозможно растянуть, сжать, разбить, вылущить, потому что он находится вне нашей Вселенной, хотя и внутри ее. Свет соскальзывает по его гладким краинам, его обтекают любые частицы и, как ни трудно себе это представить, авторитеты утверждают, что оный, как его называет Донда, "Космососунок" является вселенной, во всем равной нашей, то есть содержит в себе туманности, галактики, звездные скопления, а, может быть, уже и планеты с развивающейся жизнью. Можно сказать, что люди повторили феномен Творения, правда, совершенно того не желая, ибо меньше всего стремились к такому результату.

Когда Космососунок появился на свет, среди ученых возникло полнейшее замешательство. Вот тогда они вспомнили о Законе Донды и принялись слать профессору письма, вызовы, телеграммы, а также всяческие почетные дипломы. Но как раз в этот момент профессор уложил чемоданы и уговорил меня уехать с ним в пограничный район, который он облюбовал заранее. С собой он взял кофр с книгами, ужасно тяжелый - я в этом убедился лично, потому что последние пять километров тащил его на себе, после того как у нас кончился бензин и вездеход застрял. Теперь от него, должно быть, ничего не осталось - разобрали павианы. У нас, конечно, был изрядный запас винтовок, инструментов, пил, гвоздей, компасов, топоров и других вещей, список которых профессор составил, руководствуясь карманным изданием "Робинзона Крузо". Кроме того, он взял с собой подшивки журналов "Nature", "Physical Abstracts", "Physical Review", "Futurum", а также папки с газетными вырезками, посвященными Закону Донды.

Каждый вечер, после трапезы, проводился сеанс наслаждения кровной мезтью. Радио, включенное на половину громкости, передавало самые свежие кошмарные известия с комментариями знаменитых ученых; профессор же, пыхтя трубкой и прикрыв глаза, внимал, как я зачитываю вслух выбранные на этот вечер наиболее ядовитые насмешки над Законом Донды, а также различную ругань в адрес автора (последние, собственноручно подчеркнутые Дондой посредством красного карандаша, я читал иногда по нескольку раз). Признаться, это времяпровождение мне скоро надоело. Увы, даже великий разум может поддаться навязчивой идее. Когда я отказался читать вслух, профессор стал удаляться в джунгли на прогулки, будто бы оздоровительные, но как-то раз я застал его на поляне, где он цитировал толпе удивленных павианов наиболее примечательные места из "Nature".

Профессор стал невыносим, но все равно я с тоской жду его возвращения. Старый Марамоту говорит, что Бвана Кубва не вернется, потому что его похитил злой Мзиму, принявший облик осла. Перед отбытием профессор сообщил мне важные сведения, которые произвели на меня большое впечатление. Во-первых, из Закона Донды вытекает равнозначность всякой информации - будут ли сообщения гениальными или кретинскими, в любом случае на создание одного протона идет сто миллиардов битов. Мудрое слово и идиотское слово в равной степени становятся веществом. Это замечание в совершенно новом свете представляет философию бытия. Может быть, гностики со своим манихейством были не такими уж еретиками, какими их представила церковь? Однако возможно ли, чтобы космос, появившийся на свет от произнесения гептильона глупостей, ничем не отличался от космоса, созданного из заведомой мудрости?

Я заметил, что Донда пишет по ночам. С большой неохотой он признался мне, что это новый его труд "Introduction to Svaretics, or Inquiry into the General Technology of Cosmoproduction".

К сожалению профессор забрал рукопись с собой. Знаю только, что, по его мнению, каждая цивилизация подходит в свое время к порогу творения космоса. Мир создают в равной мере те, кто сверхгениален, и те, кто впал в полный идиотизм. Черные и белые дыры, открытые астрофизиками, - это места, в которых необычайно мощные цивилизации попытались обойти Закон Донды или выбить из-под него основание, но ничего у них не вышло - сами себя вышибли из Вселенной.

Казалось бы, нет на свете ничего более великого, чем такое заключение. Но нет, Донда взялся писать методику и теорию Творения!

Признаться, более всего потрясли меня слова, сказанные им в последнюю ночь перед экспедицией за табаком. Мы пили молоко кокосовых орехов, замороженное по рецепту старого Марамоту, - ужасное пойло, которое мы все-таки употребляли, потому что жаль было трудов, потраченных на его приготовление. Не все было так плохо раньше - взять хотя бы виски... И вот, прополоскав рот родниковой водой, профессор сказал:

- Ийон, помнишь ли тот день, когда ты назвал меня шутом? Вижу, что помнишь. Я ответил тогда, что стал шутком в глазах научного мира, выдумав для сварнетики магическую суть. Но если бы ты поглядел внимательно на всю мою жизнь, то увидел бы еще большую путаницу и неразбериху, имя которой - тайна. В моей судьбе все было вверх ногами. Я весь вышел из случайностей, недоразумение - вот мое настоящее имя. В результате ошибки я создал сварнетику, потому что телеграфист наверняка искажил слова, которые употребил незнакомый мне, но незабвенный полковник Друфуту из кулахарской полиции безопасности. Я был уверен в этом с самого начала. Но я не пытался исправить депешу, нет, я сделал гораздо большее - я приспособил к ошибке свою деятельность, которая, как видишь, имела кое-какие последствия. Как же это получилось? Какой-то тип, появившийся на свет по ошибке, с нелепой карьерой, впутанный в клубок африканских недоразумений, вдруг открыл, откуда появился мир и что с ним будет? О нет, мой дорогой! Здесь слишком много ляпсусов. Гораздо больше, чем нужно для того, чтобы вывести новый закон. Нет нужды пересматривать то, что у нас перед глазами, необходима лишь новая точка зрения. Взгляни на эволюцию жизни. Миллиарды лет назад появились праамебы. Что они умели? Повторяться. Каким образом? Благодаря устойчивости наследственных черт. Если бы наследственность была на самом деле безошибочной, на земле до сих пор не было бы никого, кроме амев. А что произошло? Да ошибки! Биологи называют их мутациями. Но что такое мутация, как не ошибка природы? Недоразумение между родителем-передатчиком и потомком-приемником?

По образу и подобию своему, да, - но не в точности! Не стереотипно! И так как подобие все время портилось, появились трилобиты, гигантозавры, секвойи, козы, обезьяны и, наконец, мы.

Но ведь именно так сложилась и моя жизнь! Из-за недосмотра я появился на свет, случайно попал в Турцию, случай забросил меня оттуда в Африку. Правда, я все время боролся, как борется пловец с волнами, но все же волны несли меня, а не я руководил ими... Ты понимаешь? Мы недооцениваем, мой дорогой, творческой роли ошибки как фундаментальной категории бытия. Но не рассуждай по-манихейски. По мнению этой школы, бог творит гармонию, которой сатана все время подставляет ножку. Это не так! Если я достану табак, то допишу в книге философских течений последний раздел, а именно онтологию апостазы, или теорию такого бытия, которое на ошибке стоит, ошибку на ошибку отпечатывает, ошибками движется, ошибками творит - и в конце концов становится судьбой Вселенной.

Так сказал профессор, собрался и ушел в джунгли, а я остался ждать его возвращения, держа в руках последний "Плейбой", с обложки которого на меня смотрит секс-бомба, разоруженная Законом Донды, нагая, как истина.

(Stanislaw Lem. Profesor A.Donda (1976). Первод с польского - И.Левшин).

Обращение к читателям.

В последние годы ощущается острая нехватка научно-популярной литературы по химии. Качество того, что все-таки есть, часто оставляет желать лучшего. Если так дело пойдет и дальше, то химики могут остаться без своего научно-популярного журнала. Электронный журнал "*Химия и Химики*" является попыткой хоть как-то восполнить этот пробел. Он задуман как свободное издание, рассчитанное на всех, кто интересуется химией. Целями журнала является как популяризация химии, так и изложение материала, полезного для специалистов. Мы планируем рассказывать о тех сторонах жизни химиков – ученых, технологов, преподавателей, – которые редко становятся известны массовому читателю. Кроме чисто химической направленности будет уделено внимание и другим областям знаний. Материалы, публикуемые в журнале, берутся из любых доступных и легальных источников. Журнал полностью некоммерческий, следовательно, редакция не имеет возможности выплачивать авторам гонорары. В то же время, мы обязательно указываем автора(ов) и/или на источник материала (если это не является невозможным). С другой стороны, свободное распространение журнала не только разрешается, но и приветствуется.

Никакая реклама (в явной форме) на страницах журнала не допускается. Желающие почитать рекламу могут воспользоваться многочисленными специализированными (или неспециализированными) изданиями. А для тех, кто хочет читать интересный и полезный материал существуют немногочисленные источники, в частности журнал "*Химия и Химики*".

При использовании материалов журнала не забывайте делать ссылки.

Желающие направить для журнала статьи, отзывы пожелания или замечания могут сделать это по адресу:

chemistryandchemists@gmail.com.

(Для статей и др. материалов просьба в графе "тема сообщения" [subject] указать **article**, в случае замечаний и предложений в графе "тема" укажите **remark**).

Редакция гарантирует сохранение авторства и согласование возможных правок. В то же время, редакция не обязательно разделяет точку зрения автора и не несет ответственности за содержание опубликованных материалов.

Выход следующих номеров журнала планируется по мере возможности и без строгого соблюдения периодичности. Получится ли что-то из этого проекта, покажет время.

С уважением

к.х.н. В.Н. Витер

А.В. Зубко

Первичный вариант составлен: **26. 07. 2008**. Исправления и дополнения **1. 08. 2008**.