

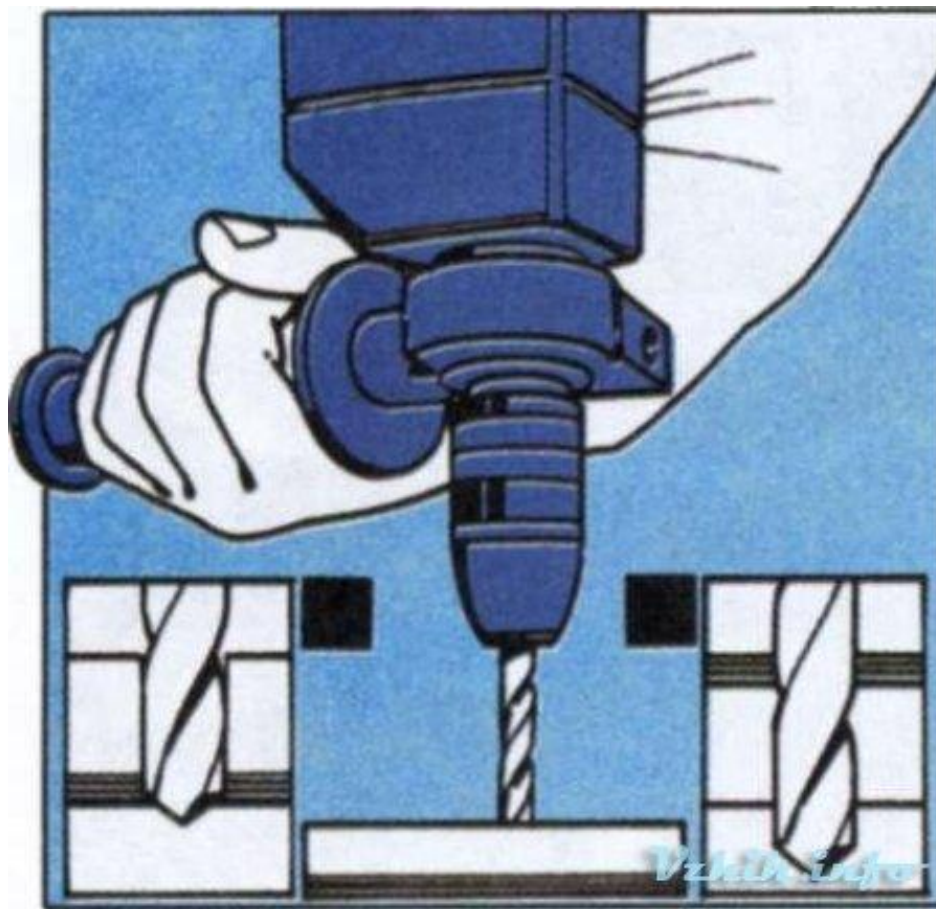
Технические противоречия и приемы их разрешения



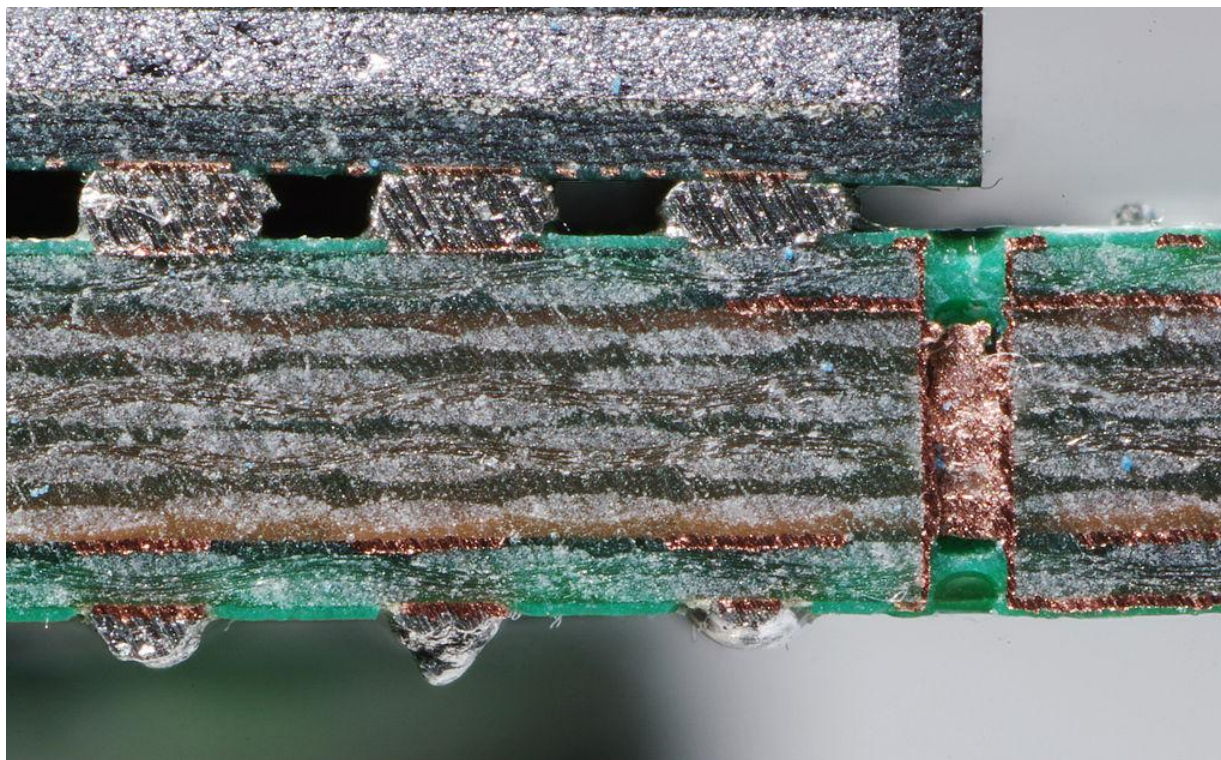
Решение задач

2. В слоистой пластине типа стеклотекстолита (слюды, керамики, ДСП и т.п.) сверлят множество отверстий. На выходе сверла часто получается брак в виде сколов, заусенцев, отслоения материала.

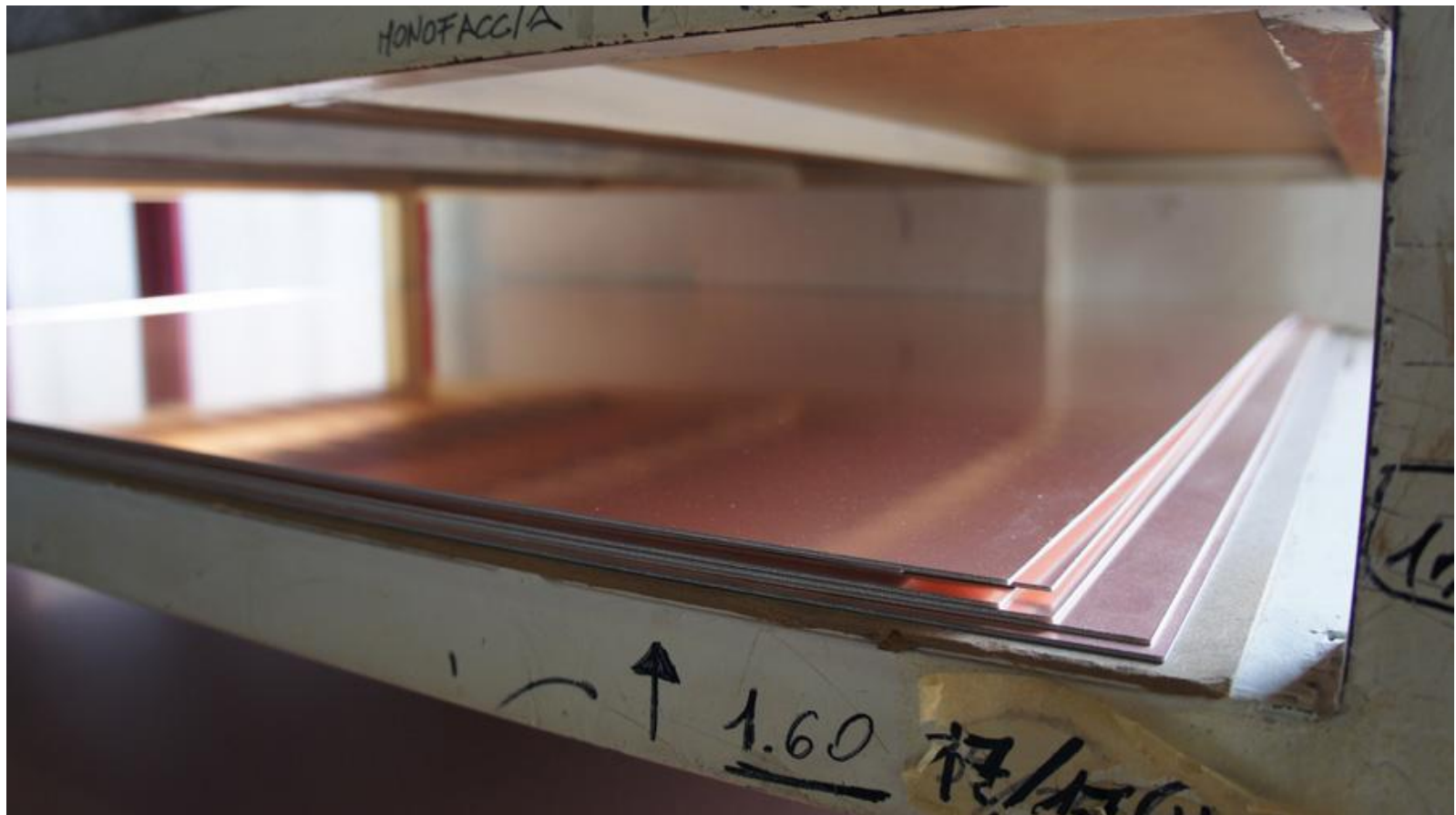
Сверление отверстия и необходимый инструмент



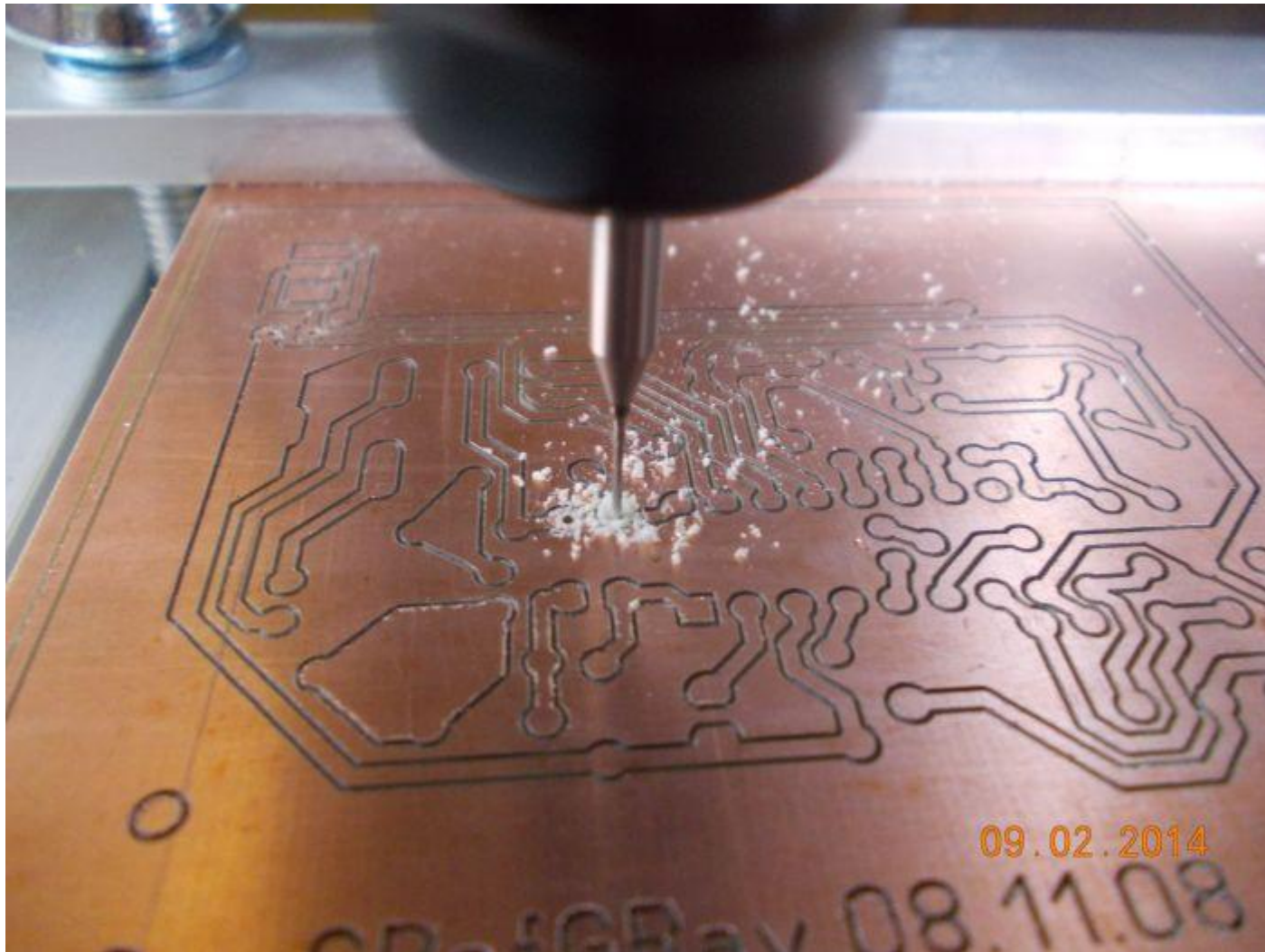
Пример печатной платы с просверленным отверстием



Заготовки – фольгированный стеклотекстолит



Процесс сверления стеклотекстолита

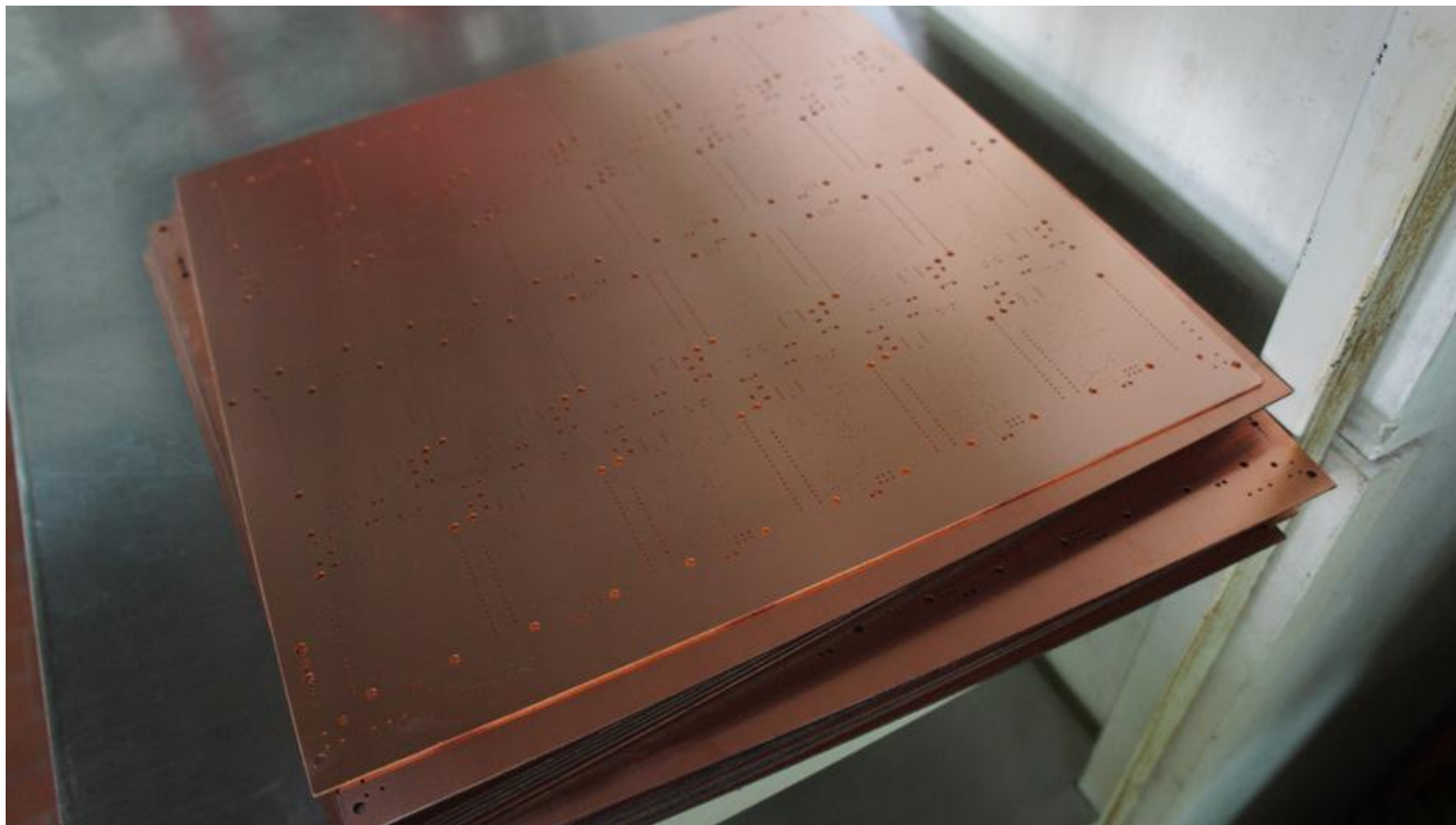


**Результат сверления –
заусенцы на выходе сверла**



WHOBY.RU

Удаление заусенцев – дополнительная операция

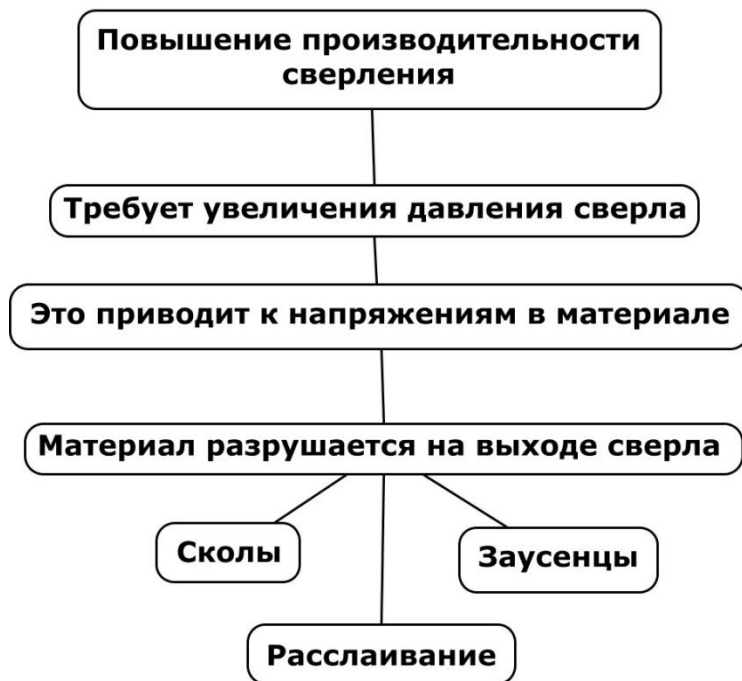


Сколы на выходе сверла – брак детали



**Как просверлить в тонкой
слоистой пластине
отверстие и избежать на
выходе сверла сколов и
отслоений материала?
Менять техническую
систему нежелательно**

Варианты рассуждений по задаче сверления



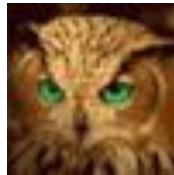


ПЭ – положительный эффект, положительное влияние;
 НЭ – нежелательный эффект, нежелательное влияние.



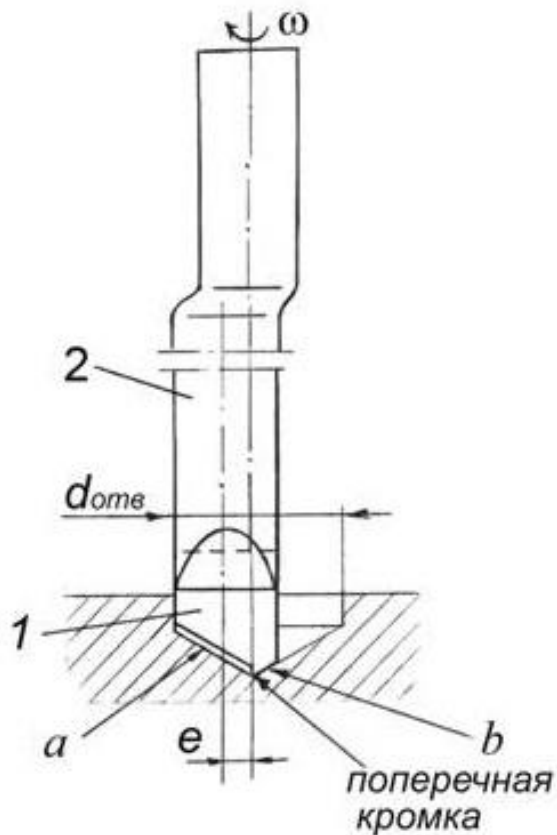
ПЭ – положительный эффект, положительное влияние;
 НЭ – нежелательный эффект, нежелательное влияние.

Возможные решения задачи



4. Принцип асимметрии:

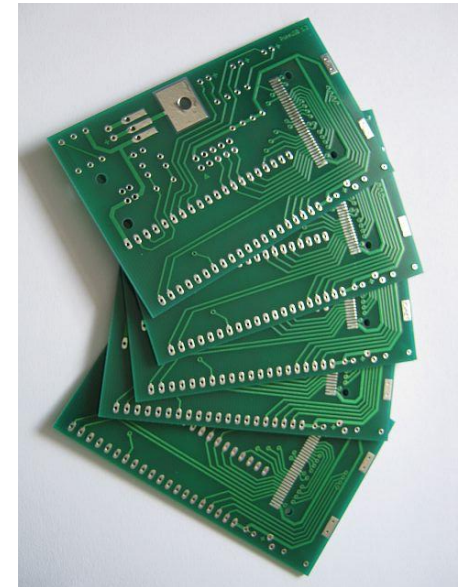
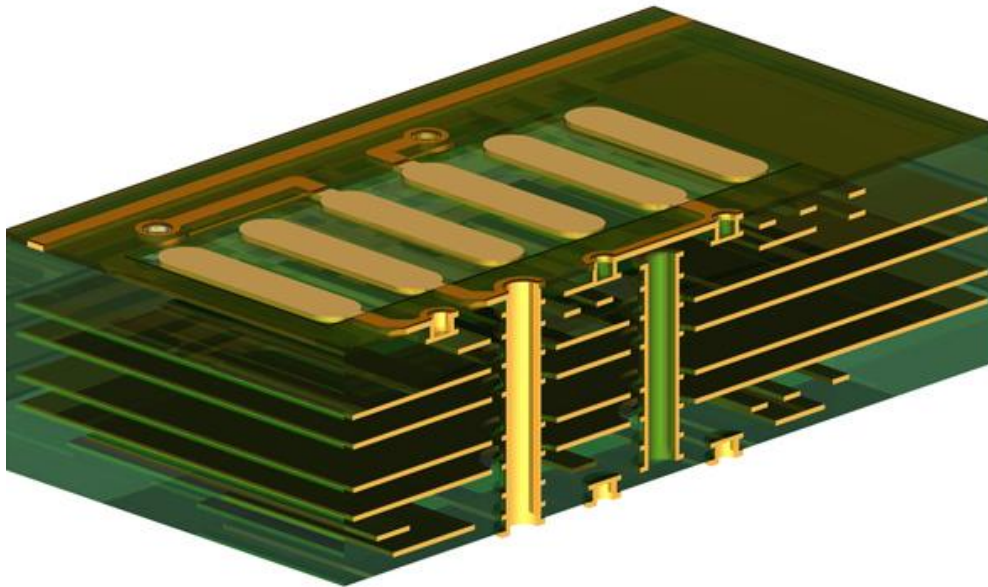
- перейти от симметричной формы объекта к асимметричной;
- если объект асимметричен, увеличить степень асимметричности



Перовое сверло с асимметричной заточкой (меньше давление, ниже трение и нагрев)

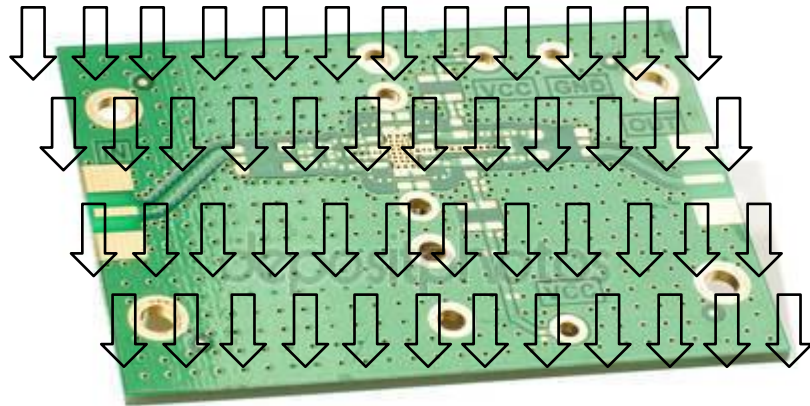
5. Принцип объединения:

- объединить однородные или предназначенные для смежных операций объекты;
- объединить во времени однородные или смежные операции



9. Принцип предварительного антидействия:

- заранее придать объекту напряжения, противоположные недопустимым или нежелательным рабочим напряжениям;
- если по условию задачи необходимо совершить какое-то действие, надо заранее совершить антидействие



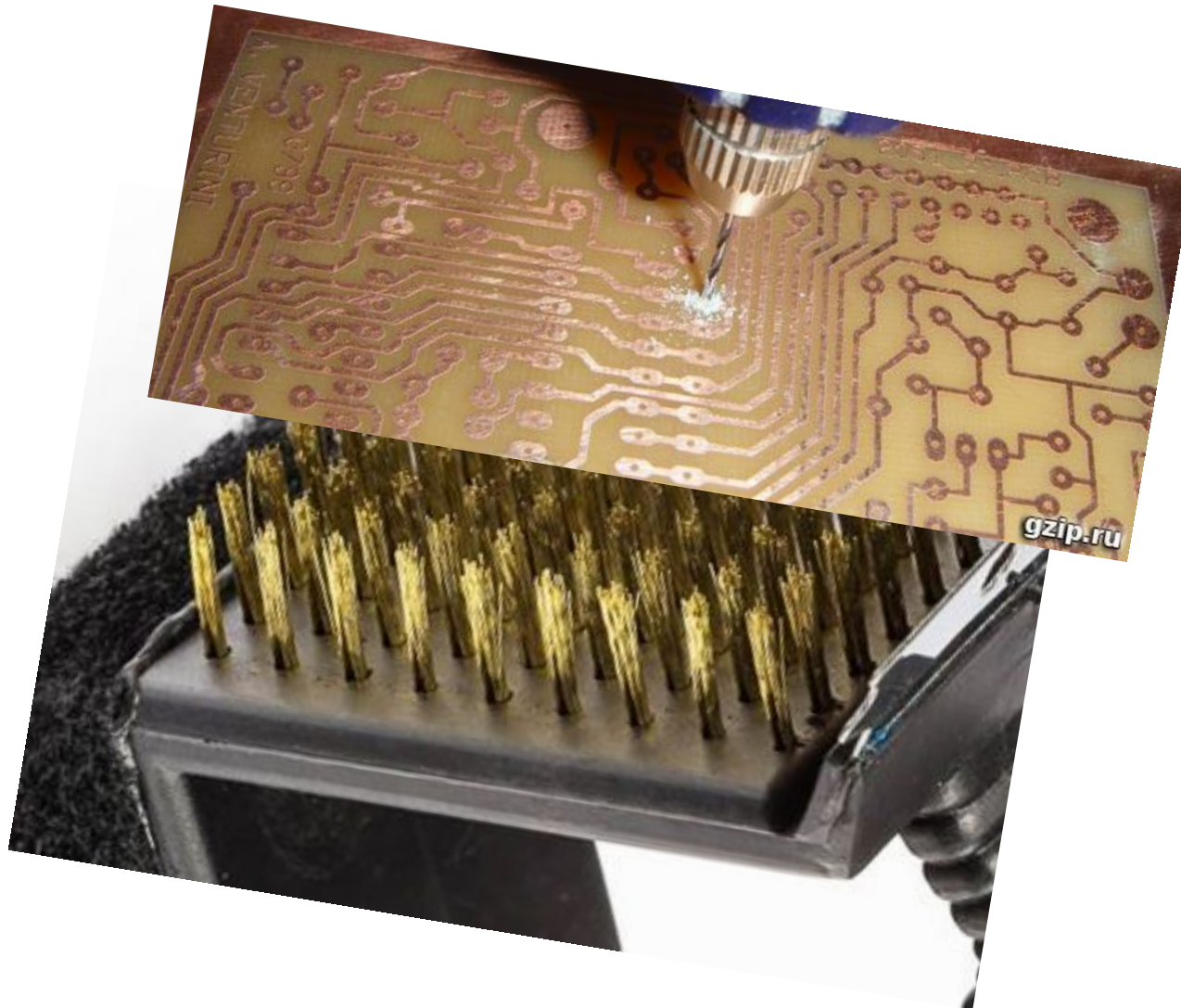
11. Принцип «заранее подложенной подушки»:

- компенсировать относительно невысокую надежность объекта заранее подготовленными аварийными средствами + 27. Принцип замены дорогой долговечности дешевой недолговечностью



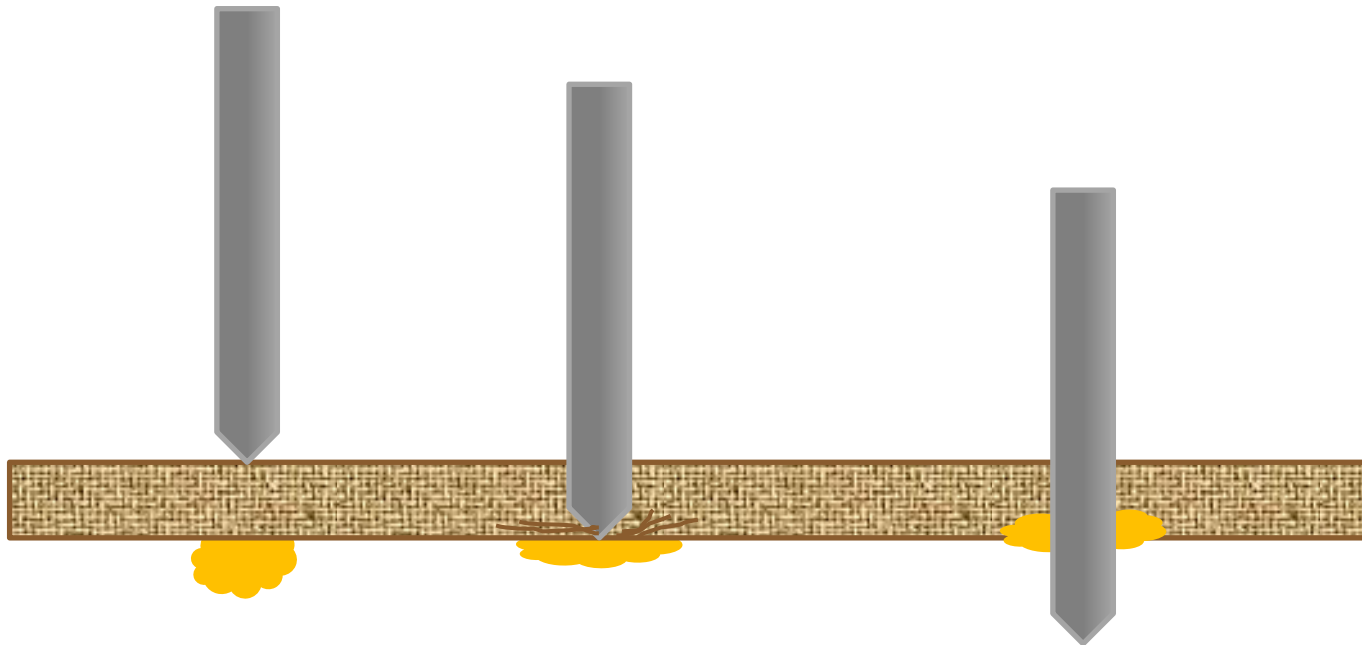
11. Принцип «заранее подложенной подушки»:

- компенсировать относительно невысокую надежность объекта заранее подготовленными аварийными средствами + 15. Динамизация



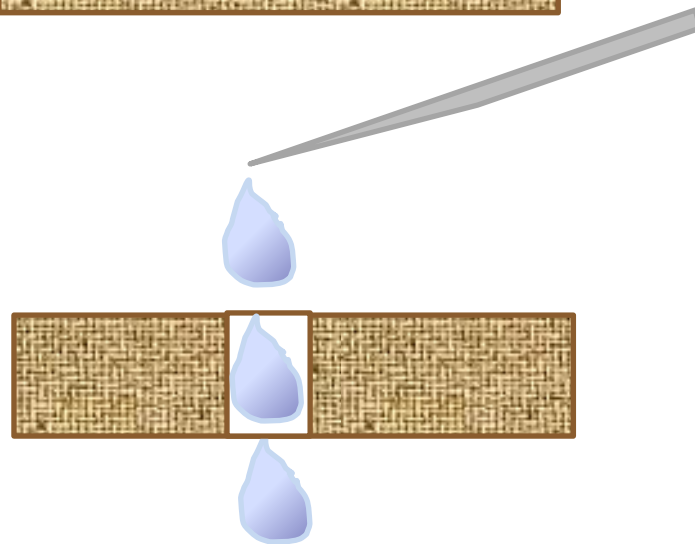
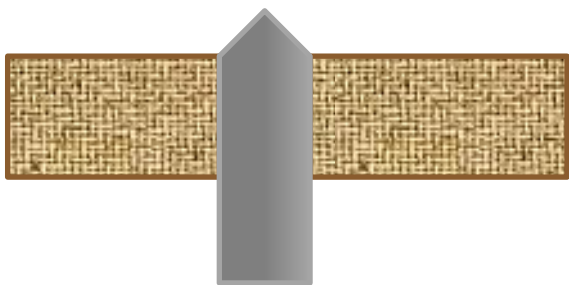
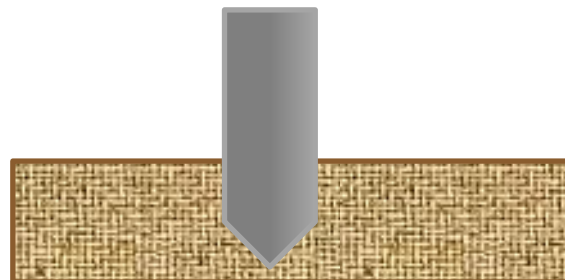
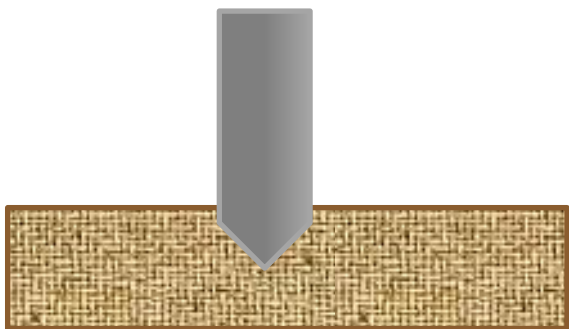
11. Принцип «заранее подложенной подушки»:

компенсировать относительно невысокую надежность объекта
заранее подготовленными аварийными средствами



16. Принцип частичного или избыточного действия:

если трудно получить 100 процентов требуемого эффекта, надо получить чуть меньше или чуть больше - задача при этом существенно упростится



18. Принцип использования механических колебаний:

- привести объект в колебательное движение;
- если такое движение совершается, увеличить его частоту (вплоть до ультразвуковой);
- использовать резонансную частоту;
- применить вместо механического вибратора пьезовибратор;
- использовать ультразвуковые колебания в сочетании с электро - магнитными полями



**Станок для
вибросверления
(колебания сверла по
оси)**

28. Принцип замены механической схемы:

- заменить механическую схему оптической, акустической или «запаховой»;
- использовать электрические, магнитные или электромагнитные поля для взаимодействия с объектом;
- перейти от неподвижных полей к движущимся, от фиксированных к меняющимся во времени, от неструктурных к имеющим определенную структуру;
- использовать поля в сочетании с ферромагнитными частицами

№ п/п	Этап	Эскиз этапа изготовления ГПП
1	Вырубка и очистка заготовки из нефольгированного полиимида, например, ПИ-40 А	
2	Нанесение слоев Cr—Cu—Cr	<p>Слой меди Слой хрома Полиимид</p>
3	Двустороннее нанесение фоторезиста ФН-11	<p>ФН-11 (СПФ)</p>
4	Получение рисунка переходных отверстий: а) двустороннее экспонирование; б) проявление рисунка переходных отверстий	
5	Травление слоев Cr—Cu—Cr и полиимидной пленки (KOH + моноэтаноламин)	
6	Травление и очистка полиимидной пленки	
7	Напыление токопроводящих слоев Cr—Cu—Cr	
8	Нанесение фоторезиста	

Меняется ТП

28. Принцип замены механической схемы:

- заменить механическую схему оптической, акустической или «запаховой»;
- использовать электрические, магнитные или электромагнитные поля для взаимодействия с объектом;
- перейти от неподвижных полей к движущимся, от фиксированных к меняющимся во времени, от неструктурных к имеющим определенную структуру;
- использовать поля в сочетании с ферромагнитными частицами



Станок ультразвуковой
прошивки отверстий
разных форм УЗС



Станок ультразвуковой
прошивки отверстий
Ø 0,7-10мм УЗСК-6

Меняется ТП

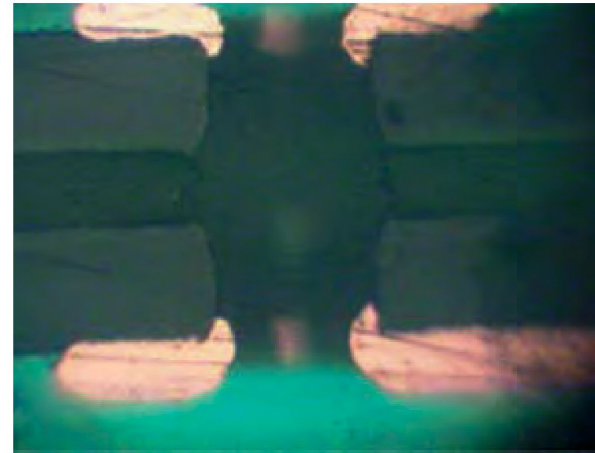
28. Принцип замены механической схемы:

- заменить механическую схему оптической, акустической или «запаховой»;
- использовать электрические, магнитные или электромагнитные поля для взаимодействия с объектом;
- перейти от неподвижных полей к движущимся, от фиксированных к меняющимся во времени, от неструктурных к имеющим определенную структуру;
- использовать поля в сочетании с ферромагнитными частицами



Сквозные отверстия, полученные методом лазерного сверления, после нанесения слоя металлизации. Металлизации в отверстиях частично присутствует

Меняется ТП



Сквозные отверстия, полученные методом лазерного сверления, после нанесения слоя металлизации. Металлизации в отверстиях полностью отсутствует

29. Принцип использования пневмо - и гидроконструкций:

вместо твердых частей объекта использовать газообразные и жидкие:
надувные и гидронаполняемые, воздушную подушку, гидростатические и гидрореактивные



***Гидроабразивное сверление (меняется
ТС)***

35. Принцип изменения физико-химических параметров объекта:

- изменить агрегатное состояние объекта;
- изменить концентрацию или консистенцию объекта;
- изменить степень гибкости;
- изменить температуру



Двухзонный термостол для подогрева печатных плат

Сверление слоистой пластины

Противоречие.

Прием №17. Сверлить стопкой

Прием №31. Сверлить на «щетке»

Прием №35. Сверлить с разогревом

Прием №18. Сверлить с вибрацией

Прием №29. Сверло в виде струи жидкости с абразивом

Прием №28. Травить отверстие

Прием №4. Ассиметричная режущая кромка сверла

Прием №9. Антидействие – сжать предварительно пластину

Прием №11. Нанести термопластик снизу (пусть расплавится и затекает в трещины)

Прием №15. Упругая опора, прогиб начинается с момента отслоения

Прием №16. Недосверлить с одной стороны, а досверливать с другой.

Прием №27. одноразовая опора для сверления

Прием №28. Лазер акустика

Приемы 18 и 24. УЗ, УЗРО

**Продолжение
следует**