

Сокращение штучного времени почти в 4 раза, сопровождается ростом в 1,6 раза часовых энергозатрат, которые компенсируются более важным показателем уменьшением удельной мощности на обработку детали в 2,5 раза. Многократное сокращение номенклатуры инструментов, количества единиц оборудования наряду с расширением технологических возможностей еще в большей степени подтверждает эффективность методов многофункциональной обработки резанием осесимметричных, резьбовых поверхностей со сложным пространственным расположением.

1. <https://ru.dmgmori.com/products/machines/turning/turn-mill/ctx-tc/>
2. Справочник технолога-машиностроителя: в 2-х т. Т. 2. / А. М. Дальский [и др.]. - 5-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 2001. – 944 с.
3. <https://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/products/Pages/toolguide.aspx>

**УДК 621.9.04**

## **ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ КОМПЛЕКСНОЙ ОБРАБОТКИ КОМБИНИРОВАННЫМИ ИНСТРУМЕНТАМИ НА СТАНКАХ С ЧПУ**

**Ажар А.В.<sup>1</sup>, Петрович А.С.<sup>2</sup>, Лавренов Е.В.<sup>3</sup>, Шейбак Д.В.<sup>1</sup>**

1. Белорусский национальный технический университет, Минск;
2. ЗАО «Белробот» Минский р-н, Минская обл.,
3. ОАО «МЭТЗ им. В.И.Козлова», Минск

Комбинируемая механическая обработка является наиболее эффективным методом повышения производительности. Технологии совмещения операций за счет многошпиндельной и многосторонней обработки с одновременным выполнением нескольких технологических переходов на агрегатных станках и токарных автоматах потеряли актуальность в связи с сокращением номенклатуры изделий крупносерийного и массового производства. Основным элементом комплексной механизации обработки в мелкосерийном производстве, является использование станков с ЧПУ. Экономически данная технология оправдывает себя при увеличении сложности обработки и максимальной загрузки станка по времени. Стратегия одноинструментальной последовательной обработки сложных поверхностей благодаря кинематической гибкости оборудования и быстрой автоматической смене инструмента вполне себя оправдывает в условиях широкой номенклатуры выпускаемых корпусных и деталей типа тел вращения. Однако и в данных условиях остается достаточный резерв для роста технико-экономических показателей процесса резания. Стратегия комбинированного резания получила новое «дыхание» на оборудовании для комплексной (фрезерно-сверлильно-расточной, токарно-фрезерной) многокоординатной обработки специальным цельным и сборным многофункциональным

инструментом на основе стандартных и унифицированных элементов (сменных пластин, вставок и модулей). Для обработки отверстий, бобышек, внутренних и наружных резьб, торцов, наружных цилиндров применяются комбинированные инструменты, реализующие схемы токарной, сверлильной, фрезерной обработки с главным вращательным движением, как детали, так и инструмента. Для таких инструментов наиболее эффективной является форма в виде тела вращения с расположением режущих лезвий по окружности с различным вылетом в радиальном и осевом направлении. Наличие привода позиционирования инструмента относительно обрабатываемой поверхности позволяет совмещать в одном корпусе до 6-ти инструментов разного функционального назначения и выполнять до 10 различных операций. Последними примерами таких конструкций являются цельные и сборные токарно-фрезерные инструменты используемые, как в качестве вращающегося при сверлильно-фрезерной обработке, так и в качестве не вращающегося при токарной обработке [1, 2, 3]. В конструкции токарно-фрезерного инструмента фирмы Sandvik (рисунок 1) фрезерные пластины устанавливаются в корпусе немного выше токарных пластин и в осевом, и в радиальном направлении, т.к. токарные пластины в момент фрезерования не должны участвовать в резании.

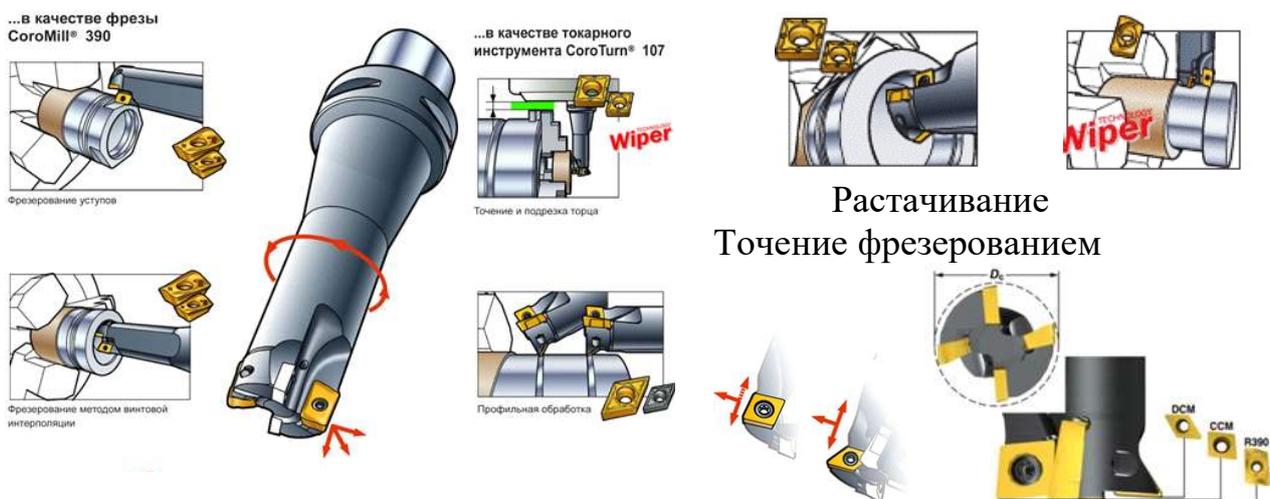


Рисунок 1 – Многофункциональный токарно-фрезерный инструмент серии Coro Plex MT [1]

Многофункциональный инструмент фирмы Iscar (рисунок 2) способен выполнять до 10 операций: черновое и чистовое точение и расточка в упор и с подрезкой, сверление, нарезание резьб, фрезерование линейное и с интерполяцией. Несимметричное расположение пластин в радиальном сечении с различным вылетом кромок расширяет возможности инструмента. Инструмент фирмы Ceratizit серии EcoCut (рисунок 3) содержит всего одну специальную пластину с углом при вершине  $88^\circ$ , которой выполняет сверление, наружное точение, растачивание, заменяя собой 3 обычных инструмента, а в исполнении ProfileMaster дополнительно обеспечивает проточку канавок.

Таким образом, при технологической подготовке производства изделий с развитой структурой поверхностей вращения необходимо проводить детальный анализ возможности оснащения станков с ЧПУ многофункциональными комбинированными инструментами на основе технико-экономических показателей эффективности обработки. При увеличении числа взаимосвязанных координат (2-5), реализуемых станком, возрастает сложность конструкций инструментов наравне с эффективностью их применения.

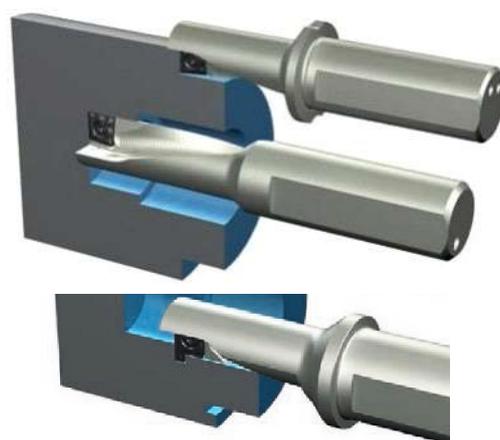
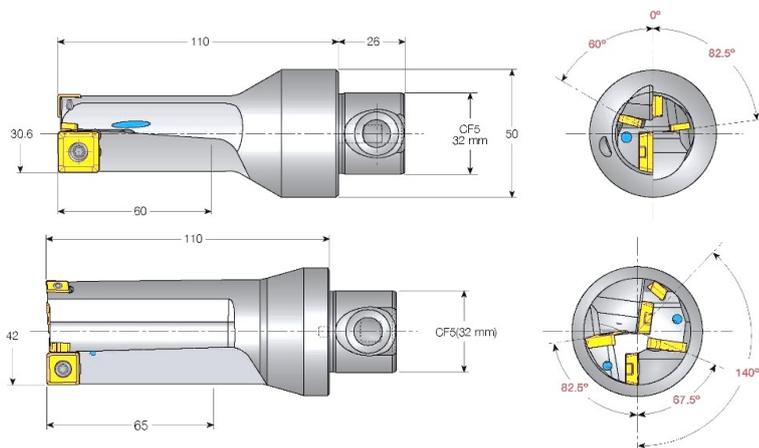


Рис. 2. Инструмент Iscar серии DMTT-MF [2]      Рис. 3. Инструмент Ceratizit [3]

1. <https://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/products/coroplex mt>
2. <http://www.lab2u.ru/katalog-iscar-2008-tokarnyi-lab2u.html>
3. <http://www.lab2u.ru/katalog-ceratizit-2016-metallorzhushchii-lab2u.html>

УДК 621.9.047.7

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОЛИТНО-ПЛАЗМЕННОГО ПОЛИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ УПРАВЛЯЕМЫХ ИМПУЛЬСНЫХ РЕЖИМОВ

**Алексеев Ю.Г., Королёв А.Ю., Нисс В.С., Паршута А.Э., Сорока Е.В.**  
Белорусский национальный технический университет,  
Минск, Республика Беларусь

Для снижения энергоемкости и повышения эффективности процесса электролитно-плазменного полирования металлических материалов при сохранении высокой интенсивности, качества обработки и экологической безопасности разработан принципиально новый импульсный метод, совмещающий преимущества как электрохимической, так и электролитно-плазменной обработки. Метод реализуется за счет совмещения в пределах одного импульса миллисекундной длительности амплитудой более 200 В двух чередующихся стадий: электрохимической и электролитно-плазменной [1].