



Инструкция по самостоятельному изготовлению печатных плат с помощью фоторезиста.

В данной статье будет рассмотрен фоторезистивный метод изготовления печатных плат в виде иллюстраций \ фотографий.

Итак, при изготовлении печатных плат, особенно сложных, наиболее пригоден метод при использовании фоторезиста. Основным его преимуществом является высококонтрастный рисунок на текстолите с разрешением 0.1мм (0.1мм в идеале, а вот 0.25мм прекрасно получается) при изготовлении в домашних условиях. К тому же иногда изготавливая печатную плату, немаловажное требование относится к эстетическому оформлению готового изделия, особенно если печатная плата находится в «открытом» положении или запакована в прозрачную термотрубку. В настоящий момент в мире Интернета в изобилии информации по изготовлению печатных плат фоторезистивным методом, но мало уделено внимания деталям этого метода. В этой статье постараюсь показать «эти детали» в виде фотографий, так как «лучше один раз увидеть, чем сто раз услышать» и прокомментирую все фото поподробнее... Ещё хотел отметить – если Вы уже являетесь потенциальным разработчиком разного рода электроники – то вам всё равно рано или поздно придётся иметь дело с этим методом... **J**

Начнём с теории:

Фоторезистом называется чувствительное к свету вещество (в нашем случае это лак), которое под воздействием освещения изменяет свои свойства. В последнее время на российском рынке появилось несколько видов импортных фоторезистов в аэрозольной упаковке, которые особенно удобны для использования в домашних условиях. Это Бельгийский фоторезист Positiv 20 и Немецкий Positiv Resist (Cramolin®). Сущность применения фоторезиста заключается в следующем: на плату с нанесенным на нее слоем фоторезиста накладывается фотошаблон и производится его засветка, после чего засвеченные (или незасвеченные) участки фоторезиста смываются специальным растворителем, в качестве которого обычно выступает едкий натр (NaOH). Все фоторезисты делятся на две категории: позитивные и негативные. Для позитивных фоторезистов дорожке на плате соответствует черный участок на фотошаблоне, а для негативных, соответственно, прозрачный. На многих предприятиях работают с негативными фоторезистами, но мы будем пользоваться позитивным, как получивший наибольшее распространение в свободной продаже. Остановимся более подробно на использовании позитивных фоторезистов в аэрозольной упаковке.

Сразу мой совет по более рациональному вложению средств – я предпочитаю Немецкий Positiv Resist, который стоит значительно дешевле Бельгийского Positiv 20 (это не реклама!), хватает его гарантированно на 2 м² текстолита, а при соблюдении определенных требований ещё больше...

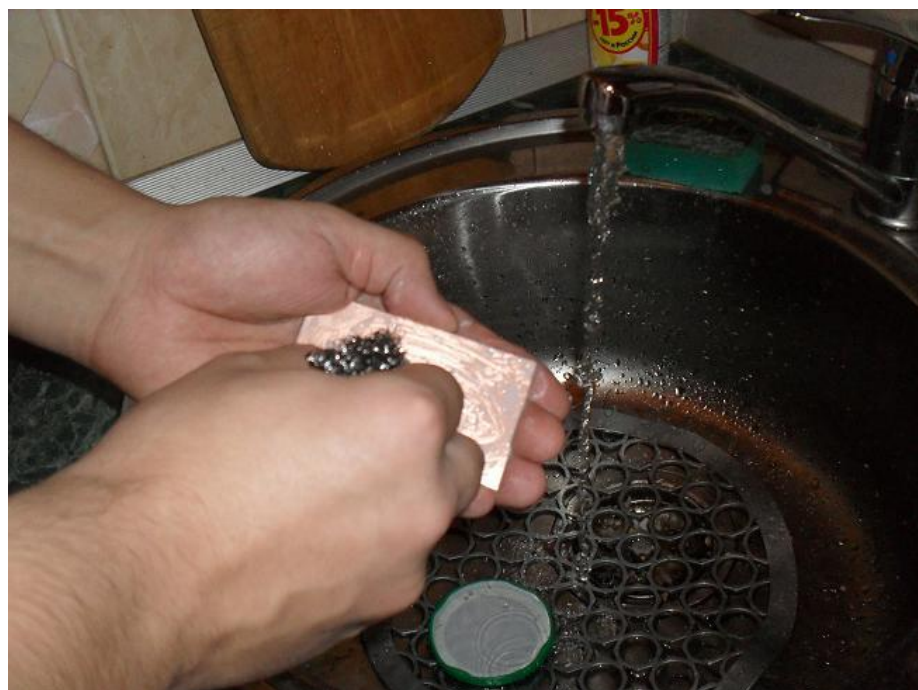
Теперь о требованиях:

Чтобы изготовить печатную плату с минимальными материальными затратами этим довольно – таки дорогим методом надо обратить внимание на ряд моментов:

- тщательно подготовить текстолит перед нанесением лака



Подразумеваем, что текстолит выпилен в примерный размер будущей печатной платы с запасом по краям 5мм с каждой стороны. Обычно затирку меди начинают специальными абразивными пастами, но при отсутствии таковой сойдёт помесь геля для мытья посуды и моющего чистящего порошка. Затирку ведём металлической сеткой для мытья посуды, тем самым удалим окиси, грязь с поверхности текстолита, а сетка в свою очередь зацарапает фольгу, что повысит в дальнейшем адгезию лака (фоторезиста) с поверхностью.



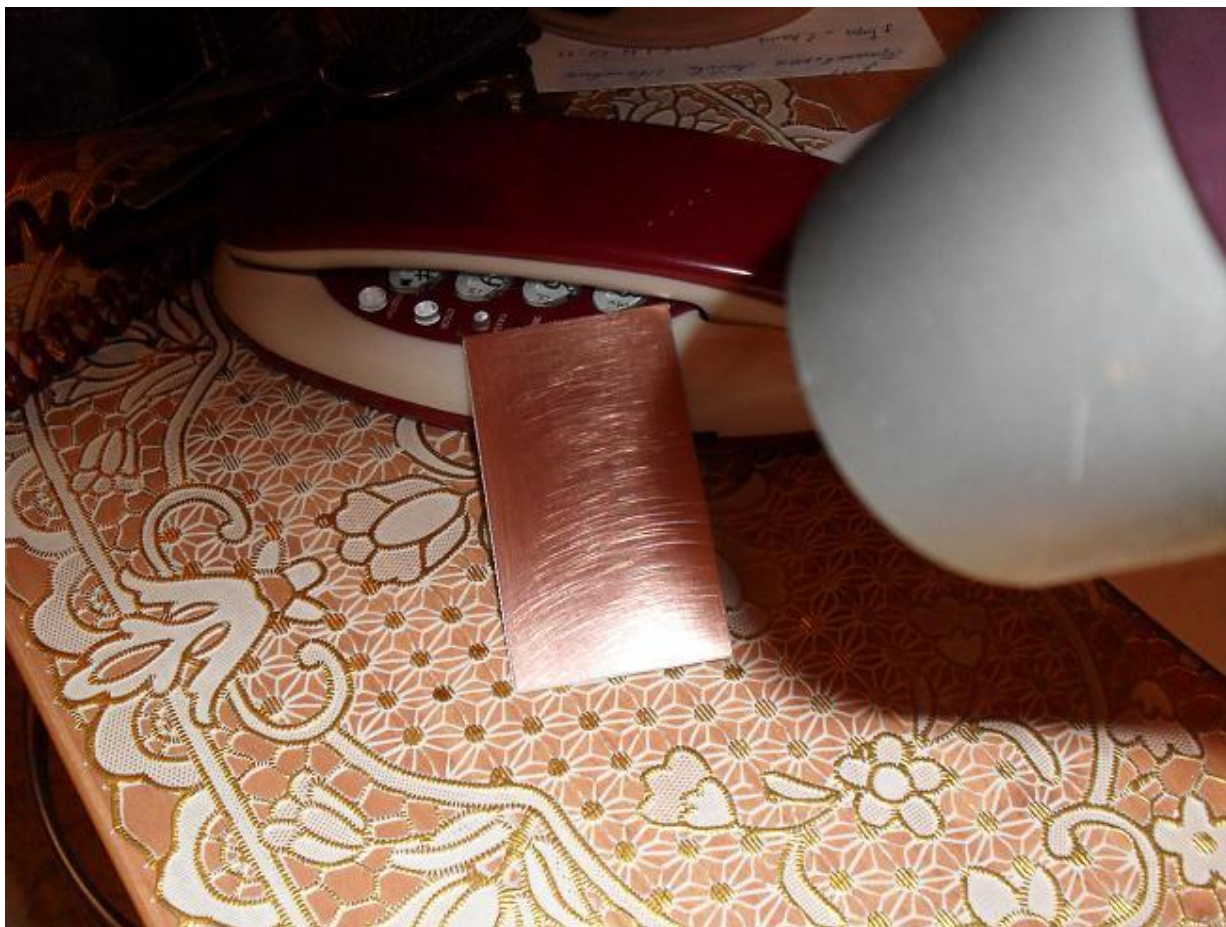
Затирку ведём в зависимости от степени загрязнения поверхности до тех пор, пока поверхность не будет иметь равномерный ровный оттенок, фактически золотой. Химические пятна на текстолите можно перед нанесением фоторезиста удалить опустив текстолит в раствор горячего хлорного железа, если фольга на текстолите стала равномерно красной, то в принципе будущее травление пройдёт без проблем, плату после такого метода следует тщательно промыть горячей водой и заново заполировать абразивом до золотого оттенка.



Теперь промываем очищенный текстолит горячей водой и стараемся его поверхность руками не трогать...



Теперь сушим при температуре 60-70°C с минуту, пока поверхность не примет лёгкий розоватый оттенок. Если при этом процессе на поверхности образовался иней, то его надо удалить салфеткой. Ворса на поверхности быть не должно!



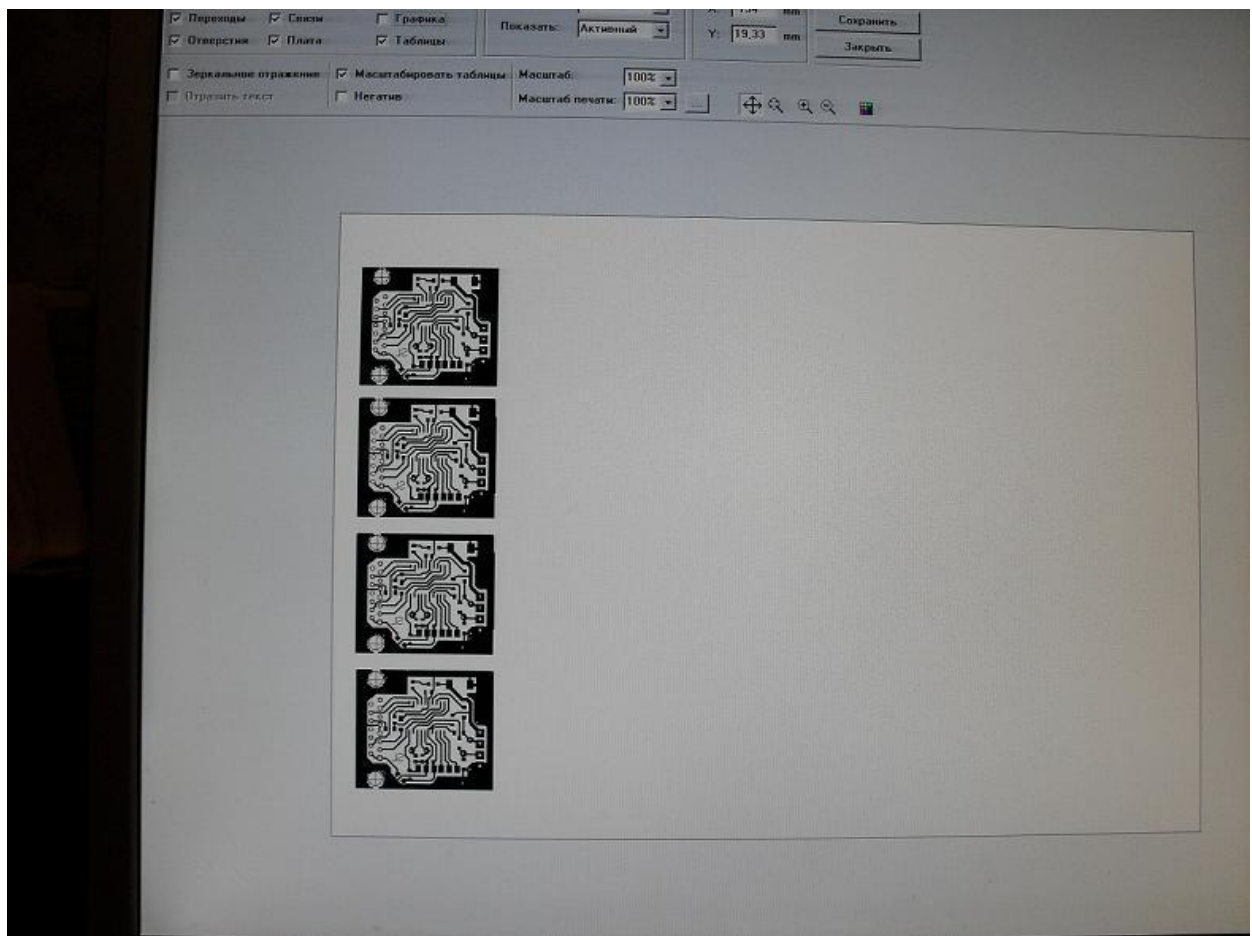
Для сушки годится обыкновенный фен для волос...

- Пока текстолит остывает готовим фотошаблон... В данном случае имеется несколько способов его изготовления, но я настоятельно рекомендую использовать струйный принтер с разрешением печати чёрного цвета не менее 1200 точек на дюйм. Печать будем производить на прозрачную плёнку (у струйных принтеров она с ворсом, у лазерных без ворса специальная термоплёнка).

Обращаем внимание на типичную ошибку при первом самостоятельном изготовлении печатной платы – обычно забываем «зеркалить» лицевую сторону печатной платы.

**Для справки: Лицевая сторона печатной платы при печати должна быть зеркальной!
Обратная не зеркальной!**

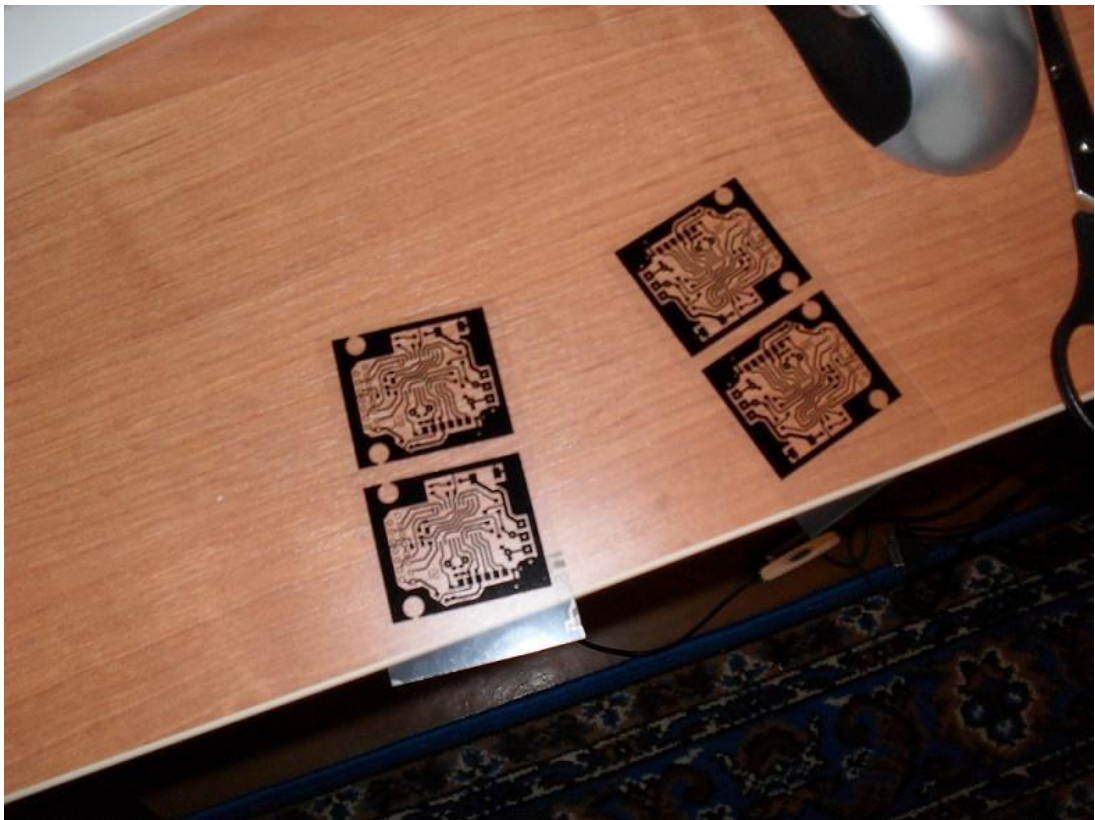
Таким образом, после печати рисунок на плёнке будет перевёрнут с рабочей стороны плёнки (у струйной – это ворсистая сторона). А когда будем проецировать картинку на текстолит - плёнка будет приложена уже рабочей стороной к нему и спроецированный рисунок будет правильный (уже не зеркальный). Чтобы не ошибиться при печати рекомендую на фотошаблон нанести к примеру пару букв (инициалы и т.п.)...



Рекомендую сделать пару копий фотошаблонов для рационального использования плёнки и исключения ошибок при проявлении фоторезиста... Т.е. делайте не одну печатку, а, например, две одновременно (если они не большие), потом выбирайте наиболее качественную и травите в хлорном железе.



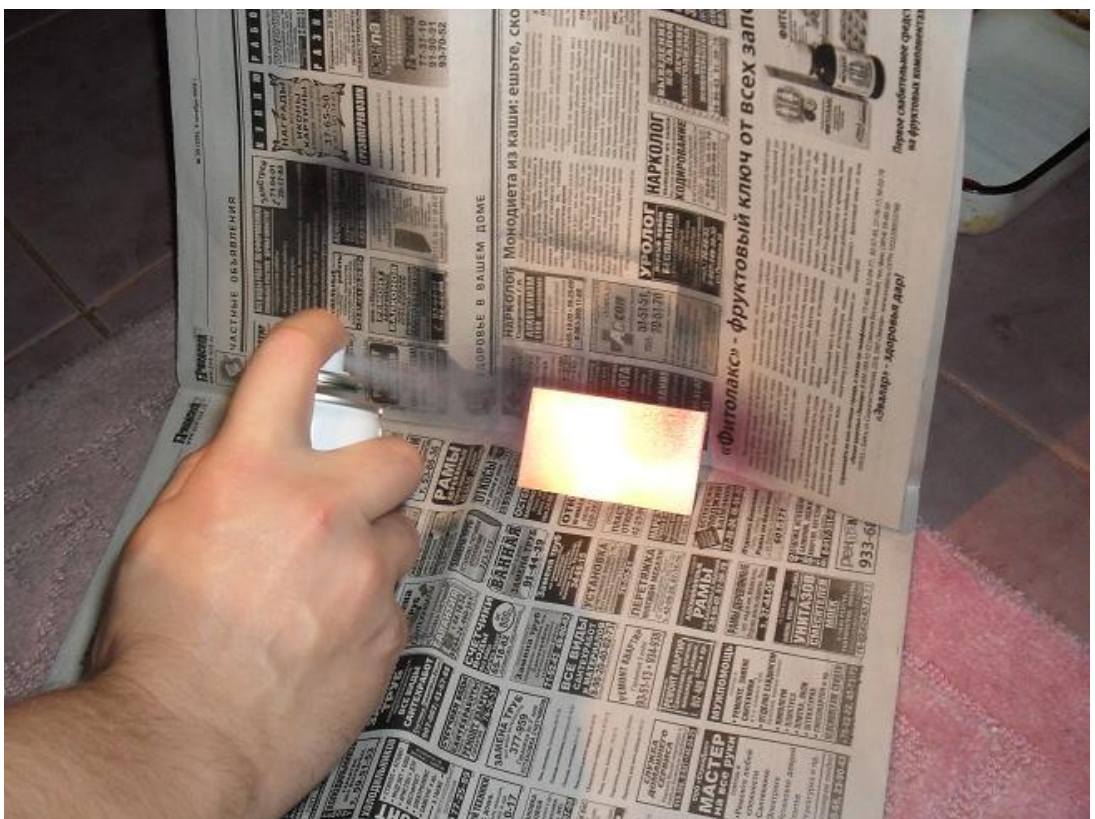
Напечатанный таким способом фотошаблон (позитив) проверяем на прозрачность, в идеале рабочий рисунок (печатные проводники) должен быть абсолютно чёрным! Отрезаем фотошаблон от плёнки и стараемся это сделать ровнее, оставшейся кусок плёнки можно будет использовать ещё (для печати другого проекта).



На моём примере я разделил фотошаблон на два, и буду делать одновременно две платы...

Теперь вернёмся к нашему текстолиту...

Так как за это время он остыл, пора нанести на него светочувствительный лак. Делать это рекомендуется в тёмном помещении при слабом свете, чтобы видеть какой слой фоторезиста мы нанесли.



Этот процесс один из наиболее важных, а именно – следует быстро нанести равномерный слой лака со слабо-фиолетовым оттенком без пузырьков и потёков! Рекомендуется конечно распылять фоторезист на центрифуге, но при отсутствии таковой можно «набив руку» делать это как на фото выше. Сразу оценив примерно оттенок на глаз, делаем следующий вывод – стоит ли переходить к следующей фазе операции или нет. Оттенок должен быть бледно-фиолетовый, прозрачный, т.е медь (царапины на ней от металлической сетки) должны просматриваться! Не пугайтесь что фоторезист имеет такой тонкий слой после нанесения – главное медь мы перед травлением изолировали.

Обычно рекомендуют сушить фоторезист в течении часа, но я производжу сушку при относительно высокой 60-70°C в течении 3-5 минут. Потом оставляю текстолит охлаждаться пока полностью не остынет. При сушке плату не перегревать, может отслоиться лак, резко тоже не охлаждать! Лучше подождать лишних 5 минут, зато потом результат будет отличный... в этом деле главное не торопиться!

Не забываем, конечно, что всю эту процедуру производим при слабом освещении (слабая энергосберегающая лампа или люминесцентная лампа где-нибудь позади нам особого вреда не принесут).

После просушки фоторезиста следует внимательно осмотреть поверхность нанесённого нами лака, на краях платы не должно быть наплывов, лучше их просто аккуратно содрать, именно для этого текстолит и рекомендуется вырезать с запасом 5мм по краям. Обычно наплывы образуются на одном ребре, смотрите фото выше, плата перед нанесением лака специально наклонена, чтобы фоторезист, а точнее его излишки стекали на один из краёв платы. При напылении на центрифуге этот вариант практически исключён.

- Об экспонировании

Процесс этот не сложный и кратковременный, заключается в подготовке фотошаблона на поверхности фоторезиста и его последующей засветке ртутной лампой (ультрафиолетовый спектр). Я пользую медицинские облучатели для дезинфекции помещений (УФО-1, УФО-2 и им подобные). УФО-1 содержит в себе 100Вт ртутную кварцевую лампу в паре со спиралью накаливания в кварцевых трубках (выполняют роль резистора и являются как бы инфракрасными лампами с сильным выделением тепла). Не пугайтесь если этой штуки под рукой нет, хотя со времён СССР у многих подобные излучатели в квартирах имеются... Нам же из этого излучателя надо только это:



Если и этого нету, подойдёт 500Вт прожектор для гаражей, стоянок и т.п., к примеру фирмы «Космос», раньше я им производил засветку, время засветки уже не помню, придётся опытным путем подбирать, а расстояние засветки не менее 30см (высокая температура прожектора повредит фоторезист, он склеится с шаблоном).



Быстро на напылённый фоторезист укладывает рабочей стороной фотошаблон на плёнке и накрываем куском тонкого стекла (от фоторамки например). И засвечиваем фотошаблон с расстояния не менее 25см, но не более 35см при использовании УФО-1 ровно 2 минуты 15 секунд, если фоторезист имеет слабо-фиолетовый оттенок :



После засветки плату убираем в тёмное место на время 5-8 минут, типа для закрепления фоторезиста...

Пока у нас фоторезист закрепляется, готовим раствор для его травления. Рекомендуют что Немецкие, что Бельгийские производители использовать для проявки каустическую соду, он же едкий натр, порошок крупнозернистый белого цвета, не прозрачный, и в прямом смысле слова – едкий. Т.е работать надо бы в резиновых перчатках. Мешаем 7 грамм этого вещества на один литр тёплой воды до тех пор, пока порошок полностью не растворится, можно осадок удалить. Если же перемешать в горячей воде, то осадок тоже растворится. Берём тару, к примеру, пластиковый контейнер. Опускаем нашу засвеченную плату в него. (Раствор не должен быть горячий, лучше просто тёплый!). И смотрим серию фото ниже, я их оставлю разрешением побольше (над волосатым пузом не смеяться... **J**):



Раствор рекомендуется постоянно помешивать из стороны в сторону, я видел более модный способ – тонкий настенный аквариум с подачей в него воздуха. Плата там висит боком и травление фоторезиста очень равномерное и надёжное, раствор мешается подачей воздуха, по типу кипения воды. До этого способа пока руки не дошли, но как-нибудь сделаю...

















Таким образом, на фото прекрасно виден процесс проявки фоторезиста, и результат – наш фотошаблон в виде тонкого слоя лака. Не забываем сразу после проявки тщательно промыть плату тёплой водой смыв остатки каустической соды. У меня на фото этот процесс занял менее минуты, так как раствор у меня не 7 грамм на литр воды, а несколько больше... Изначально раствор каустической соды в воде прозрачный, далее он поменяет оттенок – станет фиолетовым (видно на фото выше), т.е в нём растворён лак. Использовать раствор можно неоднократно, я бывало до пяти раз с недельным интервалом фоторезист проявлял, раствор при этом уже был тёмно-фиолетового цвета.

Ну и собственно теперь травим в растворе хлорного железа в воде в пропорции 1:3



Как видно на фото лак у меня прозрачен, медь отлично видна... После протравки хлорным железом лак смыть ацетоном, или другим растворителем (646, 647, 650). Плату обрезать в размер, обработать по контуру и перейти к следующей операции...

Но это уже другая история...

Вывод: метод этот конечно по себестоимости дороже ЛУТ, но результат практически всегда идеальный, главное «руку набить». Да и в эстетическом плане у фоторезиста все преимущества.