

Turmanidze¹ R., Doctor of science Prof., **Dašić² P.**, Hon.D.Sc., **Popkhadze¹ G.** Doctoral student

¹Department of Mechanical Engineering Manufacturing Technologies, Georgian Technical University (GTU), Tbilisi, Georgia

²Department of Production Engineering and Department of Informatics, Trstenik, Serbia

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МЕХАТРОННЫХ СИСТЕМ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ РЕФОРМЫ «ИНДУСТРИЯ-4.0» И РАЗРАБОТКА ПУТЕЙ ЕГО ПОВЫШЕНИЯ

В представленной работе приведены результаты анализа решенных вопросов первых трех индустриальных революций и основных ожидаемых потенциальных проблем, которые могут встречаться на пути осуществления реформы “ИНДУСТРИЯ – 4.0”. Доказано, что темп и уровень развития этой реформы в сильной степени будет определяться от эффективности используемых мехатронных систем.

Также установлено, что в результате систематической миниатюризации узлов радиоэлектронной аппаратуры и, соответственно, оборудования которые применяются на предприятиях микроэлектроники и микроэлектронной технологии основной проблемой проведения этих реформ и осуществления сложных технологических процессов является инструментальное обеспечение и поэтапное создание необходимой технологической оснастки.

С целью четкого представления о тех проблемах, которые возникают в результате непрерывного уменьшения геометрических параметров их рабочих поверхностей, сделана классификация по группам основных применяемых микроинструментов (режущие, монтажные, сборочные, контрольные) и технологической оснастки. Для каждой группы установлены те основные проблемы, решение которых придется нам в результате каждой ступени миниатюризации, когда размеры основных рабочих поверхностей исчисляются уже только десятками и сотнями микронами в замен миллиметров которые были 10-15 лет тому назад.

Если учесть, что темп миниатюризации еще продолжает расти легко можно представить какая ситуация будет через несколько лет.

Поэтому мы уже сегодня устанавливаем те основные требования, которые придется решать нам по созданию новых инструментальных материалов для микроинструментов, новых алмазно-абразивных инструментов, а также создания прецизионных станков с повышенными точностями и контрольных приспособлений нового поколения.

В представленной работе даются также результаты подробного исследования силовых характеристик процесса глубокого сверления пакета печатных плат для микроэлектронной аппаратуры, в том числе для изготовления отдельных узлов управления мехатронных систем твердосплавными микросвёрлами в зависимости от глубины сверления, режимов резания и геометрии сверла. В частности изучены характер изменения показателей осевого усилия и крутящего момента в зависимости от глубины сверления для стандартных свёрл с помощью специально сконструированных высокочувствительных приборов, дающих возможность измерения прямым методом. На основе анализа результатов исследования внесены изменения в геометрии существующих стандартных сверл. Предложена и запатентована новая конструкция микросвёрл с переменным углом наклона спиральной канавки, таким образом, что величина угла имеет максимальное значение у вершины свёрла и равномерно уменьшается в сторону конца рабочей части. Изготовлены экспериментальные партии свёрл такой конструкции с разными углами наклона спиральной канавки. На основе экспериментов из них выбраны свёрла с лучшими силовыми показателями и проведены их сравнительные испытания со стандартными сверлами, доводя их до поломки, благодаря чему доказано преимущество свёрл новой конструкции. Учитывая результаты экспериментов, предложены свёрла удлиненной

конструкции с целью повышения производительности обработки путем увеличения глубины сверления и соответственно количества пластин в обрабатываемом пакете печатных плат.

В процессе совершенствования технологии изготовления режущих микроинструментов созданы и запатентованы многие установки и приспособления, которые успешно можно использовать также при изготовлении других инструментов и деталей разного назначения.

В работе будет доказана, что в производстве микроэлектронной аппаратуры самая большая потребность имеется на блоках основанных на печатных платах разной сложности, которые выполняют конкретные самостоятельные функции и в огромном количестве применяется в бытовой и компьютерной технике, производственного и медицинского оборудования, в системах управления разных видов транспорта, в средствах связи, в оборонной и космических системах и т.д.

На основе анализа материалов интернета и других информационных средств доказано, что в производстве печатных плат в самом большом количестве применяются режущие микроинструменты, особенно твердосплавные спиральные сверла с рабочим диаметром ниже одного миллиметра. Годовая потребность на эти инструменты превышает 50 млн штук и интенсивно растет каждый год. Сегодня массово применяются сверла диаметром 0.3 – 0.4 миллиметра. На последних выставках данного направления уже появились заказы на микроинструментов рабочим диаметром 0.1 – 0.2 миллиметра для производства печатных плат особо-специального назначения.

Учитывая сложность технологии изготовления этих типов микроинструментов, а также высокий темп роста потребности на них последние 10 лет, мы интенсивно работаем над совершенствованием конструкций и технологий их изготовления. На примере оптимизаций этих инструментов устанавливаются методы решения проблем существующих в технологии их изготовления и создания других микроинструментов.

Поэтому в представленной работе подробно будут показаны новые конструкторские решения применяемые как в геометрических параметрах этих групп микроинструментов так и в основных технологических операциях для их изготовления в соответствии предъявляемым к ним высоким техническим требованиям, которые обеспечивают качественное и долгосрочное их практическое применение.

В работе также будут показаны пути систематического повышения уровня подготовки молодых инженерных кадров на основе постоянной реформы учебного процесса и материально – технической базы с достижением нужных навыков молодых инженерных специалистов в долгосрочном режиме.

Список использованных источников

1. Турманидзе, Р.С. *Эффективные конструкции твердосплавных микросверл для глубокого сверления пакета печатных плат* / Р.С. Турманидзе, В.И.Бачанадзе, Г.З.Попхадзе // *Материалы международной научно-технической конференции «Прогрессивная техника, технология и инженерное образование»*. 21–24 Июня 2016 г. Одесса-Киев, Украина. 199-203.
2. Турманидзе, Р.С. *Исследование эффективности использования твердосплавных микросверл с переменным углом наклона спиральной канавки при глубоком сверлении мехатронных систем* / Р.С. Турманидзе, В.И.Бачанадзе, Г.З.Попхадзе // *Международный научно-технический сборник «Резание и Инструмент в технологических системах»*. Выпуск 86. Харьков, Украина. ISSN 2078-7405. Материалы XXIV Международной Научно – Технического Семинара "Высокие технологии в машиностроении" – "Интерпартнер - 2016". 05 –09 сентября 2016 г.Одесса, Украина 170-186.
3. Turmanidze, R. *New Ways to improve the geometric parameters and technology of manufacturing hard metal micro tools for processing of printed circuit boards and other details of mechatronic system* / V.Bachanadze, G.Popkhadze // *Materials of the 7th International Conference “Economics and Management – Based On New Technologies”*, EMoNT -2017/ Vrnjačka Banja, Serbia, 15-18 June 2017. 1-9 .