

## АНАЛИЗ СТОЙКОСТИ СВЕРЛ ПРИ ОБРАБОТКЕ ОТВЕРСТИЙ В ПЕЧАТНЫХ ПЛАТАХ

*Аннотация. В работе рассмотрено влияние режимов сверления на долговечность работы сверл. Показано, что подача, скорость резания и количество просверленных отверстий оказывают существенное влияние на износ сверл. Так, при одинаковых условиях обработки до 1400 отверстий износ сверл практически одинаков, с увеличением подачи, скорости резания и количества отверстий (свыше 2100) износ интенсивно увеличивается.*

*Ключевые слова: сверло, подача, количество отверстий, печатные платы.*

V.V. STRELBITSKIY

Odessa national polytechnic university, Odessa  
strelbitsky.v.v@opu.ua

### ANALYSIS OF THE DRILLING STABILITY AT THE HOLE PROCESSING IN PRINTED BOARDS

*Annotation. In electronic equipment, practically at all levels, printed circuit boards (PCB) are widely used, the manufacture of which is impossible without drilling operations.*

*Analysis of modern literature [1-3] and PCB production technologies has shown that the quality of the drilled holes depends on the base material and foil, tools, equipment and cutting modes. Moreover, it is necessary to analyze more thoroughly the bunch of processed material - cutting modes, since it directly affects the quality and productivity of the holes being processed.*

*Experiments on testing the durability of drills were carried out on the machine tool with numerical control ICV 4030. As the material to be processed, a 4-layer PCB made of Fr 4 textolite, rigidly fastened to the table with the help of tackers (plates). As a research object, drills were chosen for PCB, 1.0 mm in diameter made of hard alloy (analog VK 6).*

*At the first stage, the influence of the cutting speed (speed) on the wear of the drills on the front and rear surfaces was determined for longitudinal feed  $S = 0.05$  mm / rev and two values of rotation speed of 10000 and 15000 min<sup>-1</sup>. Drilling holes was carried out in one pass. After processing 200 holes, the working surfaces of the drills were examined with an instrumental microscope, measuring wear along the transverse edge and back surfaces.*

*The experiments were repeated three times, the results were averaged. The influence of the drilling modes on the durability of drill work is considered in this paper. It is shown that the feed, cutting speed and number of drilled holes have a significant effect on the wear of drills. At the end of the processing cycle, at each of the speeds, the boards were removed and inspected on both sides.*

*Analyzing the obtained results, it can be concluded that the drill wear is affected by the feed rate, the cutting speed and the number of drilled holes in the PCB. With an increase in the number of holes (more than 2000), the wear rate of the drill increases, so it becomes necessary to replace or re-sharpen the drills.*

*Keywords: drill, feed, number of holes, printed circuit boards.*

В радиоэлектронной аппаратуре, практически на всех уровнях, широко применяют печатные платы (ПП), изготовление которых невозможно без операций сверления отверстий [1-6].

Анализ современной литературы [1-3] и технологий производства ПП показал, что качество просверленных отверстий зависит от материала основания и фольги, инструмента, оборудования и режимов резания. Причем, необходимо более тщательно проанализировать связку обрабатываемый материал – режимы резания, поскольку именно она напрямую влияет на качество и производительность обрабатываемых отверстий.

Следует отметить, что сложность процесса сверления отверстий в ПП обусловлена значительной разницей в твердостях армирующей основы (НВ 350-500) и полимерной связующей (НВ 40-55), причем твердость последнего сильно зависит от температуры. Так как при сверлении инструмент проходит случайным образом расположенные участки материалов, твердость которых различается на порядок, а степень износа инструмента (срок службы) зависит от твердости обрабатываемого материала.

Поэтому **целью исследования** является изучение влияния подачи и скорости обработки на износ сверл.

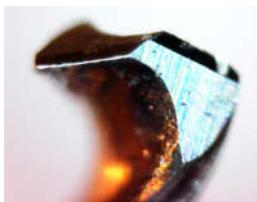


Рис.1. – Заточка сверл

Эксперименты по испытанию стойкости сверл были проведены на станке с ЧПУ ICV 4030. В качестве обрабатываемого материала 4-х слойная печатная плата из текстолита марки Fr 4, жестко закрепленные на столе с помощью прихватов (пластин). В качестве объекта исследований были выбраны сверла для ПП, диаметром 1,0 мм из твердого сплава (аналог ВК 6) (рис.1), которые изготовлены в Китае.

На первом этапе определялось влияние скорости резания (частоты вращения) на износ сверл по передней и задней поверхности – при продольной подаче  $S = 0,05$  мм/об и двух значений частота вращения 10000 и 15000 мин<sup>-1</sup>. Сверление отверстий осуществлялось в один проход. После обработки 200 отверстий рабочие поверхности

сверл исследовали с помощью инструментального микроскопа, измеряя износ по поперечной кромке и задней поверхностях. Опыты повторяли трижды, результаты - усредняли. По завершению цикла обработки на каждой из скоростей платы снимали и осматривали с обеих сторон.

Поскольку во всех экспериментах износ сверл по задней поверхности превышал таковой по поперечной кромке, поэтому в работе на рис. 2 показана динамика износа сверл только по задней поверхности.

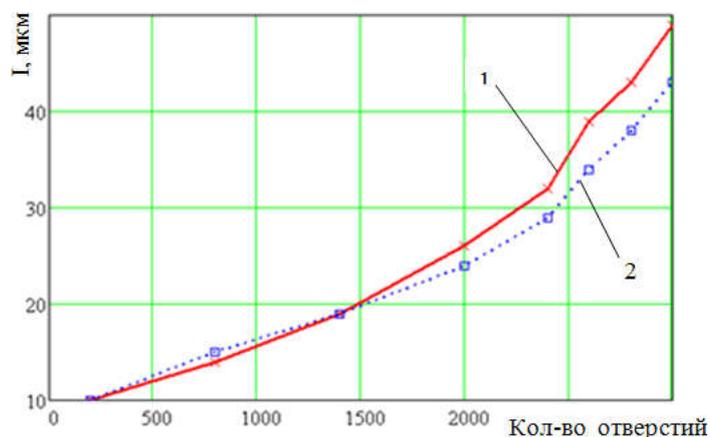


Рис.2 – Зависимость износа сверл I от количества просверленных отверстий в ПП при частоте вращения шпинделя 10000 (1) и 15000 мин<sup>-1</sup> (2)

Анализ результатов свидетельствует о нелинейной зависимости износа от скорости резания. При одинаковых условиях обработки износ сверл до 1400 отверстий практически одинаков, с увеличением количества отверстий (свыше 2100) износ интенсивно увеличивается.

Исследования по установлению влияния подачи на износ сверл производили по описанной выше методике, на следующих технологических режимах:  $n=10000$  мин<sup>-1</sup>, при следующих значениях подач  $S = 0,05$  и  $0,07$  мм/об. Полученные результаты аналогичны представленным на рис 2, поэтому в работе не приводятся. Их анализ свидетельствует о нелинейной зависимости износа от

скорости резания. При одинаковых условиях обработки до 1400 отверстий износ сверл практически одинаков, с увеличением количества отверстий (свыше 2100) износ интенсивно увеличивается.

Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод, что на износ сверл оказывают влияние подача, скорость резания и количество просверленных отверстий в ПП. С увеличением количества отверстий (больше 2000) интенсивность износа сверла возрастает, поэтому возникает необходимость замены или переточки сверл.

#### Литература

1. Медведев А. М. Печатные платы. Механическое сверление / А. М. Медведев // Технологии в электронной промышленности - 2012. - № 8. - С. 74-81.
2. Юрков, Н. К. Технология производства электронных средств : учеб. / Н. К. Юрков. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб. : Лань, 2014. – 480 с.
3. The effect of diamond tool performance capability on the quality of processed surface / P.V. Arkhipov, A.S. Yanyushkin, D.V. Lobanov, S.I. Petrushin // Applied mechanics and materials. – 2013. – Vol. 379. – P. 124–130..
4. Стрельбицкий В. В. Дослідження монтажних напружень у паяних конструкціях мікросвірок / В.В. Стрельбицкий // Вісник Хмельницького національного університету, серія Технічні науки. – 2012. - №2. – С. 42-45.
5. Стрельбицкий В. В. Влияние дефектов крепления блока электронной аппаратуры на вибронпряженность печатных плат / В.В. Стрельбицкий // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2012 – № 2 – С.82-85.
6. Стрельбицкий В.В., Зиньковский А.П. Способи зниження вібронпряженності об'єднаних друкованих плат у блоках радіоелектронної апаратури / В.В. Стрельбицкий, А.П. Зиньковский // Автоматизація виробничих процесів у машинобудуванні та приладобудуванні. - Львів : Вид-во Нац. ун-ту "Львів. політехніка", 2006. - Вип. 40. - С. 238-241.

#### References

1. Medvedev A. M. Pечатnye platy. Mehanicheskoe sverlenie / A. M. Medvedev // Tehnologii v jelektronnoj promyshlennosti - 2012. - № 8. - S. 74-81.
2. Jurkov, N. K. Tehnologija proizvodstva jelektronnyh sredstv : ucheb. / N. K. Jurkov. – 2-e izd., ispr. i dop. – SPb. : Lan', 2014. – 480 s.
3. The effect of diamond tool performance capability on the quality of processed surface / P.V. Arkhipov, A.S. Yanyushkin, D.V. Lobanov, S.I. Petrushin // Applied mechanics and materials. – 2013. – Vol. 379. – P. 124–130..
4. Strel'bickij V. V. Doslidzhennja montazhnih napruzhen' u pajanih konstrukcijah mikrosvirok / V.V. Strel'bickij // Visnik Hmel'nic'kogo nacional'nogo universitetu, serija Tehnichni nauki. – 2012. - №2. – S. 42-45.
5. Strel'bickij V. V. Vlijanie defektov krepnenija bloka jelektronnoj appartury na vibronaprzazhennost' pechatnyh plat / V.V. Strel'bickij // Vimirjuval'na ta obchisljuval'na tehnika v tehnologichnih processah. – 2012 – № 2 – S.82-85.
6. Strel'bic'kij V.V., Zin'kovs'kij A.P. Sposobi znižennja vibronapruzhennosti ob'ednavchih drukovanih plat u blokah radioelektronnoj aпаратури / V.V. Strel'bic'kij, A.P. Zin'kovs'kij // Avtomatizacija virobnychih procesiv u mashinobuduvanni ta priladobuduvanni. - L'viv : Vid-vo Nac. un-tu "L'viv. politehnika", 2006. - Vip. 40. - S. 238-241.