



Батавские слезки (небьющееся стекло)

В.Н. Витер

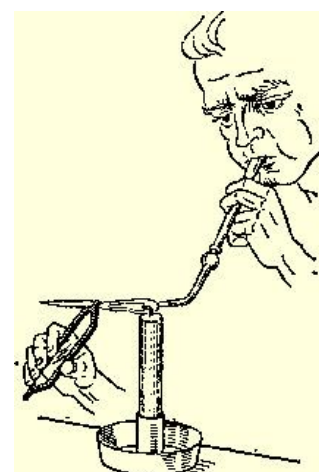


В химической лаборатории часто приходится работать со стеклянной посудой и оборудованием. Использование стекла дает химику много преимуществ, но этот материал имеет и существенные недостатки. Один из основных недостатков состоит в том, что стекло легко бьется. Достаточно уронить колбу или стакан, задеть носиком пипетки край стола или надавить на стеклянную палочку – и придется собирать осколки. Можно еще и порезаться.

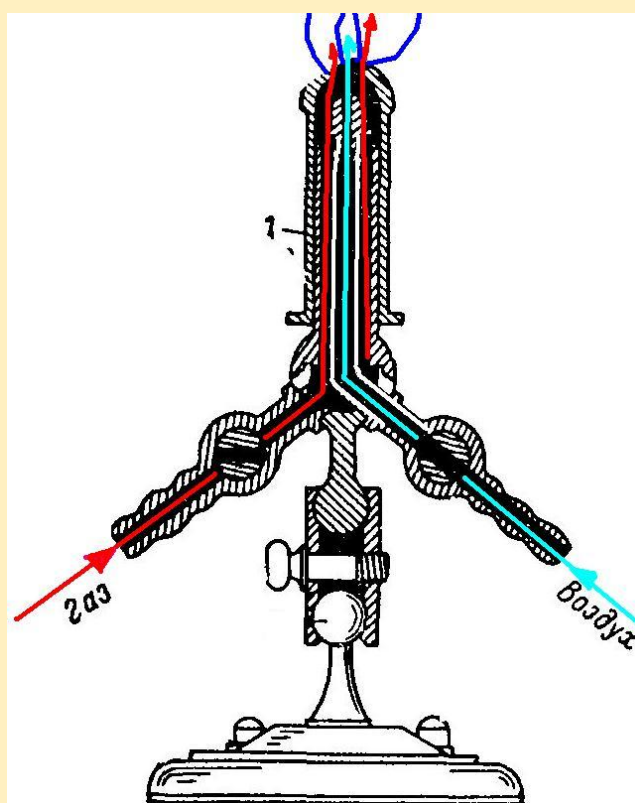
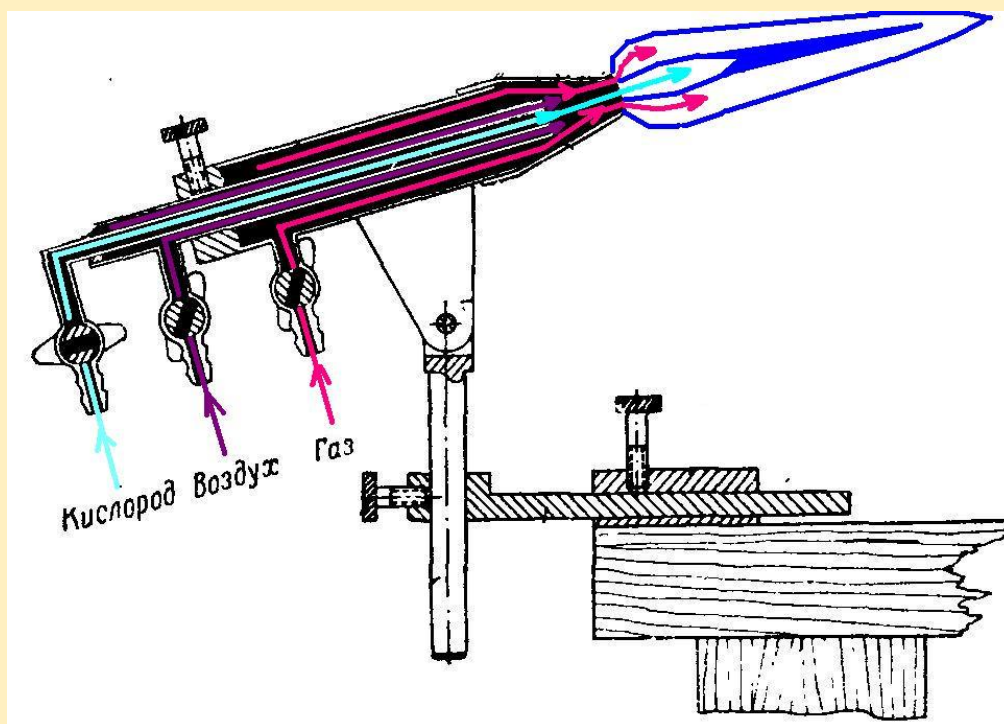
А нельзя ли сделать так, чтобы стекло стало небьющимся? Причем не какое-то особенное стекло со специальным химическим составом, а самое обыкновенное. Такой способ есть. Для этого нам понадобятся стеклянная палочка, стеклодувная горелка и широкий стакан с водой. Для работ со стеклом используют специальную стеклодувную горелку. Принцип работы такой горелки очень простой: для достижения высокой температуры в пламя одновременно подается горючий газ и воздух. Газ поступает из бытовой сети или пропан-бутанового баллона. Для подачи воздуха служит компрессор. Используют также горелки, работающие на керосине (или другом жидком топливе).

Получить горячее пламя можно и более простым способом. В пламя газовой горелки, спиртовки или сухого спирта вдувают сбоку воздух. Для этого пользуются пипеткой или тонкой трубкой. К сожалению, в нашем случае этот вариант не подойдет – описанным способом можно нагреть лишь небольшие предметы.

Итак, наберем в стакан воды, поставим его под горелку и включим подачу газа. Подождем горелку. Сразу же появится желтое коптящее пламя. Откроем подачу воздуха (компрессор мы включили заранее). По мере увеличения подачи воздуха пламя станет желто-синим, потом синим. Если мы дадим воздуха слишком много, горелка погаснет. В этом случае придется перекрыть подачу газа и воздуха и повторить все заново¹.



¹ Можно, правда, уменьшить подачу воздуха и попробовать поджечь горелку, но это опасно.



Схемы стеклудувных горелок

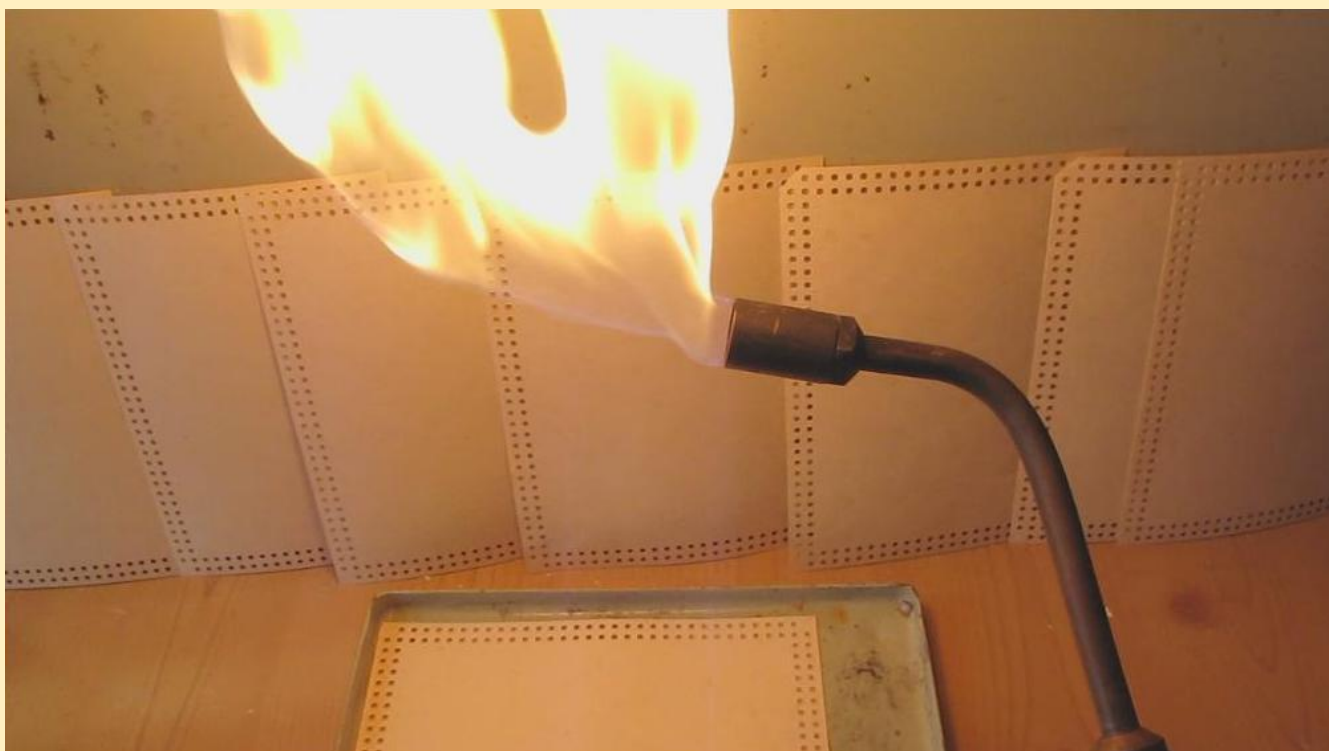
(М.М. Голь Руководство по основам стеклудувного дела)



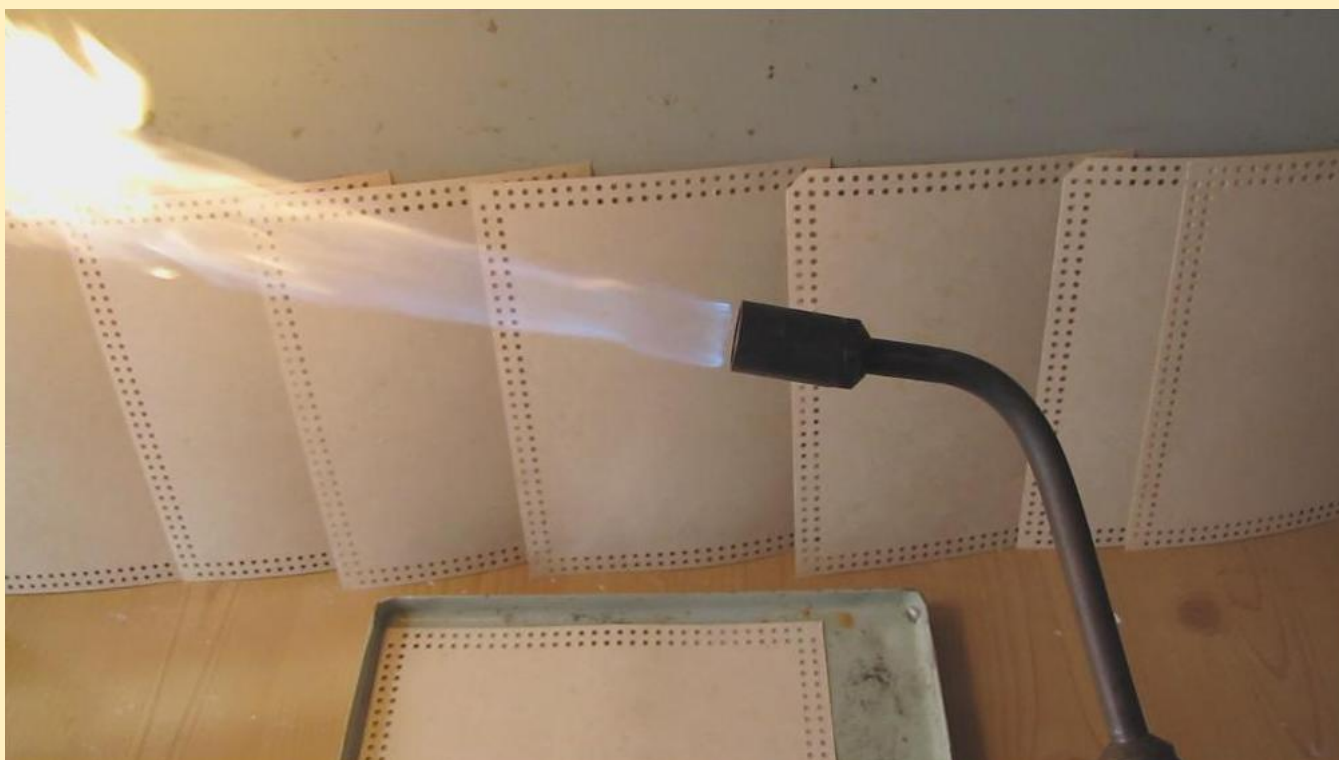
Стеклодувная горелка на пропан-бутановой смеси фото В.Н. Витер



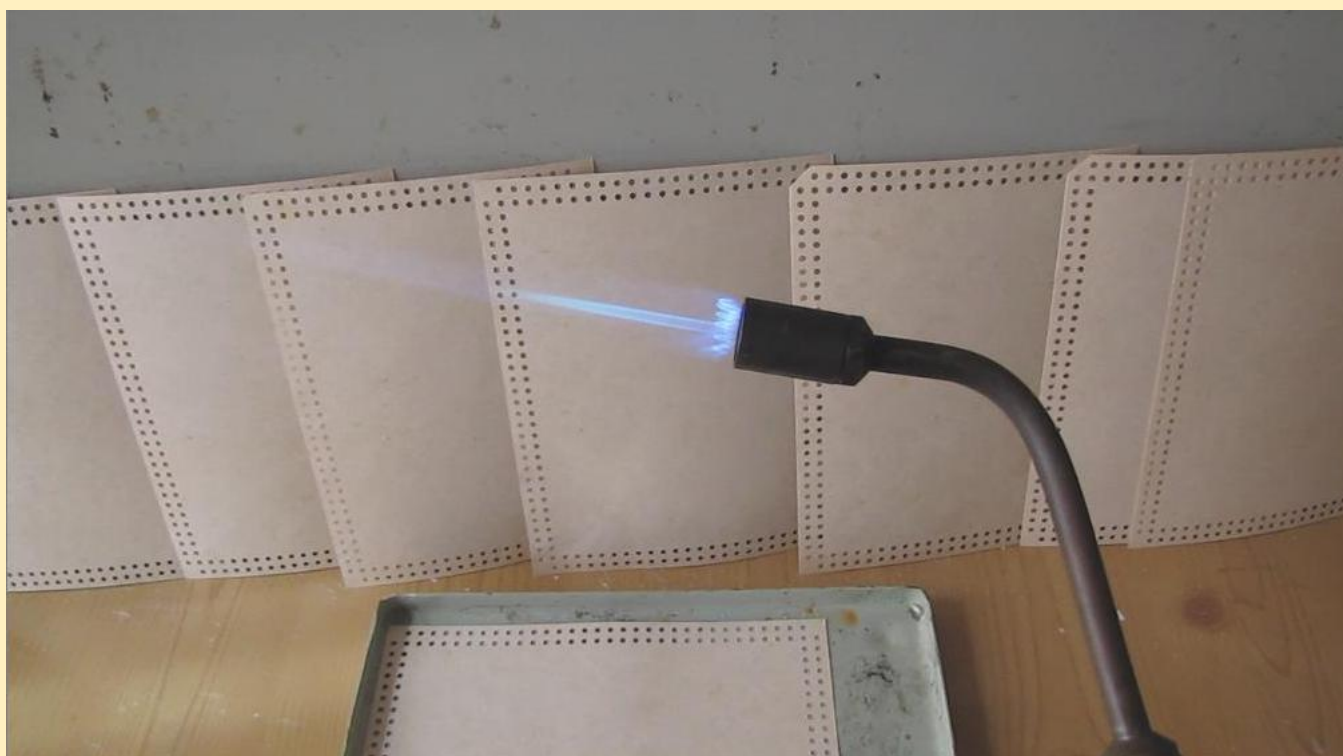
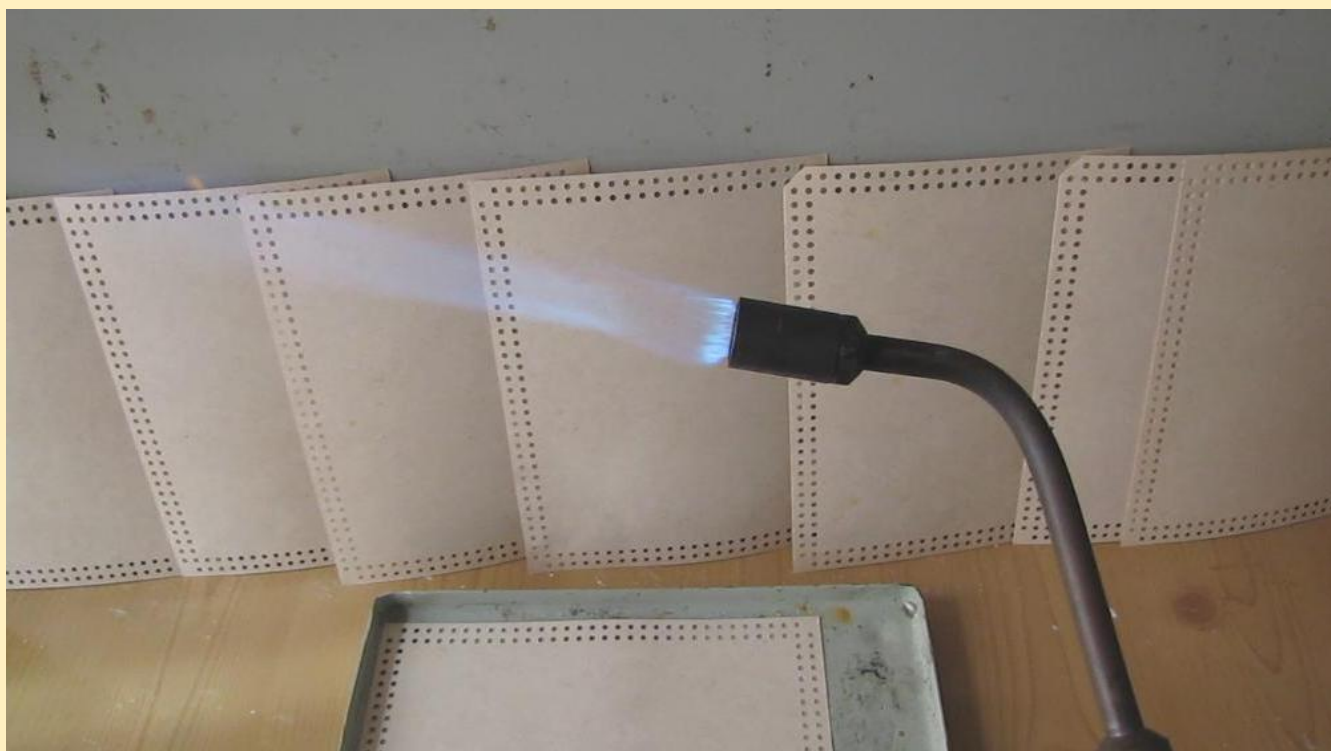
Стеклодувная горелка на керосине фото А.В. Зубко



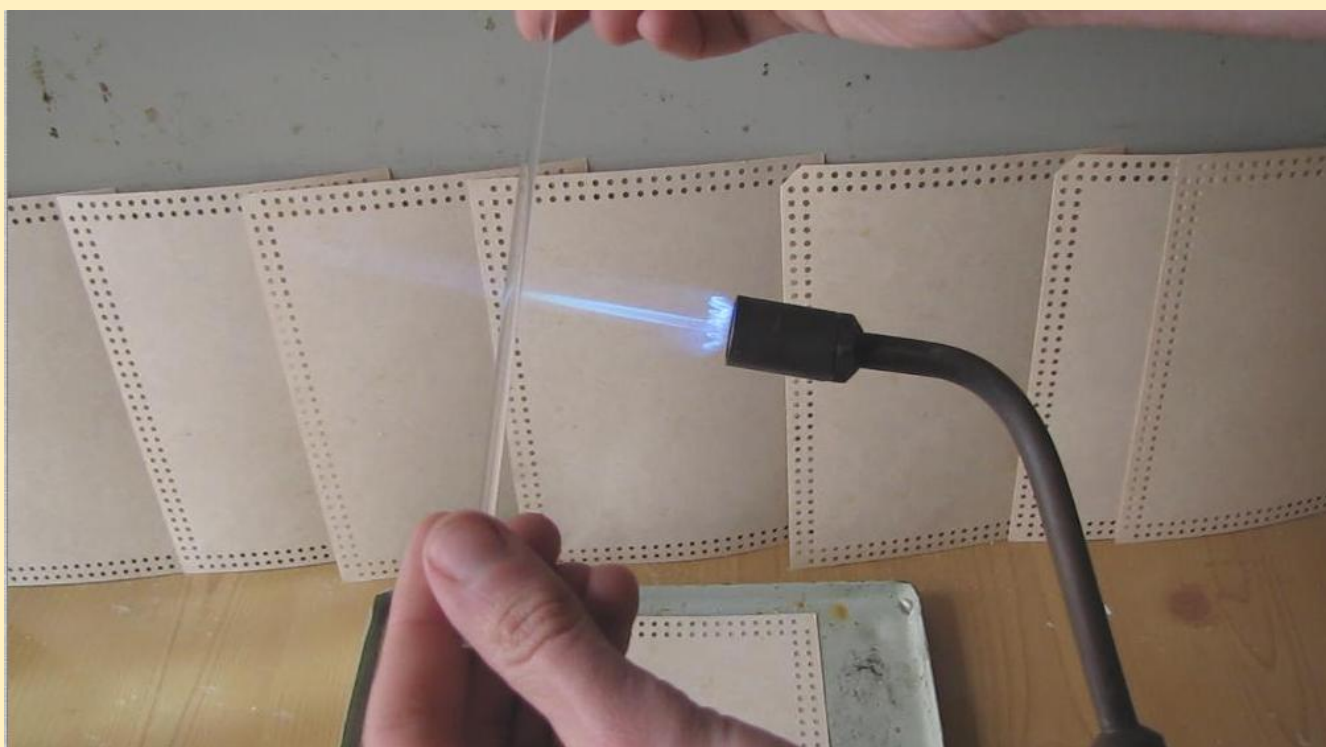
Желтое коптящее пламя – подача воздуха не включена



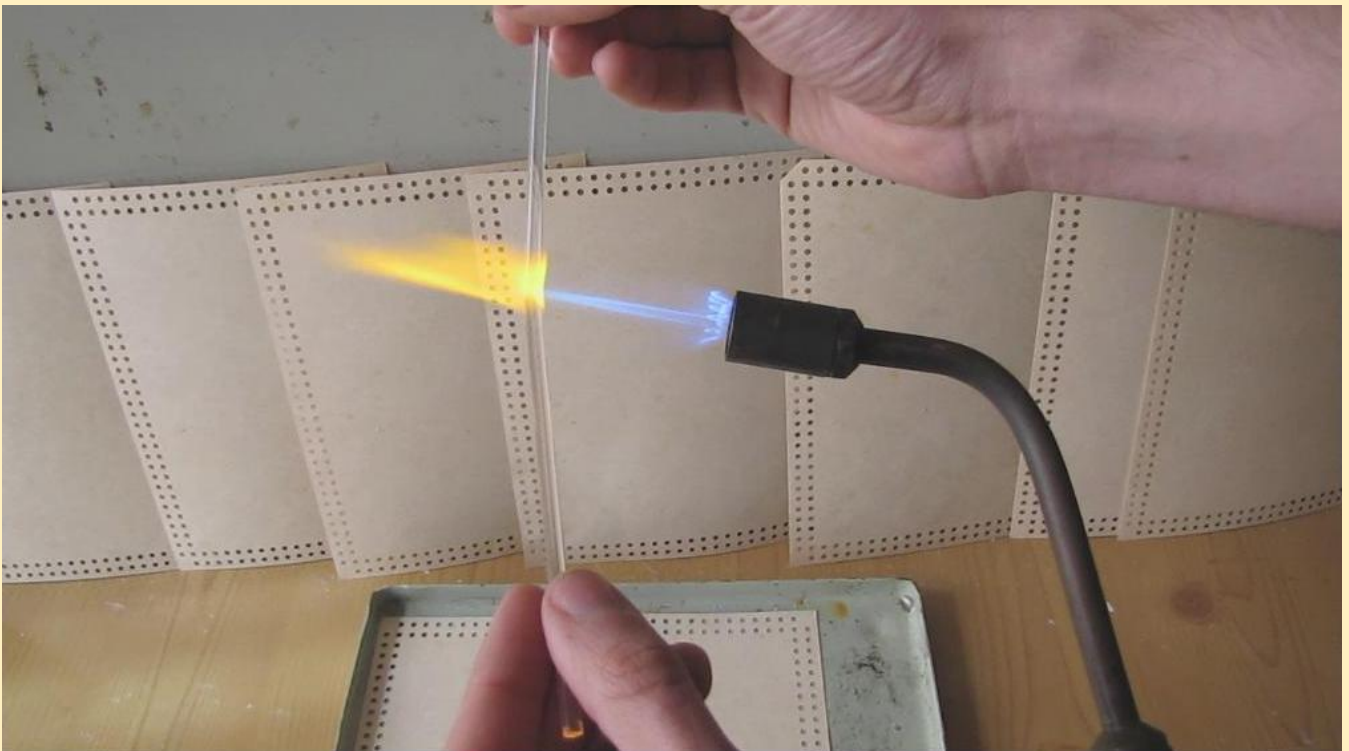
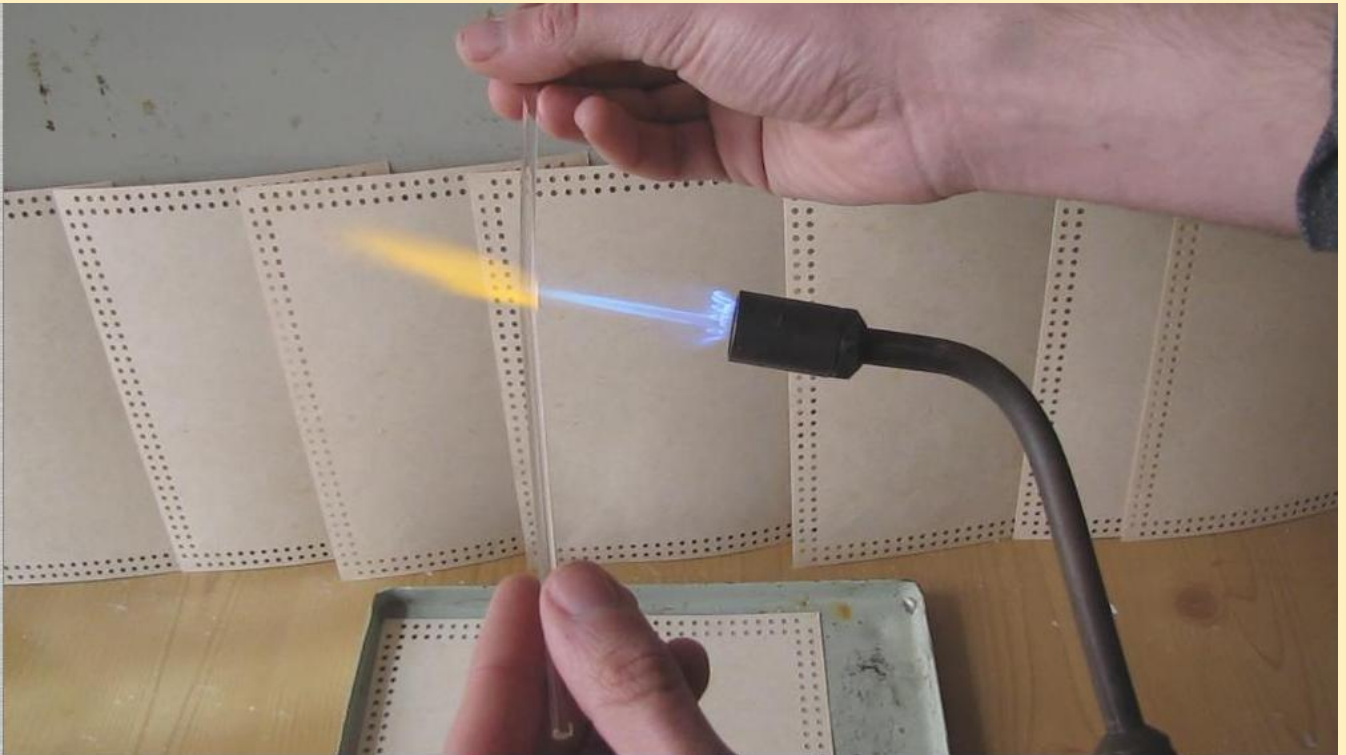
Если включить подачу воздуха и уменьшить подачу газа, пламя станет синим и значительно сузится

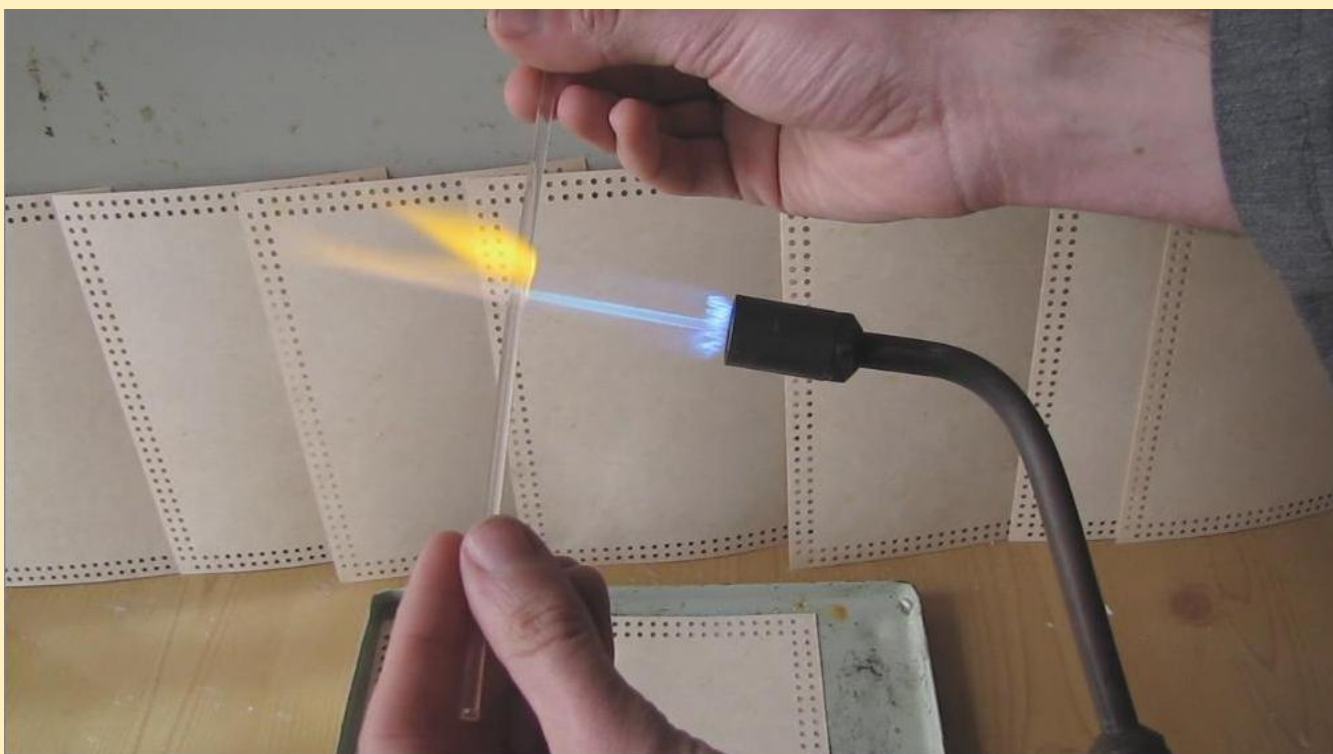
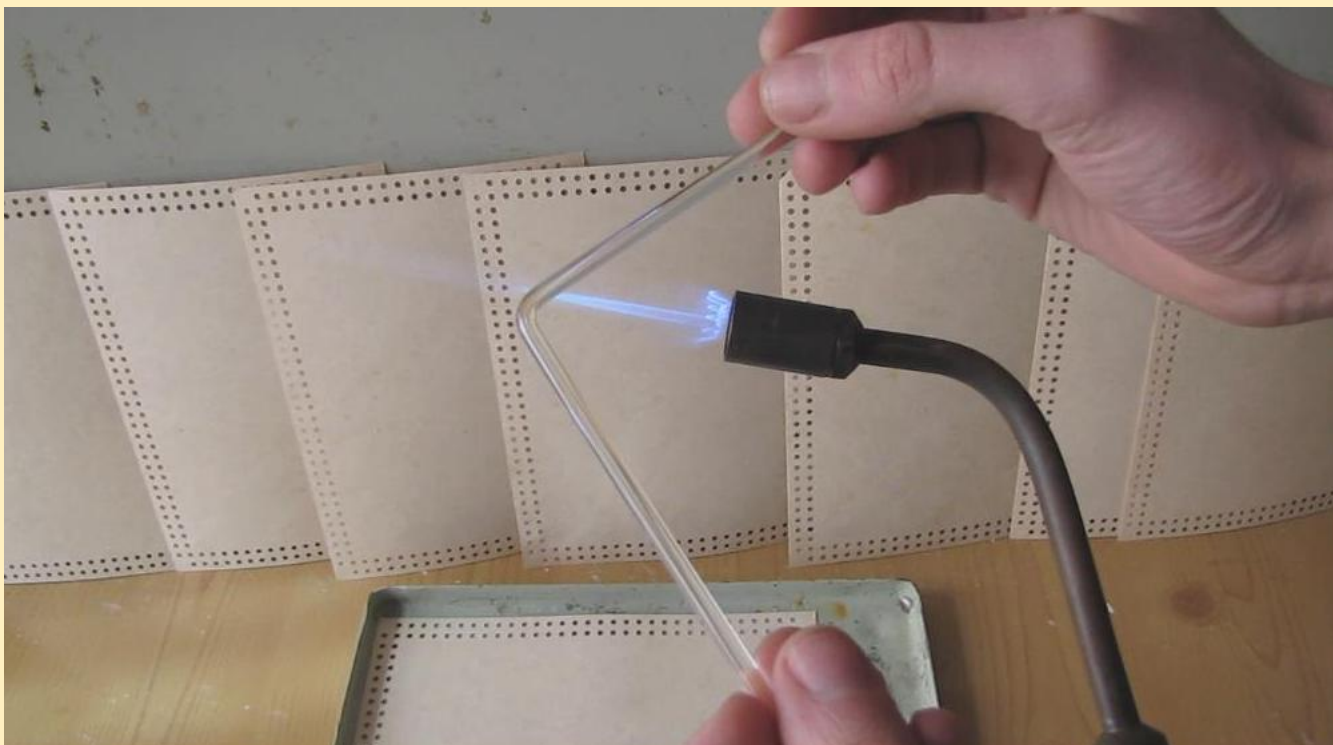


Итак, у нас образовалось синее горячее пламя. Чтобы получить представление о свойствах стекла, внесем в пламя стеклянную палочку. Возьмите палочку с обоих концов левой и правой рукой и начните ее медленно вращать. Теперь внесите середину палочки в дальнюю часть пламени. Понемногу введите стекло во внутреннюю горячую область. Стекло будет постепенно размягчаться, а пламя засветится желтым – такой цвет придает ему ионы натрия, который содержится в стекле. Скоро палочку можно будет согнуть или разделить на две половинки. В отличие от кристаллических веществ, стекло не имеет четкой температуры плавления – при нагревании оно постепенно становится мягким, потом – текучим, а при охлаждении расплав стекла медленно застывает. Фактически стекло представляет собой переохлажденную жидкость. От таких жидкостей как вода стекло отличается только на много более высокой вязкостью.

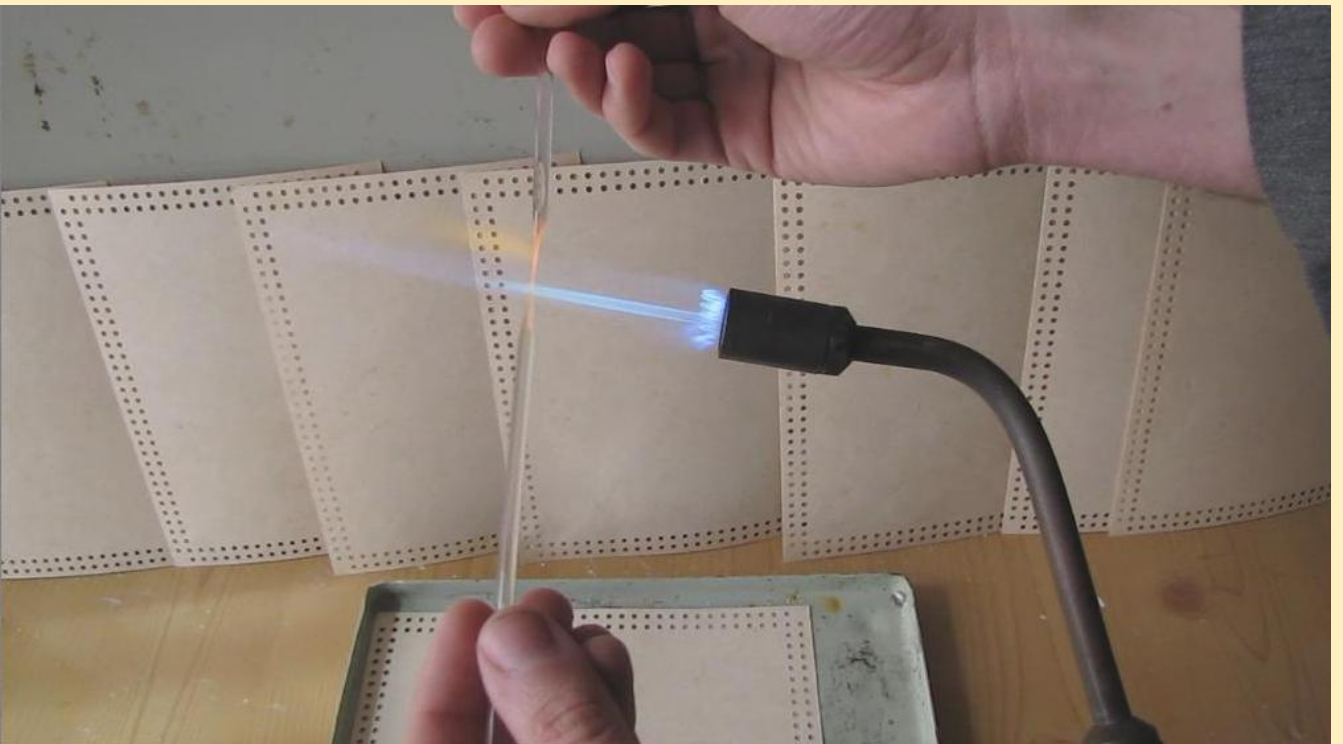
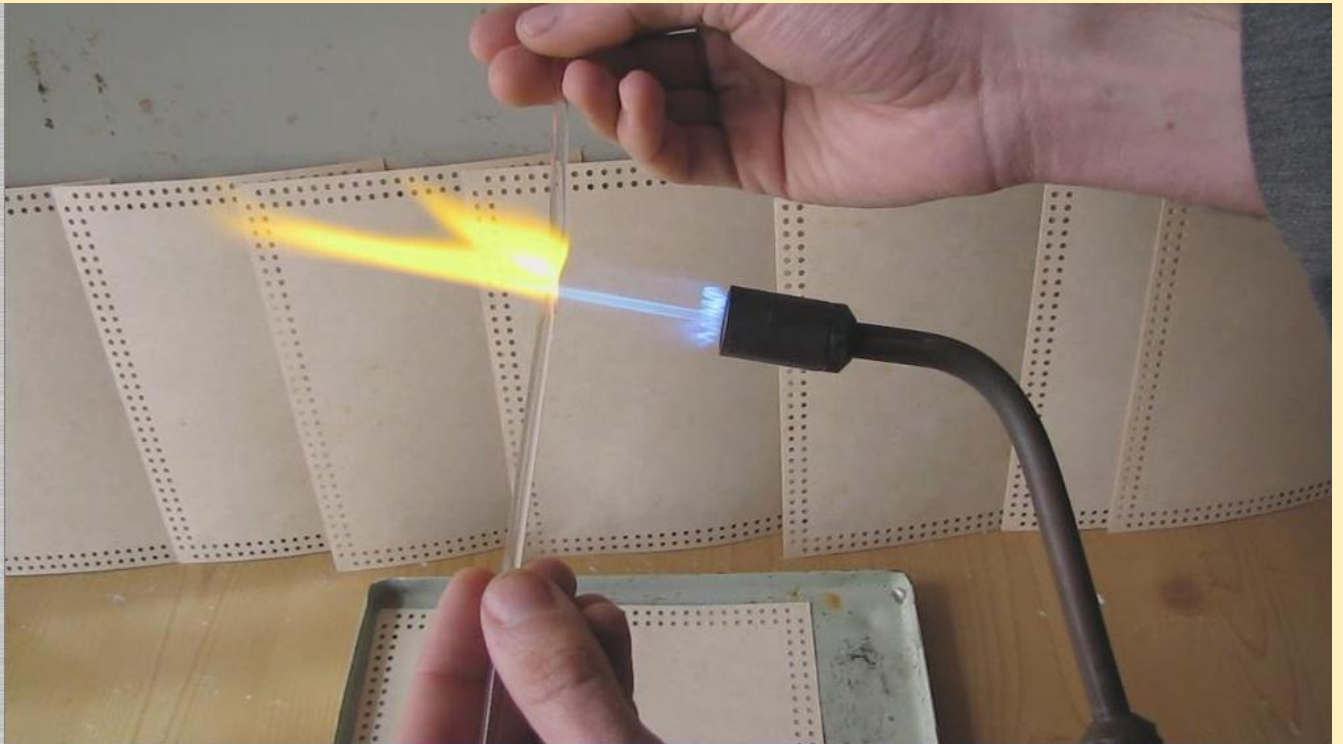


Стекло в пламени горелки будет постепенно размягчаться

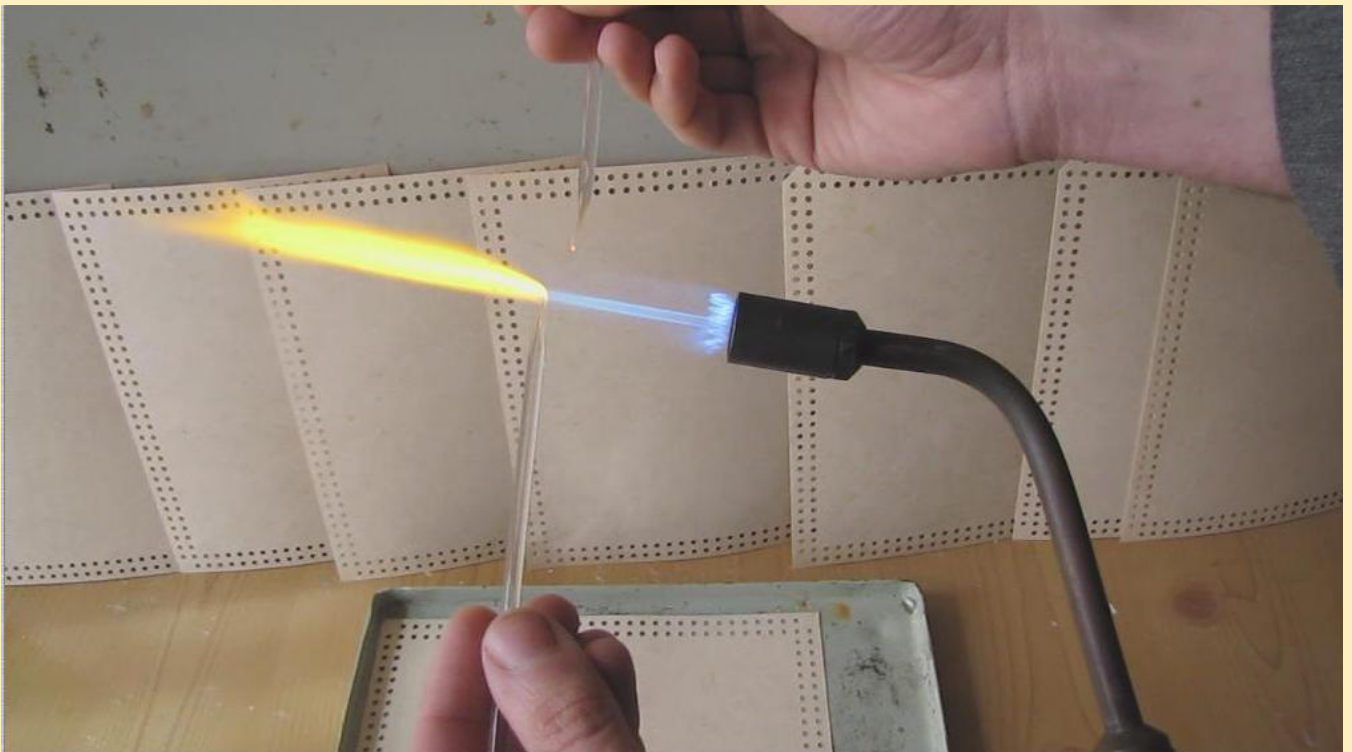
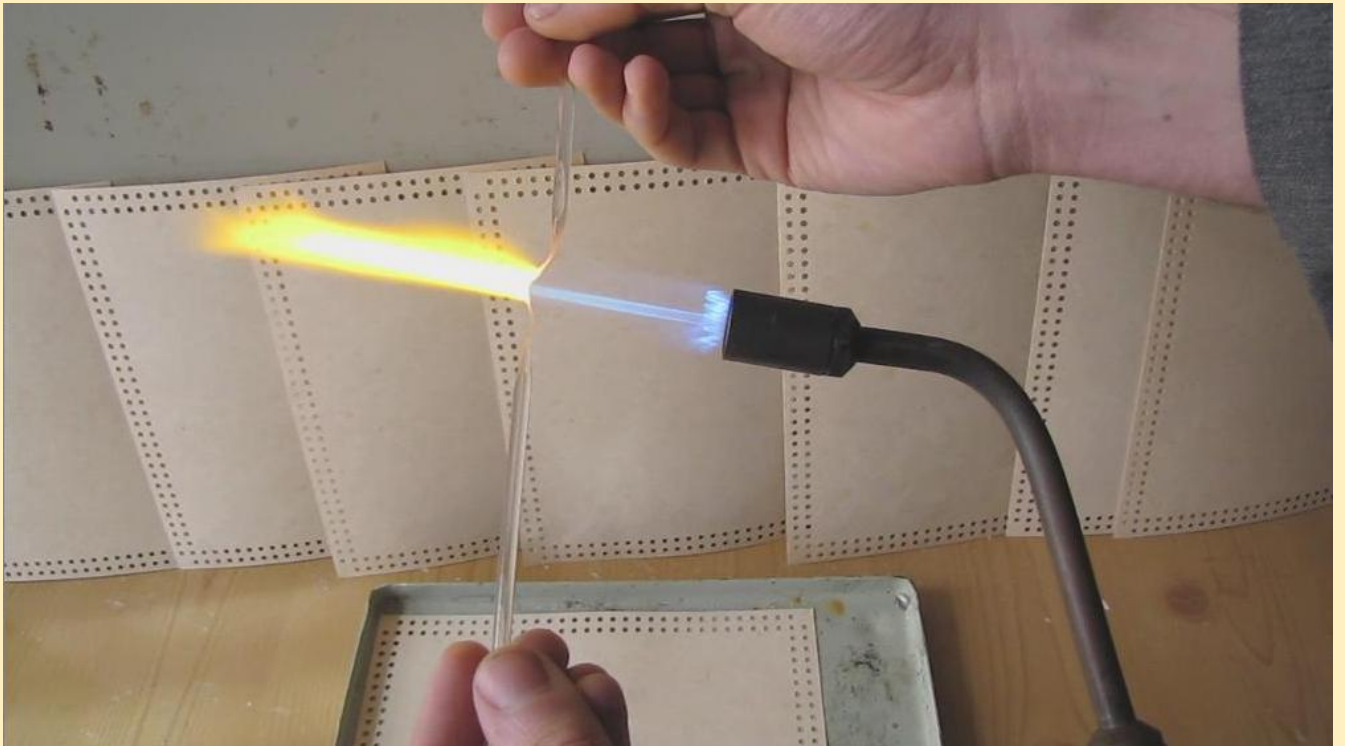


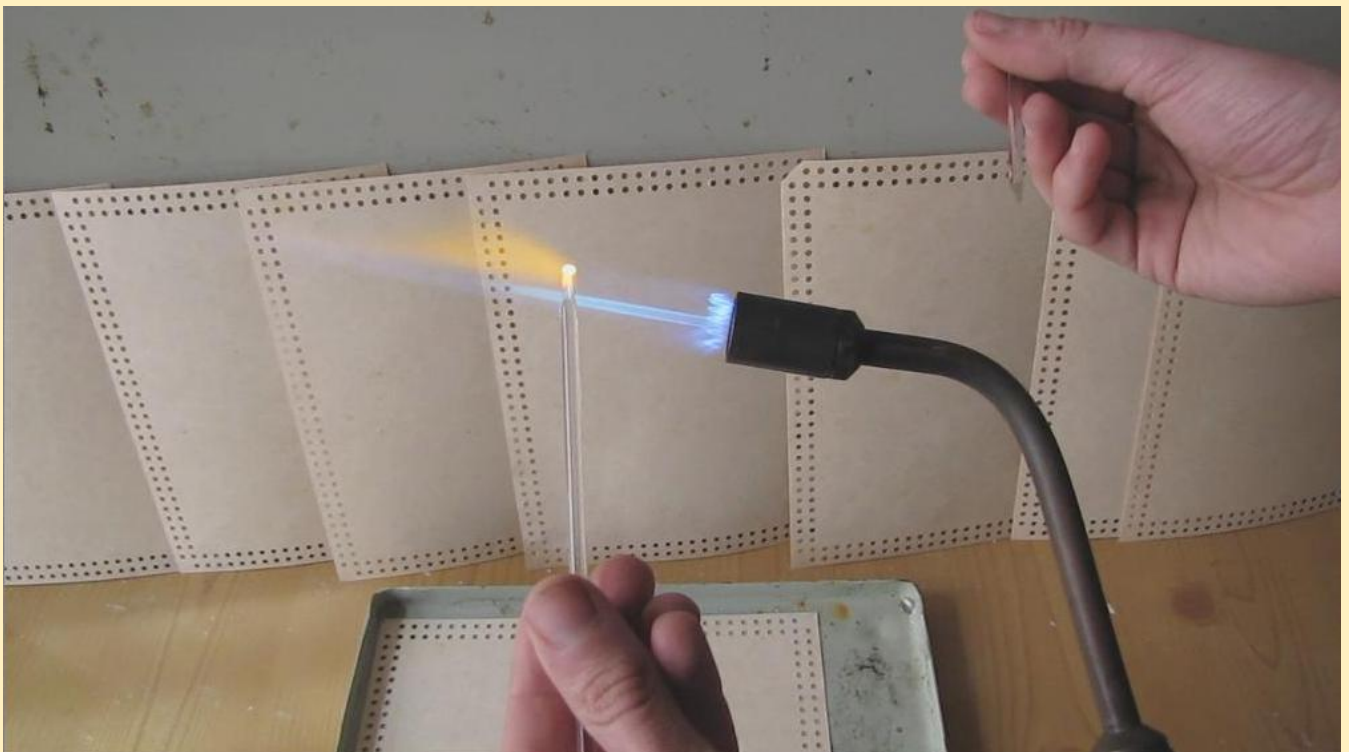
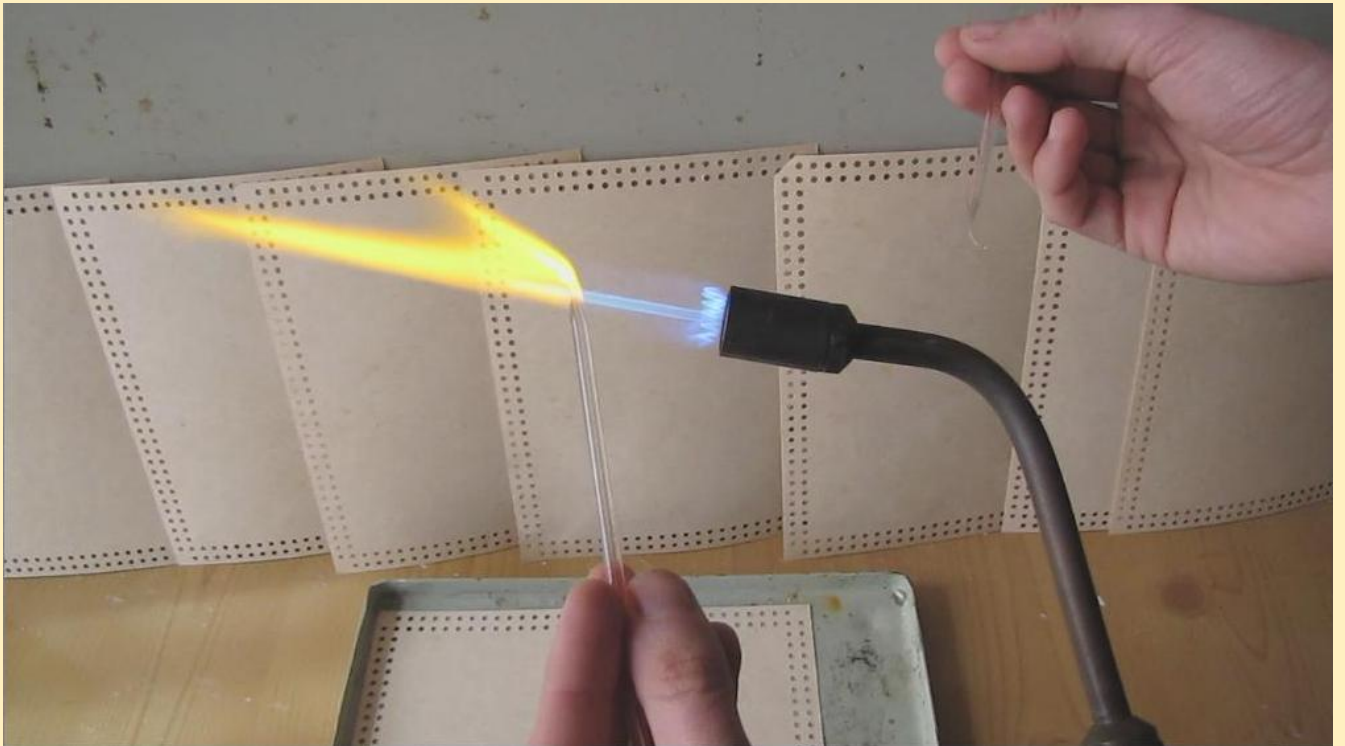


Стеклянную палочку можно согнуть, а потом снова распрямить



Палочку можно разделить на две части





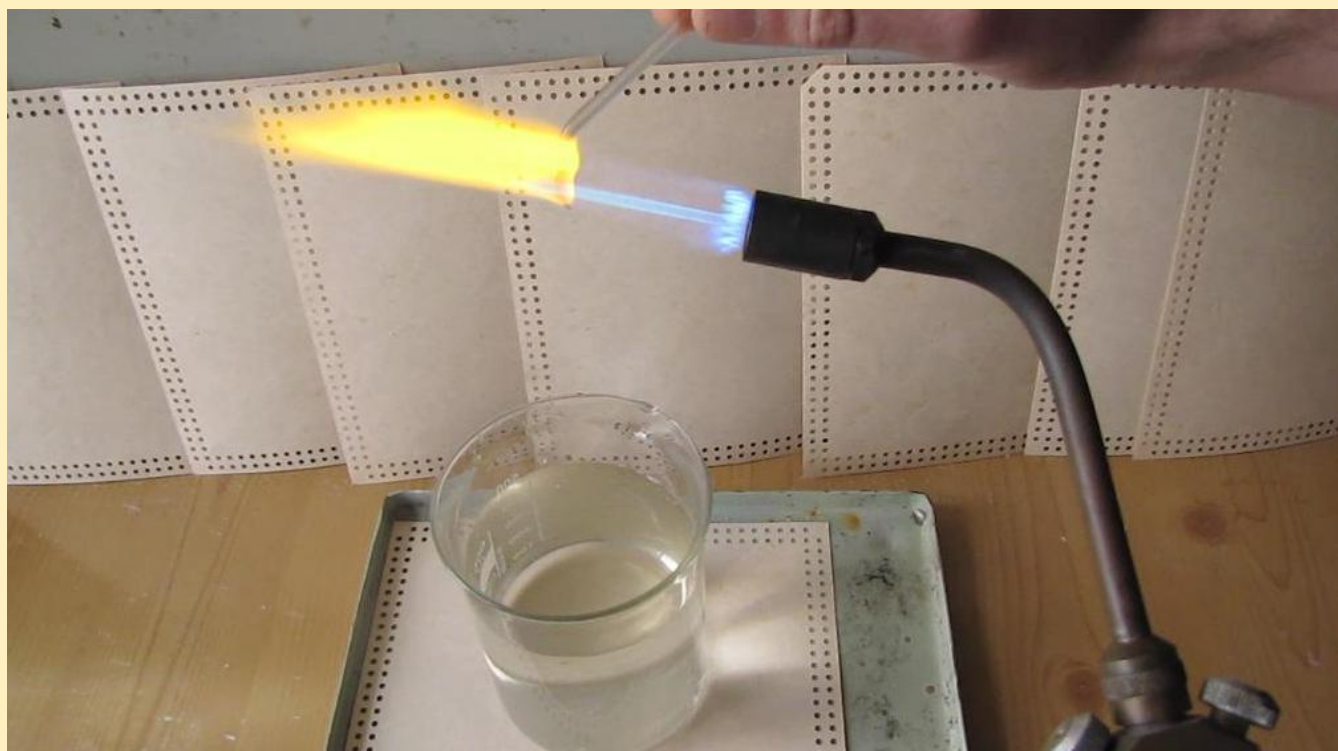
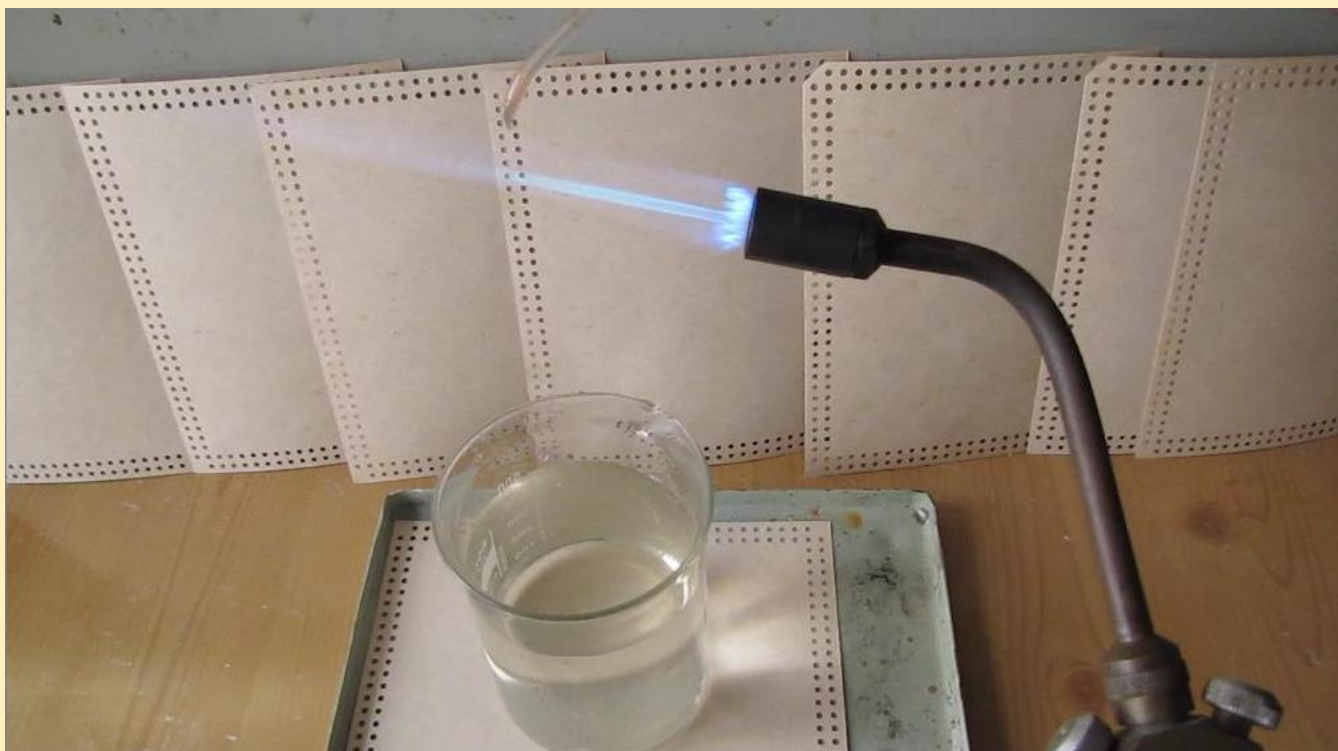
Возьмите одну из половинок палочки и сильно нагрейте ее кончик. Кончик палочки станет красным, а потом желтым, на нем будет собираться капелька, которая будет постепенно отделяться. Наша задача, чтобы эта капля упала в стакан, не успев остыть снизу (такое может произойти, если мы будем греть только «перемычку»). Капля с шипением застынет в воде, при этом у нее образуется длинный «хвостик». Если стекло было не достаточно горячим, капля может сразу же растрескаться на мелкие кусочки. Чтобы этого не произошло, капельку нужно греть сильно и равномерно.

Теперь достанем застывшие капельки стекла, положим на твердую поверхность и ударим по ним молотком. Капельки останутся целыми. Возьмите капельку в руку и надломите пинцетом хвостик (у основания). Капелька рассыплется или даже взорвется, при этом во все стороны полетят мелкие кусочки стекла (**берегите глаза! работать только в защитных очках!**) Если стекло нагреть до сильного разжижения и вылить его тонкой струйкой в воду, то получатся не капли, а «змейки» с аналогичными свойствами.

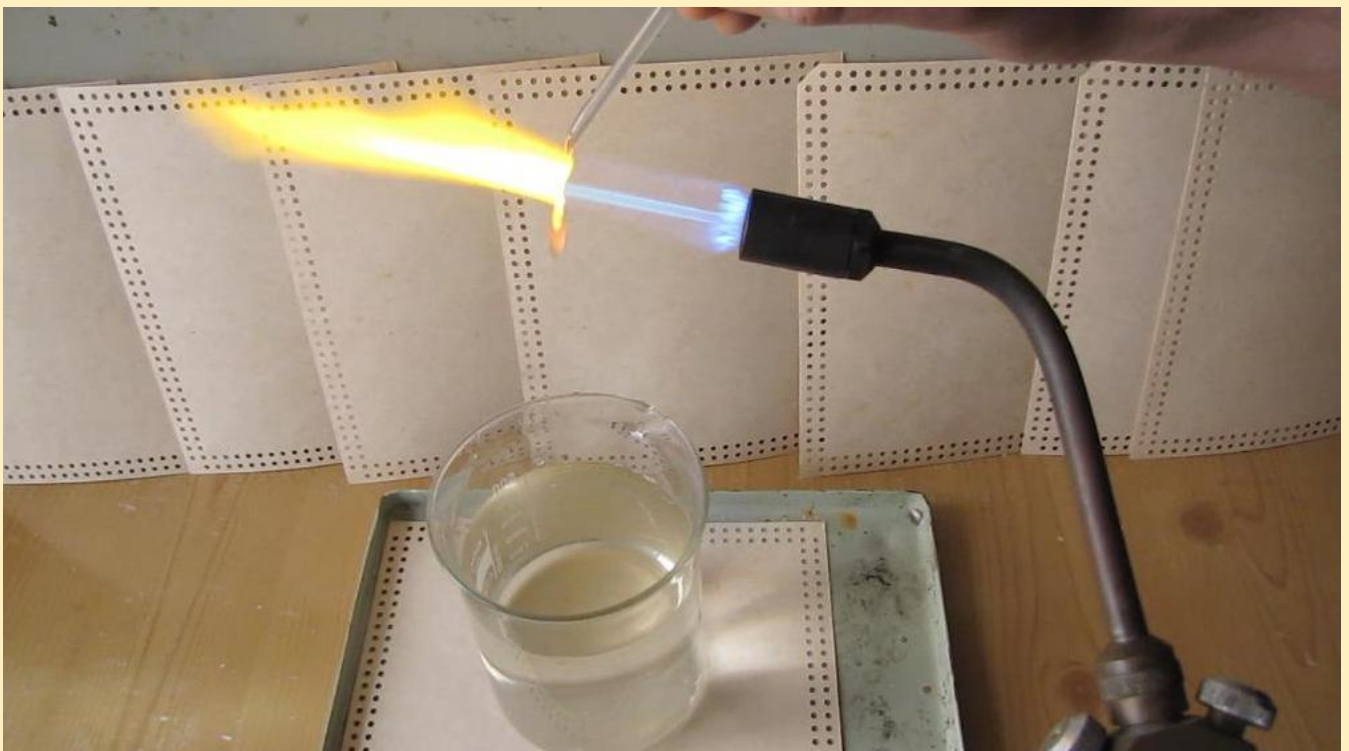
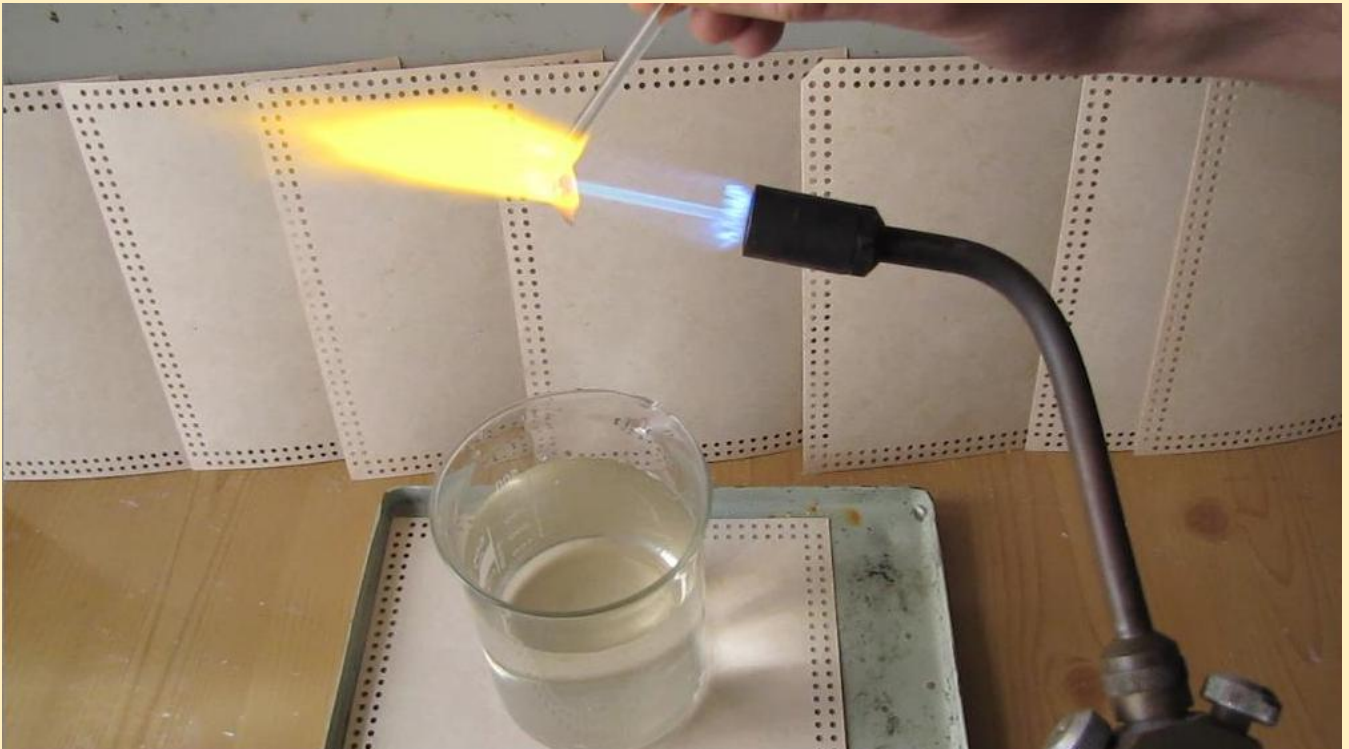
Такие капли называются «батавские слезки». Как объяснить их странное поведение? Дело в том, что при быстром охлаждении внешние слои стекла быстро застывают и становятся достаточно твердыми. Такой процесс называется закалка. Когда внешние слои затвердевают, они оказывают сильное давление на внутренние слои. Капля напоминает сжатую пружинку, которая только и ждет, чтобы ее высвободили. Стоит надломить хвостик – и капля разлетится. Разрыв капли происходит также, если надпилить толстую часть до определенной глубины или растворить хвостик в плавиковой кислоте.

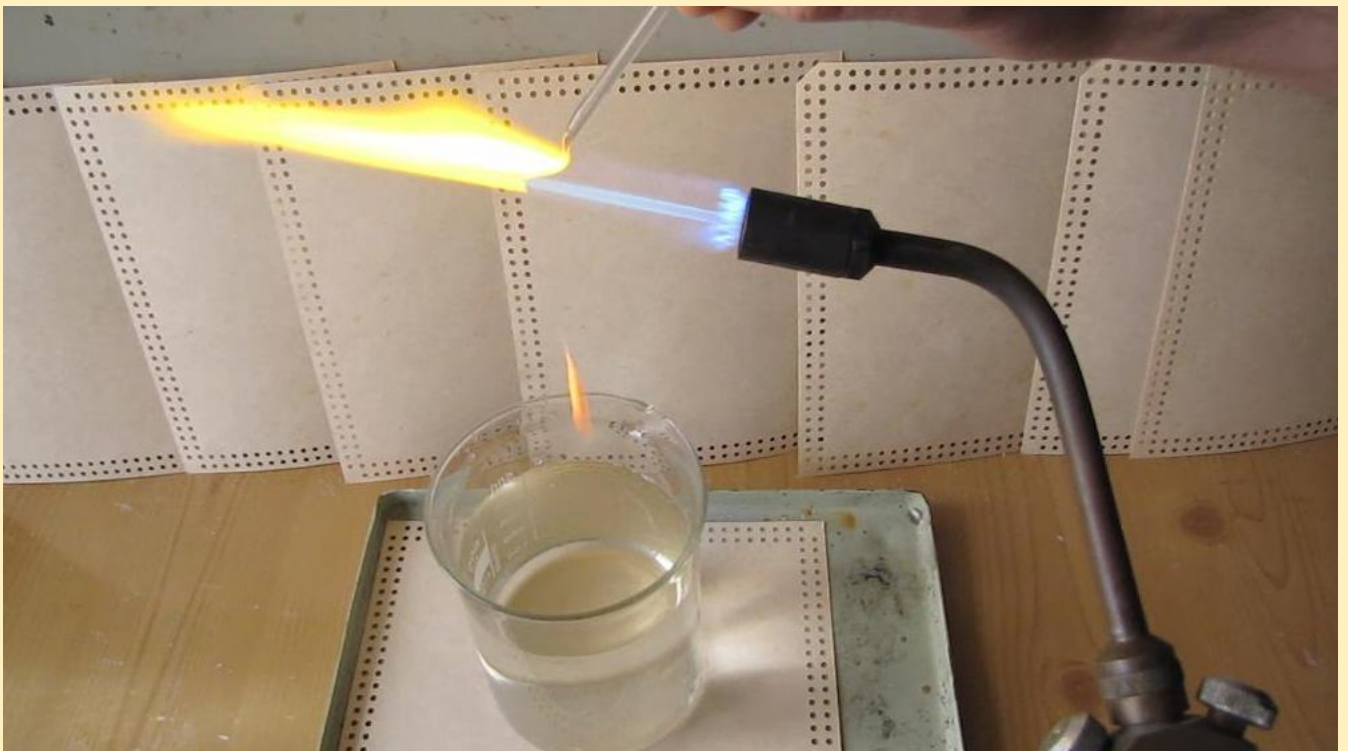
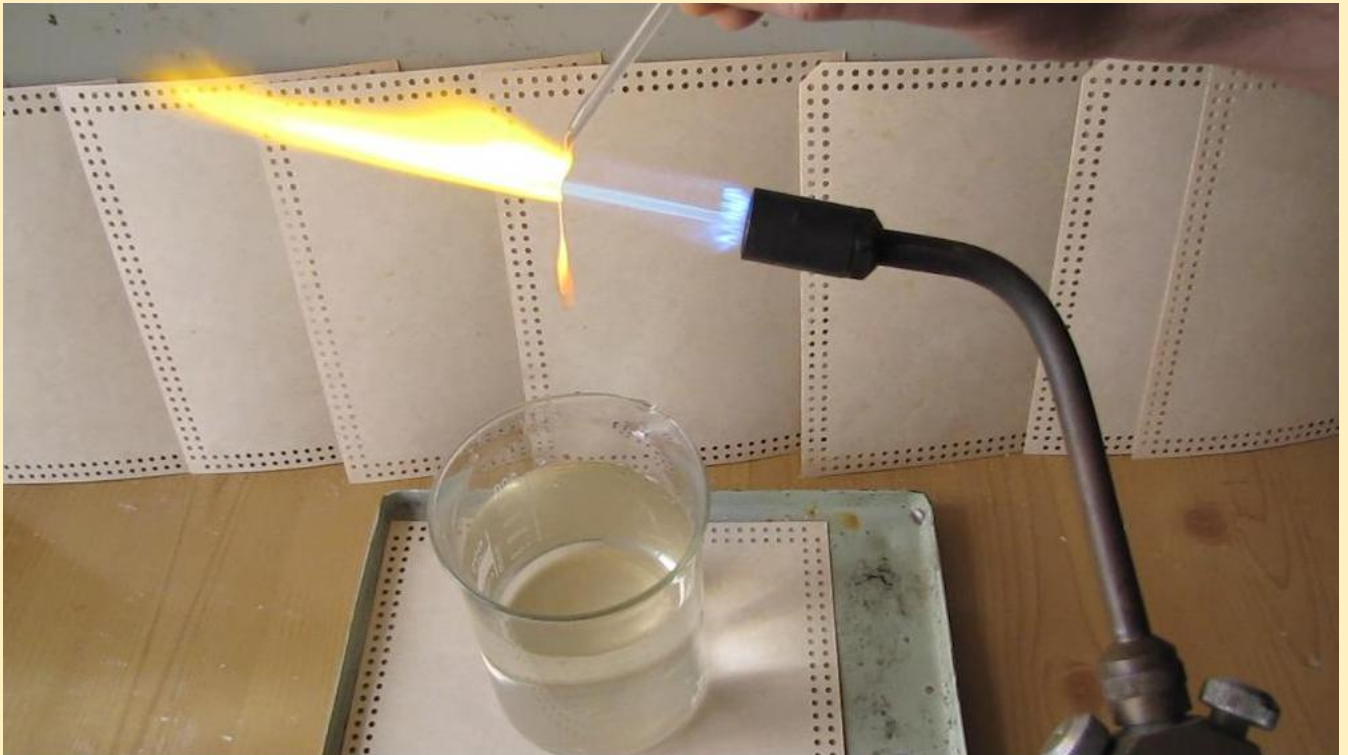
Резкое охлаждение расплава или раскаленного твердого тела путем отпускания их в жидкость называется закалкой. Многие слышали о закалке стали. При закалке стали протекают совсем иные процессы, чем при закалке стекла, но сама процедура схожа. Закаленная сталь значительно более твердая, но и более хрупкая по сравнению с обычной.

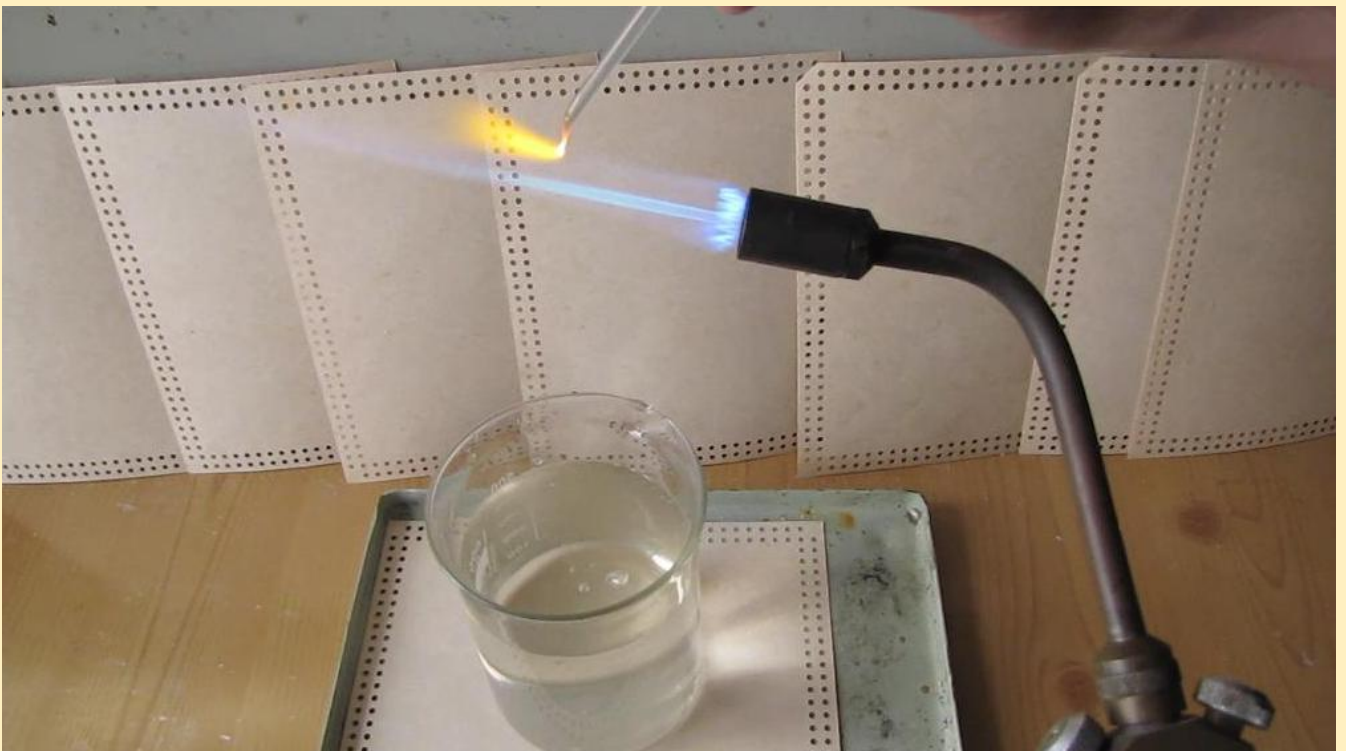
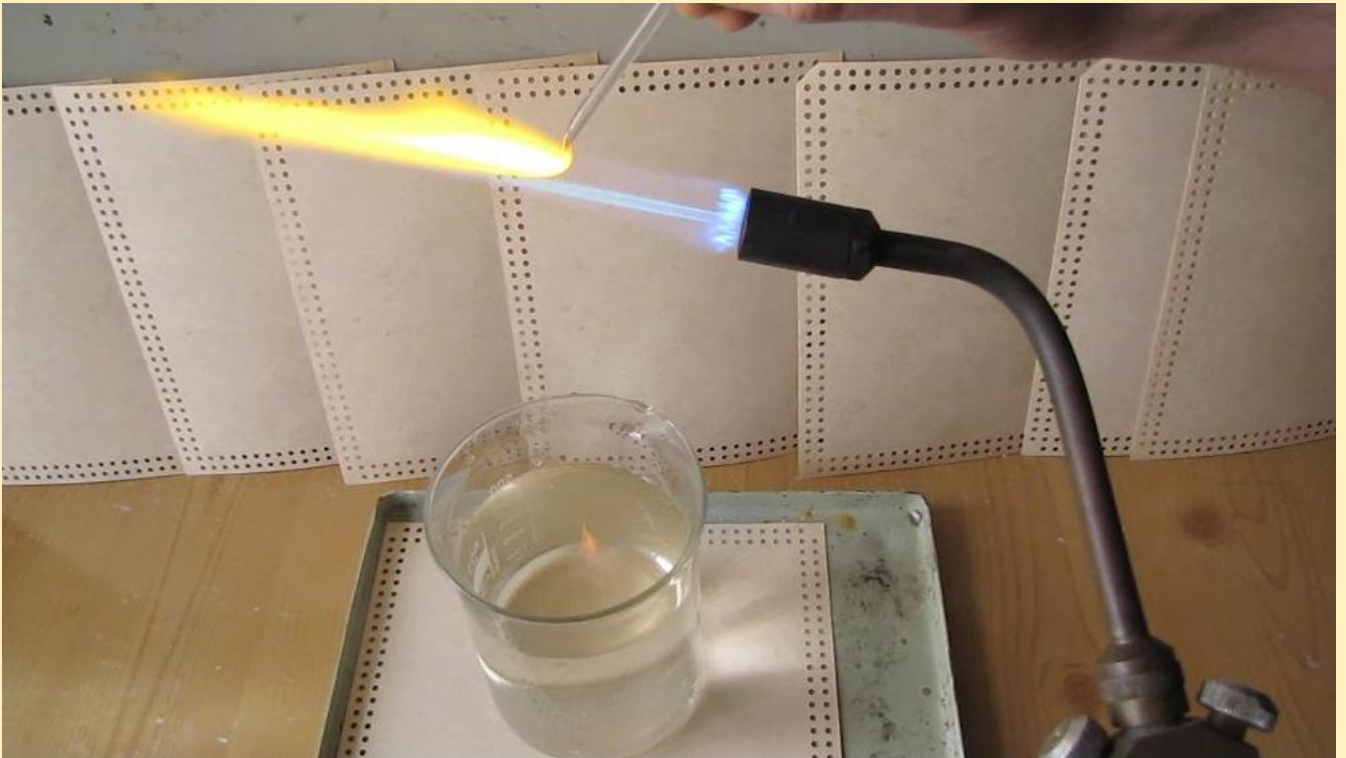
Если батавские слезки осторожно нагреть, внутренние напряжения постепенно снимутся и капелька потеряет способность взрываться. Такой процесс называется отжигом. Отжиг является важной операцией при работе со стеклом, поскольку локальные внутренние напряжения очень сильно уменьшают прочность изделий (особенно – изделий сложной формы).



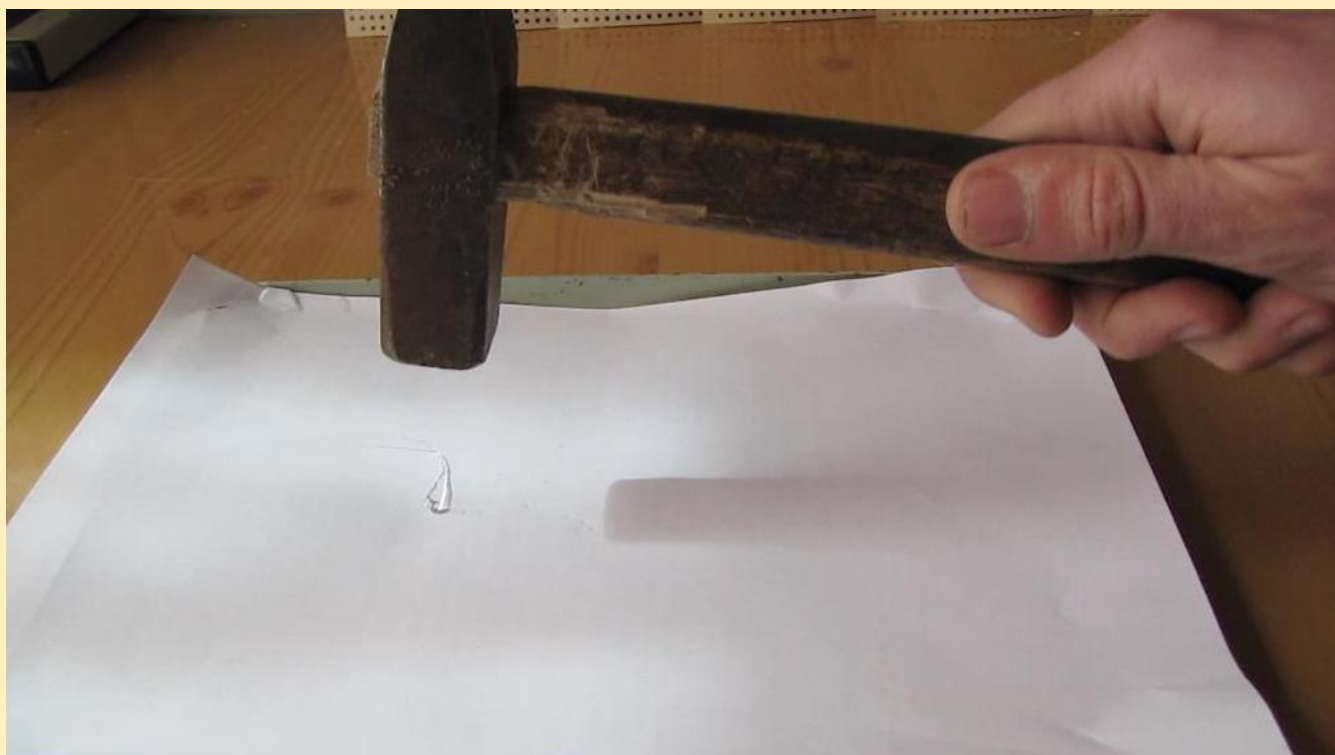
Получение батавских слезок фото В.Н. Витер



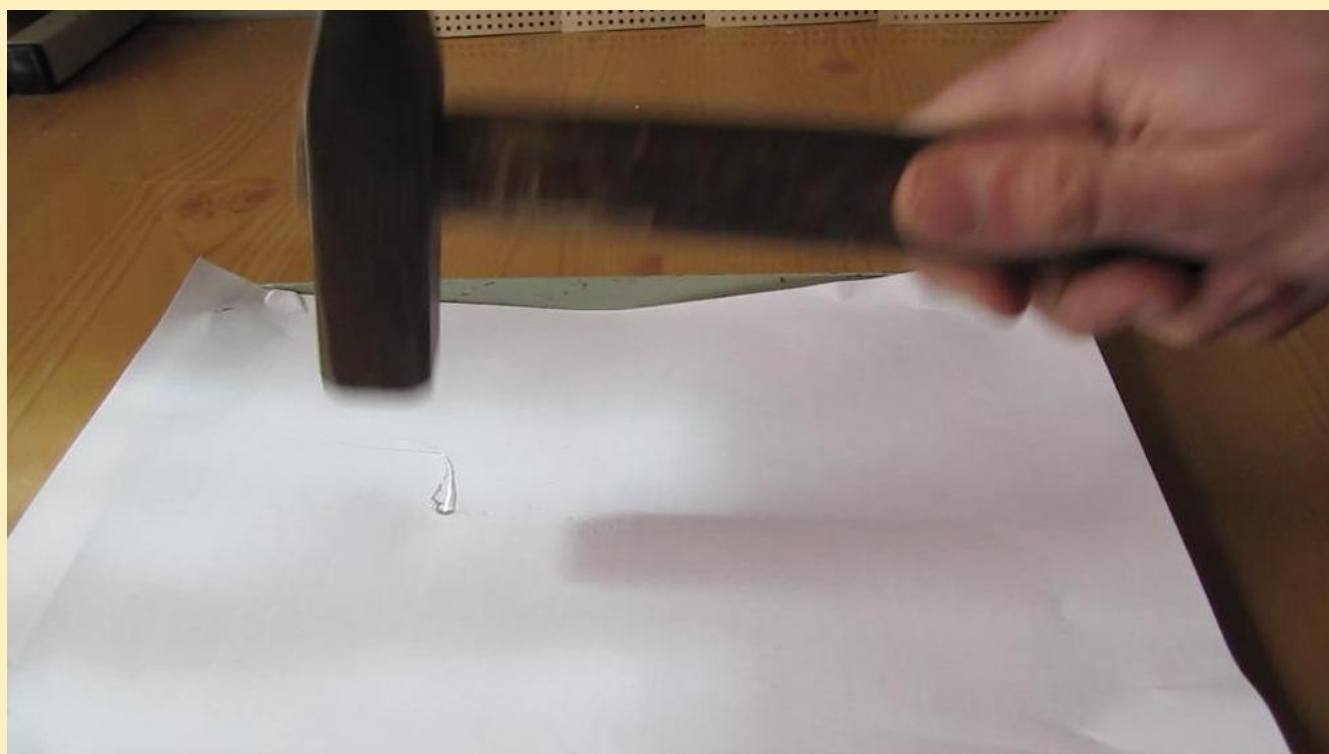


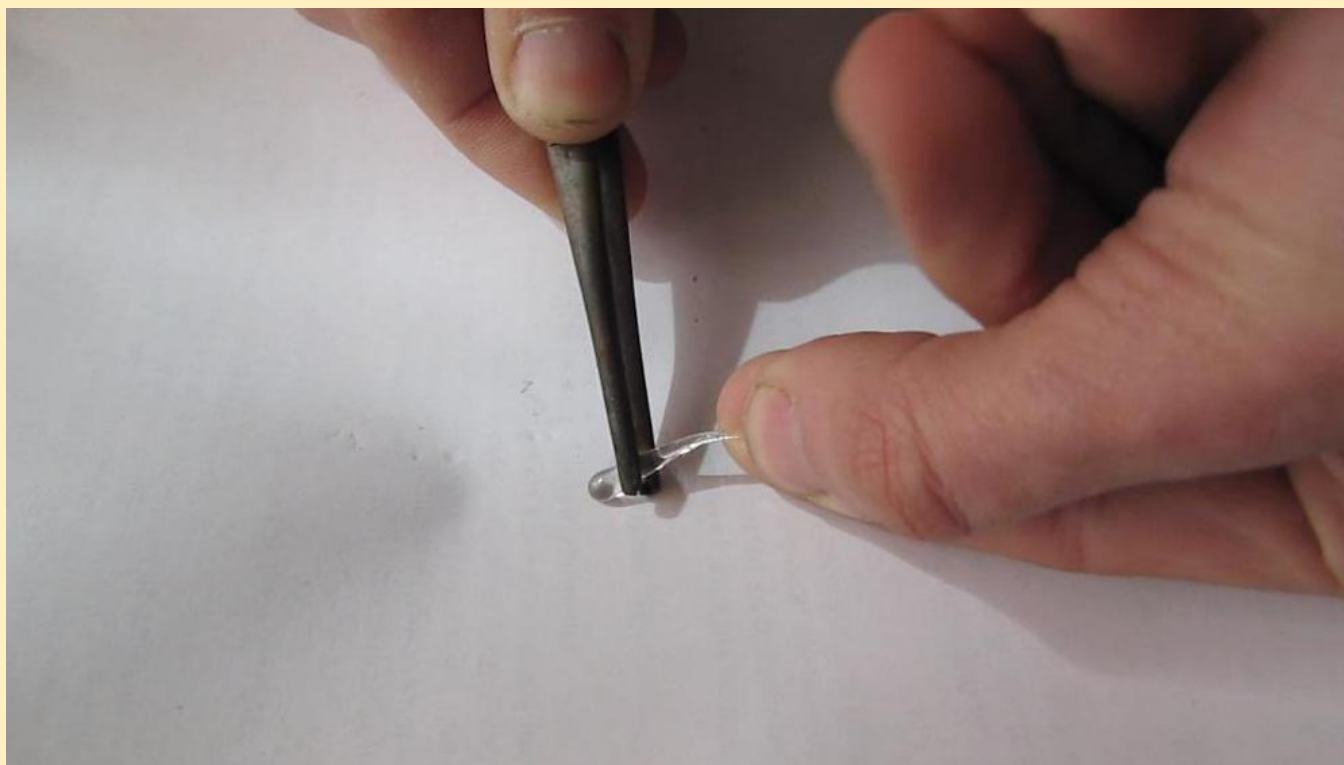




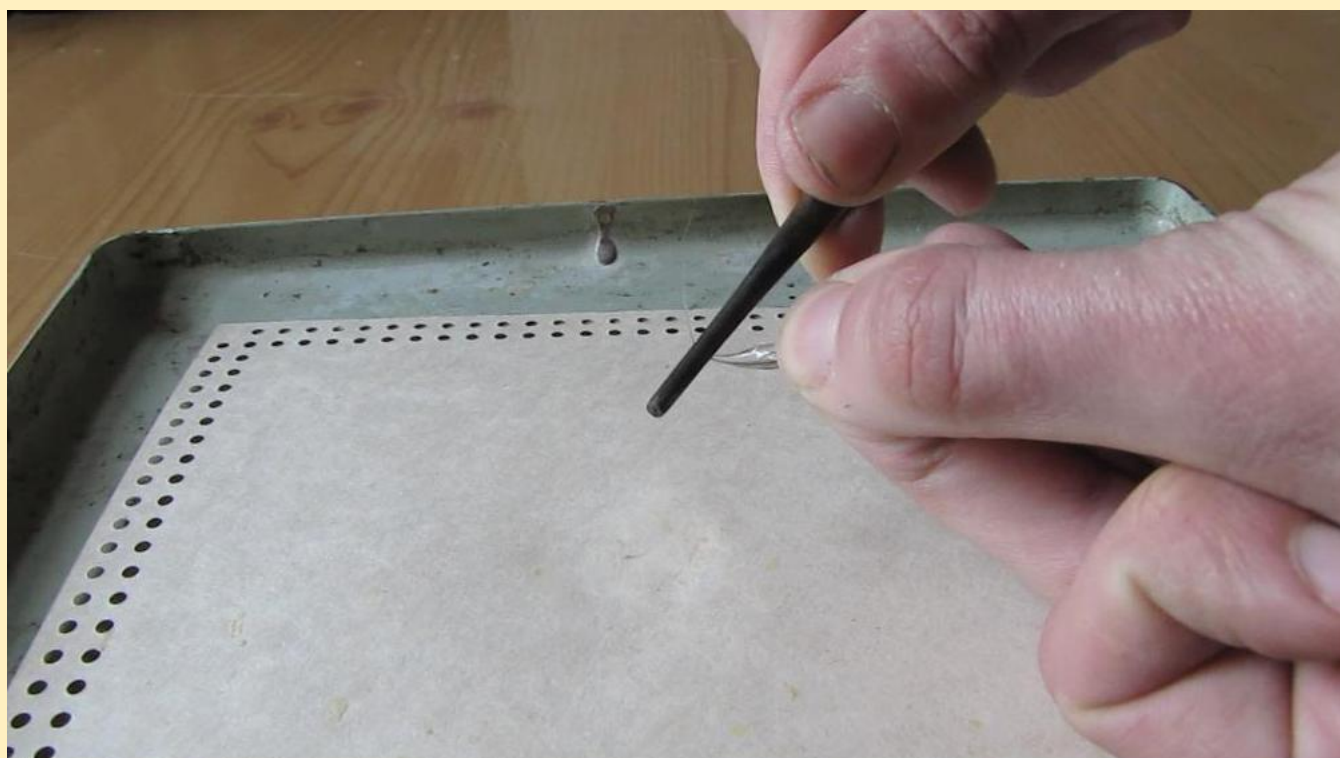


Батавские слезки легко выдерживают удар молотком





Если надломить хвостик (руками или плоскогубцами) капельки взрываются или рассыпаются на мелкие кусочки





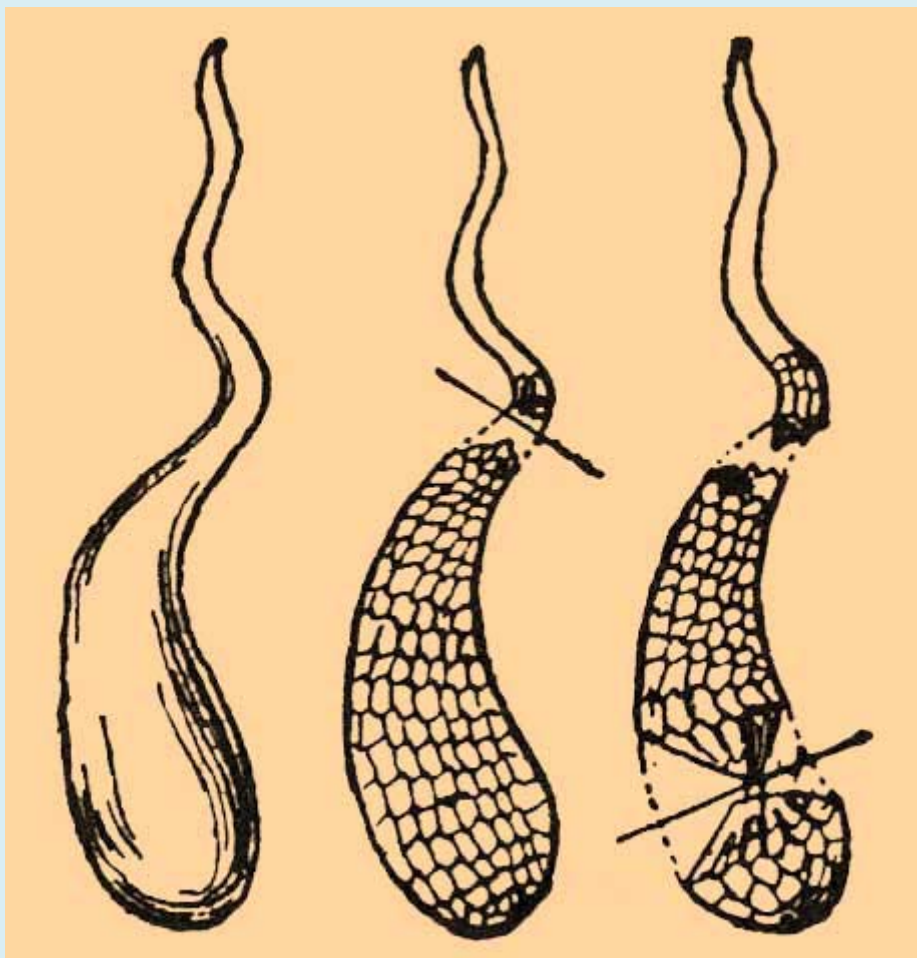


Схема разрушения батавской слезки

(Энциклопедический словарь Ф.А. Брокгауза и И.А. Ефрона)

Если закаленную сталь нагреть, а потом медленно охладить она становится более мягкой, но и более пластичной. Такой процесс называют отпуском (от слова «отпустить») или отжигом.

Читатель скажет: капелька – это хорошо, но можно ли аналогичным способом сделать небьющийся стакан, колбу, пробирку? Конечно, да. Стакан из закаленного стекла вполне выдерживает удар об асфальт. Но работать с таким стаканом вы вряд ли бы захотели – стоит появиться маленькому повреждению (например, царапине) – и стакан взорвется. Раньше были известны так называемые «болонские склянки» – круглые толстостенные сосуды, которые получали быстрым охлаждением стекла на воздухе. Они отличались высокой стойкостью к ударам, но при царапинах разлетались аналогично батавским слезкам.

Бывают случаи, когда применение закаленного стекла просто необходимо.

Например, лобовые стекла автомобилей. При ударе обыкновенное стекло разлетается на крупные куски, которые могут причинить серьезные травмы (падение больших кусков стекла может вызывать эффект гильотины). В случае аварии лобовое стекло автомобиля должно рассыпаться на небольшие кусочки, именно поэтому лобовые стекла подвергают поверхностной закалке. Такое стекло довольно твердое и выдерживает несильные удары, но в случае аварии оно разлетается на мелкие кусочки, сравнительно безопасное для водителя и пассажиров.



coroflot.com, prikol.i.ua