

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРИ ОБРАБОТКЕ ЗАГОТОВОК МИКРОИНСТРУМЕНТОМ

Калмыков В.В., Подвязников М.С.

Ключевые слова: микрофрезерования, микроинструмент, концевая фреза.

Аннотация. В статье рассматриваются научные работы, которые относятся к теме: «Микрофрезерование». Рассказывается об изученных аспектах в данной области. Анализируются работы различных авторов между собой. Обозначается из неизученных проблем в данной области. Формулируется вывод по данной работе.

ANALYSIS OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS WHEN PROCESSING WORKPIECES WITH MICRO TOOLS

Kalmykov V.V., Podvyaznikov M.S.

Keywords: micro-milling, micro-tool, end mill.

Abstract. The article discusses scientific work that are relevant to the topic: " micro-milling". It describes the studied aspects in this area. The works of various authors are analyzed among themselves. It is indicated from unexplored problems in this area. The conclusion of this work is formulated.

Микрофрезерование предполагает использование фрез, которые варьируются от минимально допустимого диаметра инструмента до 2 мм. Допуски, измеряются в сотых долях миллиметра, и менее.

На первом этапе изучения процесса микрофрезерования необходимо понять значение слова «микро».

Kip Hanson в статье "Mini mills" [1] углубляется в значение слово микрофрезерования.

Он поясняет, что микрообработка, в результате которой получают детали и элементы размером меньших размеров, по сравнению с фрезерованием, становится все более распространенным направлением. Микрофреза – это не просто уменьшенная модель концевой фрезы. По мере уменьшения фрез толщина перемычки увеличивается относительно диаметра инструмента, что делает баланс между удалением стружки и прочностью фрезы еще более хрупким.

С другой стороны Ю.П. Богачев, О.П. Сахарова в научной работе «Основы для микропроизводства» [2] слово «микро» трактуют иначе.

Микрообработка – это способы изготовления, технологии, оборудование, организационные стратегии и системы для производства изделий и/или деталей, которые имеют, по меньшей мере, два размера в субмиллиметровом диапазоне.

Авторы научных работ, в полном объеме разъясняют понятие микрообработки, подтверждают актуальность данного метода обработки деталей.

Рассмотрим оборудование, которое применяется для микроинструмента. Станок, не отвечающий требованиям для обработки, способствует выходу из строя инструмента.

Уве Шпитцен в работе «Сверхточная микрообработка в промышленных масштабах» [3] рассказывает о специальных конструкциях станины и различных узлах, которые входят в станок.

Спроектирован сверхточный обрабатывающий центр для микрообработки iQ300.

Станок с перемещениями по осям $x \times y \times z$: $400 \times 350 \times 200$ мм, оснащенный линейками обратной связи с разрешением 5 нм, обеспечивает точность позиционирования $\pm 1,0$ мкм и повторяемость $\pm 0,5$ мкм на всей длине хода.

Уве Шпитцен акцентирует внимание на конструкции станины станка. Для достижения наивысшего качества обработки важнейшее значение имеет статистическая и динамическая жесткость всей системы. Точность линейных направляющих по осям достигается за счет применения специальных прецизионных направляющих роликов, которые обеспечивают высокую жесткость и эффективное демпфирование.

Описывается шпиндельный узел. Эта система обеспечивает температурную стабильность, устойчивость и долговечность и является на сегодняшний день уникальной. Основные характеристики шпинделя: частота вращения $40000\text{--}45\ 000$ мин⁻¹; мощность привода 9,5 кВт; биение <1 мкм при $45\ 000$ мин⁻¹.

По данной статье можно сказать следующее: станок iQ300 за счет чрезвычайно высокой повторяемости позиционирования, обеспечивает стабильность обработки детали. Благодаря этому стала возможна на практике автоматизация технологического процесса микрообработки.

Следующим пунктом рассматривается программное обеспечение, которое применяется для оптимизации производства, для улучшения обработки изделий и снижения риска поломки инструмента.

В статье Н.С. Васильев, К.П. Помпеев, О.С. Тимофеева «Оптимизация параметров обработки микрофрезерованием» [4], описывается метод оптимизации с помощью управляющей программы. Оптимизация машинного времени происходит за счет разбиения траектории движения инструмента на участки, для каждого из которых определяются режимы резания, представленный на рис. 1.

В общем случае модуль OptiPath функционирует следующим образом. На основе данных об объеме снимаемого материала, полученных с помощью управляющей программы, модуль разбивает исходную траекторию режущего инструмента на отрезки и на каждом отрезке изменяет значение подачи на оптимальное для текущих условий резания.

Можно сделать вывод, что использование модуля OptiPath позволяет для любого станка с ЧПУ, оптимизировать управляющую программу и, как следствие, снизить машинное время производства детали при помощи микроинструмента.

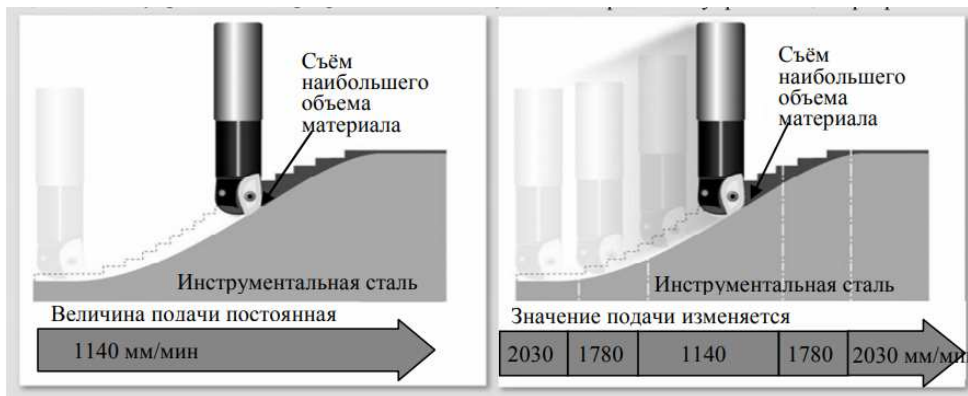


Рис. 1. Траектория движения инструмента

В заключении необходимо рассмотреть научную работу, в которой акцентируют внимание на форме режущей части микроинструмента.

В научной работе Йорген В. Боденхаузен, Вольфганг Мюллер "Новые технологии и средства микрофрезерования" [5] описывает форму режущей части инструмента, которая улучшает качество обработки.

Разработан специальный фрезерный инструмент с диаметром менее 50 мк, применяемый для пресс-форм. При этом форма конца инструмента модифицирована с целью достижения лучшего качества обрабатываемой поверхности (рис. 2).

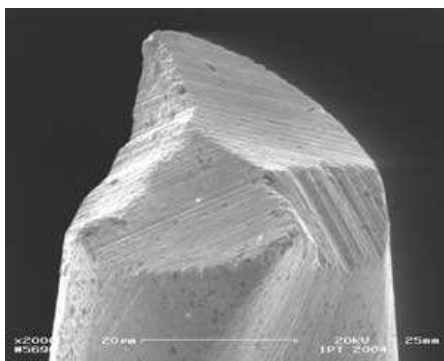


Рис. 2. Форма режущей части инструмента

Поскольку работа инструмента происходит при скоростях шпинделя порядка 160000 об/мин, то существует риск поломки инструмента в процессе фрезерования. Последующая замена такого инструмента в процессе обработки привела бы к нарушению непрерывности микроповерхности, но специальные стратегии в CAD/CAM могут помочь в минимизации указанного риска:

- врезание инструмента в деталь должно быть как можно более гладким и длительным. Этого можно добиться, используя наклонное врезание или врезание по спирали сверху вниз;

- чтобы добиться однородности траектории движения инструмента, используют стратегии скругления углов и спирального фрезерования;

Данная форма микроинструмента не является единственной и лучшей. Но данный пункт в микрофрезеровании очень важен, что бы добиться наилучших результатов.

Вывод. Рассмотренные научные работы помогают понять процесс микрообработки, рассмотреть поэтапно ключевые факторы, на которые необходимо заострять внимание. Не удалось найти работы, которые проводят анализ стойкости инструмента и ответить на вопрос, каков период стойкости инструмента, как деформируется инструмент в процессе обработки, а также как быстро изнашивается инструмент, при неправильно подобранных режимах резания.

Список литературы

1. Кип Хэнсон. Микрофрезы // Твердый сплав. 2017. №1. С. 30-34
2. Богачев Ю.П. Основы для микропроизводства // Ю.П. Богачев, О.П. Сахаров // Специализированный журнал РИТМ. 2016. №4. С. 62-68.
3. Уве Шпитцен. Сверхточная микрообработка в промышленных масштабах // MAKINO Europe GmbH Blaser. 2012. №6. С. 20-24.
4. Васильев Н.С., Помпеев К.П., Тимофеева О.С. Оптимизация параметров обработки микрофрезерованием с использованием САМ-системы Vericut // Известия вузов. Приборостроение. 2015. Т. 58, №4. С. 294-296.
5. Боденхаузен Й.В., Мюллер В. Новые технологии и средства микрофрезерования // САПР и Графика. – 2005. – №8.

References

1. Kip Hanson. Microphresis // Hard alloy. 2017. №1. P. 30-34
2. Bogachev Yu.P. Fundamentals for micro-production / Yu.P. Bogachev, O.P. Sakharov // Specialized magazine RHYTHM. 2016. №4. P. 62-68.
3. Uwe Spitzen. Ultra-precise micro-processing in industrial applications // MAKINO Europe GmbH Blaser. 2012. №6. P. 20-24.
4. Vasiliev N.S., Pompeyev K.P., Timofeeva O.S. Optimization of processing parameters by micro-milling using the Vericut CAM-system // Proceedings of the universities. Instrument making. 2015. Vol. 58, №4. P. 294-296.
5. Bodenhausen Th.V., Muller V. New technologies and means of micro-milling // CAD and Graphics. 2005. №8.

Калмыков Вадим Владимирович – старший преподаватель, sorat-vad@yandex.ru	Kalmykov Vadim Vladimirovich – senior lecturer, sorat-vad@yandex.ru
Подвязников Михаил Сергеевич – студент, m.podvyaznikov@yandex.ru	Podvyaznikov Mikhail Sergeevich – student, koles.igor96@gmail.com
Московский государственный технический университет им. Н.Э.Баумана – Калужский филиал, г. Калуга, Российская Федерация	Bauman Moscow State Technical University – Kaluga branch, Kaluga, Russian Federation

Received 24.03.2020