

КАЧЕСТВО ПОВЕРХНОСТИ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ, ОБРАБОТАННЫХ ПОЛИМЕРНО-АБРАЗИВНЫМИ ВОЛОКОННЫМИ КОМПОЗИТАМИ

Физико-технический институт НАН Беларуси

Институт надежности машин НАН Беларуси

Минск, Беларусь

Технологический процесс изготовления печатных плат включает в себя операции механической обработки, предназначенные для удаления окисных пленок, заусенцев. Однако решение проблемы эффективной и качественной зачистки заготовок из фольгированного текстолита представляет, как правило, весьма трудную задачу. Это обусловлено требованиями равномерности обработки по всей ширине поверхности заготовки (до 600 мм) без прорезов и других нарушений сплошности фольги, толщина которой составляет 35 и 50 мкм, необходимостью формирования строго определенных механических и адгезионных свойств поверхности. Зависимость от импорта текстолита из России и Молдовы ставят задачу его рационального использования и снижения брака.

В настоящее время наиболее распространен технологический процесс зачистки печатных плат объемным шлифовальным полотном (акролом), производимым в Российской Федерации, что обуславливает необходимость его импортозамещения.

Выполненные автором исследования показали возможность повышения качества поверхности печатных плат из фольгированного текстолита в условиях крупносерийного и массового производства путем использования метода обработки полимерно-абразивными волоконными композитами (ПАВК). Существенным отличием обработки ПАВК от обработки жестким инструментом является наличие дискретного режущего контура, образованного совокупностью эластичных волокон. Содержание абразива в волокне составляет 25...40%, в качестве связки используются модифицированные полиамиды. При этом на обрабатываемую поверхность осуществляется комбинированное воздействие абразива и полимерной связки, что обеспечивает эффективную зачистку поверхности. Имеется возможность управления эластичностью абразивного волоконного инструмента в широком диапазоне значений, определяемых геометрическими характеристиками волокна, свойствами полимерного связующего волокна, кинематическими параметрами процесса и геометрией рабочей части инструмента.

Обрабатывались заготовки печатных плат из материала СФ-2 ГОСТ 10316-70 с размерами плоской поверхности 100х200 мм. Обработку осуществляли на экспериментальной установке для зачистки инструментом цилиндрической формы из

полимерно-абразивных волокон диаметром 130 мкм. В качестве абразивного материала использовали электрокорунд нормальный. При выборе полимерного связующего композита учитывались следующие характеристики: физико-механические свойства (высокий предел прочности на изгиб, сжатие и растяжение, малое водопоглощение и усадка); адгезионные свойства, обеспечивающие прочное сцепление с абразивным модификатором; возможность использования модификаторов для придания композиции определенных свойств; стойкость к воздействию смазочно-охлаждающих жидкостей; технологические свойства, обеспечивающие формирование волокна при достаточно низких температурах и давлениях; отсутствие токсичности и экологическая безопасность. Этим требованиям в необходимой мере соответствуют полиамиды.

Интервалы варьирования элементов режима обработки устанавливали на основе технологических возможностей экспериментального и промышленного оборудования. Основной объем исследований выполнен при фиксированной величине частоты вращения инструмента и величины продольной подачи. Качество обработки поверхности оценивали по ГОСТ 25142-82 по величине среднего арифметического отклонения профиля. Шероховатость поверхности заготовок до и после зачистки контролировали на профилографе-профилометре мод. 201.

Исходя из разработанных конструкций производственного оборудования возможны две технологические схемы зачистки печатных плат. Односторонняя схема предполагает наличие одного обрабатывающего вала, через зону обработки которого перемещается заготовка платы. При двухсторонней схеме зачистки обрабатывающий модуль снабжен двумя зачистными валами, между которыми перемещается заготовка печатной платы, и осуществляется последовательная обработка поверхностей. В обоих случаях имеют место два рабочих движения - движение резания (вращательное движение инструмента) и движение подачи (поступательное перемещение платы). Здесь важным является совпадение или несовпадение направления вращения инструмента и направление подачи заготовки (так называемые встречная или попутная обработка).

С целью определения влияния направлений рабочих движений был проведен ряд экспериментов на экспериментальной установке для исследования полимерно-абразивной волоконной зачистки печатных плат. Исследовалось влияние встречной и попутной схемы обработки на шероховатость обработанной поверхности. При встречной схеме обработки направление вращения инструмента противоположно направлению подачи детали, при попутном совпадает с ним. Полученные результаты представлены в табл.1. Установлено, что применение встречной схемы обработки приводит к возрастанию параметра R_a в 1,24...1,46 раза по сравнению с попутной обработкой.

Таблица 1

№ п/п	Параметры обработки	Шероховатость поверхности Ra, мкм (встречная схема)	Шероховатость поверхности Ra, мкм (попутная схема)
1	n=1000 об/мин S=0,8 м/мин	0,59...0,67	0,48...0,54
2	n=1250 об/мин S=0,8 м/мин	0,56...0,72	0,35...0,47
3	n=1600 об/мин S=1,0 м/мин	0,43...0,58	0,29...0,38

Стойкость инструмента на основе полимерно-абразивных волокон является функцией многих переменных. На стойкость влияют прочность и износостойкость абразивных зерен, полимерной связки, прочность их соединения, усилие прижима, скорость резания, величина подачи и др. Испытания производились по ускоренной методике при следующих режимах обработки: частота вращения инструмента — 1600,0 об/мин; величина продольной подачи — 1,0 м/мин; величина натяга — 2,0 мм. В каждой серии опытов использовали партию из 10 образцов. В качестве базового объекта сравнения были выбраны диски из объемного шлифовального полотна 125x32x4 64С М40. Испытания производились до износа 5 мм рабочей части экспериментальных образцов. В качестве контртела использовали круг шлифовальный 300x20x76 14А60СТ14К30Б2. Полученные результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2

№, п/п зернистость абразива, мкм	Стойкость T, час
1, Δ = 160	19,4
2, Δ = 120	21,7
3, Δ = 100	20,1
4, Δ = 80	21,3
5, Δ = 60	22,5
Базовый объект	4,2

Анализ таблицы показывает, что значения показателя стойкости превышают показатели базового объекта в 4,6...5,4 раза. Полученные результаты объясняются низкой стойкостью и высокой “засаливаемостью” акролового инструмента, низкой интенсивностью абразивного воздействия на обрабатываемую поверхность, обусловленную отсутствием надежного крепления абразива в связке. Существенные недостатки акрола снижают эффективность его использования в производстве. Происхо-

дит засорение отверстий печатных плат продуктами износа материала и инструмента, процесс обработки сопровождается частыми перерывами (количество которых достигает иногда нескольких раз за смену) для подналадки, настройки оборудования и восстановления режущих свойств инструмента. Преимущества предлагаемого метода обусловлены отсутствием жесткой связки и наличием прерывистого режущего контура, что способствует интенсивному освобождению рабочей зоны от продуктов износа волокна и обрабатываемой поверхности, сохранению режущих свойств инструмента и препятствует его "засаливанию". Самозатачивание инструмента исключает необходимость его периодической правки.

Таблица 3

Зернистость абразива, мкм	40	60	80	120	160	200
Шероховатость поверхности Ra, мк	0,49-0,65	0,43-0,69	0,68-0,97	0,94-1,14	1,02-1,64	0,97-1,43

Увеличение зернистости полимерного композита в интервале 40...200 мкм приводит к увеличению Ra в 2,2 раза (табл. 3). Подобный характер зависимости, присущий абразивной обработке жестким инструментом, сохраняется и при зачистке эластичным инструментом.

Наличие демпфирующего эффекта в зоне контакта инструмент-поверхность обеспечивают давление в зоне резания, находящееся в диапазоне $2,2...3,6 \times 10^5$ Па и значения температуры резания $40^{\circ}...60^{\circ}$ С. Это исключает образование в поверхностном слое обрабатываемой фольги дефектов, причиной которых являются высокие температуры и удельные давления.

Производственные испытания предлагаемого техпроцесса осуществлялись в условиях ОАО "Горизонт" (г. Минск, РБ). Обработка производилась на установках для химико-механической подготовки поверхности КПМ1.002.000 и КПМ1.219.000 по одно- и двусторонней схеме обработки с непрерывной подачей заготовок печатных плат телевизионных приемников при следующих технологических режимах: коэффициент заполнения площади конвейера $K=0,80...0,85$; скорость подачи конвейера $0,6...0,9$ м/мин; максимальная ширина обрабатываемой поверхности 620 мм. Разработанная технология обработки поверхности печатных плат позволила по сравнению с традиционной технологией зачистки (обработкой дисками из объемного шлифовального полотна) обеспечить следующие технико-экономические показатели: повысить производительность обработки на 12...16 %, уменьшить время техни-

ческого и организационного обслуживания в 3,8...5,2 раза, уменьшить количество переналадок оборудования с 2 в месяц до 1 переналадки в 12...14 месяцев, осуществить импортозамещение инструмента, улучшить экологическое состояние производства.

Таким образом, в результате проведенных работ выявлены закономерности влияния схемы обработки, режимов обработки, зернистости абразива на шероховатость поверхности печатных плат. Производственные испытания показали, что показатели метода соответствуют уровню аналогов, применяющихся в производстве промышленно развитых стран Западной Европы.

Рецензент – проф. Шагун В. И.