

- Шарков Б.Ю. Анализ преимуществ, перспектив применений и технологий производства структур КНИ // Препринт ИТЭФ 27-00. 2000. – 51 с.
2. Tong Q.-Y., Gosel M. Wafer bonding and layer splitting for microsystems // Adv. Mater. – 1999. – V. 11, No 17. – P. 1409–1425.
3. Sievert W. New standards improve chemistry

- between device makers, suppliers // Semiconductor magazine. – 2000. – V. 1, iss. 3. – P.30–34.
4. Микитась Н.К., Минкин М.Л., Сухопаров А.И. Организационно технические аспекты создания производства СБИС уровня технологии 0,8–1,2 мкм на кремниевых пластинах диаметром 150 мм // Труды Proceeding 2А. – 1997.– Вып. 2.

УДК 621.923.74:553.8

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ШЛИФОВАЛЬНО-ПОЛИРОВАЛЬНОГО СТАНКА ДЛЯ ТОНКОГО ШЛИФОВАНИЯ ШАРОВ ИЗ СТЕКЛА И ЦВЕТНОГО КАМНЯ

Щегникович К.Г., Еромин Е.С., Лешкевич Е.А.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Республика Беларусь

Шлифование шаров из неметаллических материалов ведется на специальных станках приводными кольцевыми кругами, оси которых пересекаются в центре шара [1]. Крупные шары шлифуются одновременно тремя кольцевыми кругами, вращающимися с переменными угловыми скоростями [2]. Ось вращения шара случайным образом меняет свое положение в пространстве, что обеспечивает обработку всей сферической поверхности шара. Специальные станки для шлифования шаров имеют ограниченное применение, поэтому представляет интерес использование для этих целей серийных шлифовально-полировальных или полировально-доводочных станков, широко распространенных в оптическом производстве.

На кафедре «Конструирование и производство приборов» ведутся работы по модернизации шлифовально-полировального станка модели ЗШП-350М с целью использования его для тонкого шлифования шаров из стекла и цветного камня. Авторами предложена конструкция приспособления, устанавливаемого на штангу станка и позволяющего одновременно шлифовать два шара.

За счет дополнительного вращения шара меняется положение его мгновенной оси вращения, и важно обеспечить, чтобы след от контакта с кольцевым инструментом как можно быстрее покрыл всю сферическую поверхность. Анализ кинематики показывает, что закономерное изменение положения оси вращения шара возможно при согласовании частоты возвратно-вращательного движения штанги с частотой вращения шара вокруг оси  $\bar{n}$ .

В состав приспособления (рисунок 1) входит горизонтальная планка 1, установленная с возможностью поворота вокруг оси штанги 2 и два кронштейна 5. Кольцевой инструмент 6 закреплен в кронштейне и торцевой поверхностью опирается на обрабатываемые шары. На планшайбу 9 наклеено эластичное покрытие 8 с большим коэффициентом трения о материал шара. Перемещение планки ограничивает сухарь 2, в

который завинчены два винта 4 с зазором в отверстии планки.

Нагрузка на обрабатываемые шары устанавливается с помощью регулируемого усилия прижима штанги, которое равномерно распределяется двумя шарами. Кольцевой инструмент закреплен в приспособлении с наклоном навстречу вектору линейной скорости вращения планшайбы в точке контакта с шаром. Наклонное положение торцевой кромки инструмента исключает его подрыв из-за колебаний в технологической системе. Расстояние между центрами шаров регулируется перемещением кронштейнов по планке в горизонтальном направлении.

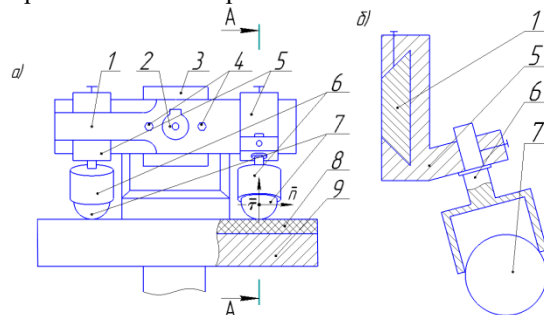


Рисунок 1 Схема установки приспособления на шлифовально-полировальном станке

После установки шаров на станок и выбора требуемого усилия прижима инструмента включается привод вращения планшайбы и привод возвратно-качательного движения штанги. При шлифовании свободным абразивом в зону обработки подается суспензия шлифовального порошка. Сила трения заготовки о эластичное покрытие больше силы трения о кольцевой инструмент, поэтому шар скользит по торцевой поверхности последнего со скоростью близкой к линейной скорости планшайбы. Сложное движение шара сопровождается вращением вокруг нормали  $\bar{n}$  и касательной  $\bar{\tau}$ . Вращение шара вокруг оси  $\bar{\tau}$  переменное по величине и направлению, что достаточно для переориентировки шара.

На станке ЗШП-350М частота вращения нижнего шпинделя и привод качательного движения верхнего узла имеют ступенчатую регулировку, поэтому один из способов согласовать движение инструмента и заготовок – регулировка среднего радиуса траектории контакта шара с планшайбой. Длина этой траектории определяет частоту вращения заготовки вокруг оси  $\bar{y}$ . Изменение частоты вращения шара при выбранной частоте вращения планшайбы достигается изменением расстояния от оси штанги до центра шара путем перемещения и закрепления в нужном положении кронштейна с кольцевым инструментом.

При небольших амплитудах возвратно-качательного движения штанги за траекторию контакта заготовки с планшайбой в первом приближении можно принять окружность средним радиусом, равным расстоянию между центрами шаров. Аналитический расчет частоты вращения шара ведется при указанном допущении с учетом проскальзывания заготовки относительно нижней планшайбы с эластичным покрытием.

Правильность выбора расстояния между заготовками проверяется расположением следов от

контакта с инструментом. Для этого заготовка покрывается красящим веществом и после нескольких оборотов нижней планшайбы шар извлекается из зоны обработки и изучаются следы на его поверхности. По величине смещения следов от первоначального положения вносятся коррективы в установленное ранее расстояние между шарами.

Разработанное приспособление может быть установлено на любой станок, работающий способом свободного притира. Это позволяет использовать универсальное оборудование для механизации трудоёмкой операции шлифования шаров из стекла, минералов и других хрупких неметаллических материалов.

#### Литература

1. Синкескес Дж. Руководство по обработке драгоценных камней: пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 423 с.
2. Хрульков В.А., Головань А.Я., Федотов А.И. Алмазные инструменты в прецизионном приборостроении. – М.: Машиностроение, 1977. – 224 с.

УДК 621.315.592

### ЭПР ДИАГНОСТИКА ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИХ СЛОЕВ В ПЛЕНКАХ ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА, ОБЛУЧЕННЫХ ИОНАМИ ФОСФОРА И СУРЬМЫ

Оджаев В.Б.<sup>1</sup>, Олешкевич А.Н.<sup>1</sup>, Карпович В.А.<sup>2</sup>, Просолович В.С.<sup>1</sup>,  
Сернов С.П.<sup>3</sup>, Лапчук Т.М.<sup>1</sup>, Лапчук Н.М.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Белорусский государственный университет, Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Институт ядерных проблем БГУ, Минск, Республика Беларусь

<sup>3</sup>Белорусский национальный технический университет, Минск, Республика Беларусь

Одним из фундаментальных направлений в изучении электризации космической аппаратуры (КА) является создание новых материалов для элементной базы бортовой аппаратуры, в частности материалов для электронных печатных плат. Эти материалы должны обладать оптимальной величиной темновой электропроводности. Это означает, что, с одной стороны, материал печатной платы должен оставаться диэлектриком, не допускающим значительных паразитных токов утечки, а с другой стороны, электропроводность этого материала должна быть достаточной для быстрой релаксации объёмных зарядов и исключения пробойных явлений [1].

Ионная имплантация полимеров представляет один из эффективных способов создания проводящих слоев в диэлектрической матрице, поскольку эффективность проявления электрофизических, оптических и структурных свойств будет зависеть от условий имплантации (вида ионов, энергии, дозы и плотности тока), что позволит выбирать оптимальный режим модификации материала [2]. Целью работы было

исследовать изменение парамагнитных свойств, а также изменение сопротивления образцов в СВЧ диапазоне пленок полиэтилентерефталата в зависимости от дозы имплантации ионов фосфора и сурьмы.

Объектом исследования были пленки полиэтилентерефталата (ПЭТФ)  $(C_{16}H_8O_4)_n$  толщиной 50 мкм, исходные и имплантированные ионами фосфора и сурьмы с энергией 60 кэВ в диапазоне доз 100–2000 мкКл/см<sup>2</sup>. Выбор параметров имплантации и вида ионов определялся, главным образом, использованием разработанных технологических операций для интегральной схемотехники. Образцы вырезались из облученного полимера в форме прямоугольника с размерами 3×8 мм<sup>2</sup>. Во время регистрации сигнала ЭПР образец располагался в центре резонатора  $H_{102}$  параллельно  $H_1$  компоненте СВЧ поля. Плоскость образца ориентировалась перпендикулярно направлению поляризуемого магнитного поля.

Спектры ЭПР имплантированных пленок регистрировались на спектрометре «RadioPan SE/X-2543» с резонатором  $H_{102}$  в X-диапазоне при