

*В.Я. Лебедев, к.т.н., с.н.с.,
Физико-технический институт НАН Беларуси*

ПРОГРЕССИВНЫЕ КОНСТРУКЦИИ РОТАЦИОННЫХ ИНСТРУМЕНТОВ ДЛЯ ОБРАБОТКИ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ДЕТАЛЕЙ

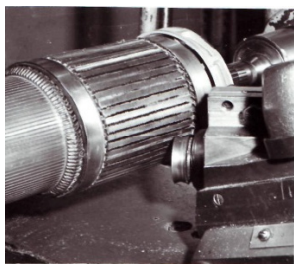
Проблемы обеспечения точности геометрической формы и качества поверхностного слоя крупногабаритных деталей являются актуальными для многих отраслей промышленности, и особенно для тяжелого машиностроения, обеспечивающего технику горнорудный и металлургический комплексы, транспортную и бумагоделательную отрасли. Решаться они должны комплексно путем создания надежного и точного оборудования и разработки высокопроизводительного инструмента с высокой технологической стойкостью. Одним из перспективных видов режущего инструмента для таких условий обработки являются ротационные резцы.

Особенности кинематики, высокие динамические и термические нагрузки, возникающие при обработке крупногабаритных деталей, предъявляют высокие требования к инструменту, его технологической надежности и долговечности. Важное значение имеют технологические возможности инструмента в реализуемом диапазоне режимов обработки, так как ввиду особенностей конструктивной схемы ротационные инструменты чаще применяются для обработки «напроход», а при точении и фрезеровании необходимо иметь зону выхода инструмента размером более диаметра лезвия. В Физико-техническом институте НАН Беларуси развитие исследований в области ротационного резания началось в 60-х годах прошлого века и наиболее активно развивалась в 80–0-х годах. Разработано ряд конструкций ротационных инструментов для операций точения и фре-

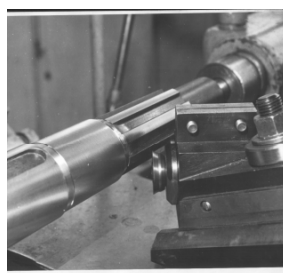
зерования, развитие продолжается и в настоящее время в интересах ряда отраслей. Примеры реализации ротационного инструмента приведены на рис. 1.

Наибольшее распространение получили конструктивные схемы резцов с неподвижным корпусом и вращающимся шпинделем с закрепленной режущей чашкой. Высокими скоростными и динамическими характеристиками обладает ротационный резец, шпиндель которого монтируется на спаренных радиально-упорных подшипниках, установленных тандемом по схеме «X». Наружные кольца подшипников замыкаются на распорную втулку, жестко зафиксированную относительно корпуса. В опорах создают предварительный натяг путем затяжки гайкой внутренних колец подшипников. Более технологичен вариант установки между внутренними кольцами подшипников втулки, обеспечивающей заданный натяг в опорах при затяжке гаек до упора.

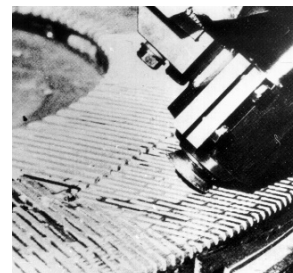
Широкие технологические возможности имеет ротационный резец (а.с. СССР № 1054999) с возможностью регулировки соотношения жесткости передней и задней опоры. Скоростные характеристики при высокой жесткости обеспечивают резание при скоростях до 16 м/с.



а



б



в

Рис. 1. Ротационные резцы ФТИ на токарных операциях

Для работы с повышенной глубиной резания разработан резец, шпиндель которого смонтирован на паре радиальных подшипников, установленных в корпусе и паре упорных, замкнутых на торцы распорной втулки. В передней радиальной опоре посредством пружины, а в упорных подшипниках посредством затяжки гайки создается предварительный натяг. Полость с подшипниками закрывается крышкой. На консоли шпинделя закрепляется режущая чашка. Разработанный резец позволяет снимать припуск до 1,5–2 мм на скорости до 7,5 м/с при обработке гарнитуры конических мельниц МКН-03 Ø525 мм из стали 65Г твердостью HB285.

В электротехнике точение ротационными резцами внедрено на операциях обработки бочки роторов и расточки статоров асинхронных и с коротко-замкнутым ротором электродвигателей. Обработка ротационным резцом ведется на токарно-винторезных станках, оснащенных державками, позволяющими реализовать вторую одно- или двухповоротную схему ротационного резания. По критериям безвибрационной работы и параметру шероховатости обработанной поверхности $Ra < 2,5$ мкм определены рациональные режимы обработки: $V = 7-7,5$ м/с; $S = 0,21$ мм/об при глубине резания 0,2–0,35 мм. Инструмент с диаметром режущей чашки 46 мм из твердого сплава ВК6 или ВК8 имеет углы заточки $\alpha = 18^\circ$, $\gamma = 30^\circ$. Штучное время на операции сокращается в 5–8 раз. Для точения магнитопроводов асинхронных электродвигателей из высококремнистых электротехнических сталей разработаны резцы, работающие на полуавтоматах DXR по первой схеме. Шпиндель собирается на роликовых радиальных подшипниках без внутреннего кольца, что обеспечивает высокую радиальную жесткость и обеспечивает обработку с глубиной резания до 1,5–2 мм. Заточка режущей части выполняется алмазными кругами на собранном инструменте. Заточка по передней поверхности (по

вогнутой сфере в торце чашки) выполняется кругом формы 1FF1 (рис. 1, а).

Результаты выполненных исследований использованы в технологии ротационной обработки каландровых валов. Высокая размерная стойкость ротационных резцов обеспечивает эффективное технологическое решение при изготовлении и ремонте валов суперкаландров диаметром 400–800 мм при длине до 8600 мм. Ротационным точением достигаются параметры некруглости и нецилиндричности обработанного вала не более 10 мкм. Достижимая шероховатость поверхности и подкатка задней поверхностью резца обработанной поверхности вала позволяют снизить в 2–4 раза время «прикатки» вала на машине. На рис. 2, в показан ротационный резец на операции обточки вала суперкаландра на высокоточном круглошлифовальном станке, оборудованном специальным резцедержателем.

В разработанных конструкциях ротационных резцов применяется в основном пресовая посадка режущей чашки на шпиндель. Заточка выполняется в собранном виде. Обычно допускается 10–15 переточек на чашках диаметром 46 мм. Для получистовых операций разработана конструкция резца со сменной чашкой на коническом хвостовике. Материал режущей чашки выбирается по аналогии с призматическими резцами.

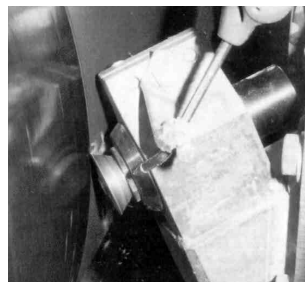
При заточке должен быть обеспечен параметр шероховатости $Ra < 1$ мкм по передней и задней поверхностям лезвия, радиальное биение режущей кромке до 5 мкм, на чистовых операциях – до 3 мкм. Опыт разработок показал преимущество применения подшипников качения в шпиндельных узлах ротационного инструмента. В большинстве случаев достаточный уровень обеспечивают подшипники 6 или 5 классов точности с применением пластичной смазки. Нароботка на отказ шпиндельных узлов превышает 1000 час. При обработке крупногабаритных деталей зачас-



а



б



в

Рис. 2. Ротационные резцы для точения: а – на полуавтомате DXR для обточки роторов, б – с регулируемой жесткостью опор, в – для обточки каландров

тую требуется применение СОТС. При ротационном резании подача СОТС осуществляется поливом в зону контакта или подачей через полый шпиндель. Достаточно эффективно при обработке неметаллических материалов обдув воздухом.