

УДК 621.9

DOI: [10.12737/article_59cd769d871dd9.90790664](https://doi.org/10.12737/article_59cd769d871dd9.90790664)

М.Ю. Куликов, А.Ю. Попов, Д.В. Волков

РЕАЛИЗАЦИЯ РОТАЦИОННОГО ТОЧЕНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Описано устройство для ротационного точения с принудительным приводом инструмента, обеспечивающее быструю наладку оборудования в производственных условиях при точении деталей из аустенитной стали 12Х18Н10Т. Показаны значительные преимущества этого вида обработки по сравнению с обычным точением и ротационным

резанием с самовращающимися резцами. Используются следующие методы исследования: эмпирические методы, эксперимент, метод наблюдения.

Ключевые слова: резание металлов, режущий инструмент, ротационное точение, ротационный резец.

M.Yu. Kulikov, A.Yu. Popov, D.V. Volkov

ROTARY TURNING REALIZATION UNDER PRODUCTION CONDITIONS

The paper reports the description of the device for rotary turning with tool forced drive ensuring a quick equipment setup under production conditions at turning parts made of austenite steel 12H18N10T. Significant advantages of this kind of machining in comparison with common turning and rotary cutting with self-rotating cutters are shown. The following methods of investigations are used: "rule-of-thumb" methods, experiment, observation methods.

Practical tests carried out have shown a possibility of developed device use for rotary turning at roughing and semi-finishing long shafts and axles. Furthermore, a stepped shaft semi-finishing by a chosen way is possible, but with the further additional finishing.

Radial forces at a small cutting depth and a cutting temperature at rotary turning are considerably

lower than at turning with prismatic cutters. It allows not only increasing a processing speed, but decreases considerably a blank deformation.

According to results of tests carried out at further investigations it is supposed to be concentrated upon the solution of two basic problems:

1) the study of problems taken place at rotary turning and deduction of a dependence of ratios of a cutting speed and a frequency of cutting plate rotation at different feeds;

2) the study of cutter operation modes at the element chip transition into the continuous one.

Key words: metal cutting, cutter, rotary turning, rotary cutter.

Одним из эффективных методов повышения производительности механической обработки является использование ротационного точения.

Суть метода заключается в замене традиционного трения скольжения между рабочими поверхностями режущего элемента и обрабатываемым материалом трением качения. Это достигается оснащением ротационного инструмента вращающейся чашкой, у которой режущая кромка имеет форму окружности, что позволяет осуществить ее непрерывное дополнительное вращение вокруг собственной оси. Благодаря большой длине круговой режущей кромки лезвия, непрерывному вращению его во время работы, обеспечивающему прерывистость и кратковременность работы каждого его участка, хорошим условиям охлаждения лезвия за время холо-

стого пробега и значительно меньшей истинной скорости резания по сравнению со скоростью главного движения температура в зоне резания при обработке ротационным инструментом по сравнению с традиционным инструментом снижается до 40%.

Отмеченное снижение температуры резания, небольшой линейный износ, который не накапливается, как в обычном инструменте, на одном неподвижном участке лезвия, а равномерно распределяется по всей его длине, хорошие условия теплоотвода от работающих участков лезвия в режущую чашку, имеющую большой радиус кривизны, уменьшение сил трения между рабочими поверхностями инструмента и обрабатываемым материалом обеспечивают повышение стойкости ротационных режущих инструментов в десятки

раз по сравнению с традиционными инструментами при одновременном повышении режимов резания [3].

Основные особенности ротационного точения отражены в работах Е.Г. Коновалова, А.Е. Адама, И.С. Кушнера, Д.Е. Иерусалимского, П.И. Ящерицына и других. Основная масса применяемых на сегодняшний день резцов - это самовращающиеся резцы, расположенные под некоторым углом к оси вращения. Динамика их вращения основана на силе трения. Количество имеющихся ротационных резцов с принудительным вращением незначительно, так как имеются трудности с выбором подходящего по мощности и габаритным размерам привода ротационного инструмента.

Несмотря на большое количество литературы по ротационному точению, на практике указанный способ обработки с принудительным вращением режущей пластины практически не используется. Это связано со сложностью конструкции устройства, обеспечивающего вращение инструмента. Однако именно принудительное вращение режущего инструмента дает наибольший эффект. При принудительном вращении отсутствуют проскаль-

зывания, которые наблюдаются у самовращающегося ротационного резца из-за засаливания и неоднородности материала заготовки, что приводит к локальному износу режущей кромки режущей пластины.

Для упрощения использования ротационного резания в конкретных производственных условиях было разработано приспособление для ротационного точения с принудительным приводом. В качестве привода был использован двигатель постоянного тока 48 В мощностью 0,4 кВт. На блоке управления установлен потенциометр для регулирования скорости вращения двигателя от 0 до 24000 об/мин. Вращение передается на ось (шпиндель) режущей пластины червячной парой с передаточным отношением 1:30. Таким образом, максимальная частота вращения режущей пластины - 800 об/мин. Сам шпиндель крепится на двух радиально-упорных конических роликовых подшипниках. В качестве инструмента используется режущая пластина чашечного типа RCMX1606MOYBM251. Приспособление крепится державкой в резцедержателе токарного станка. Плоскость режущей кромки располагается на уровне линии центров станка (рисунок).

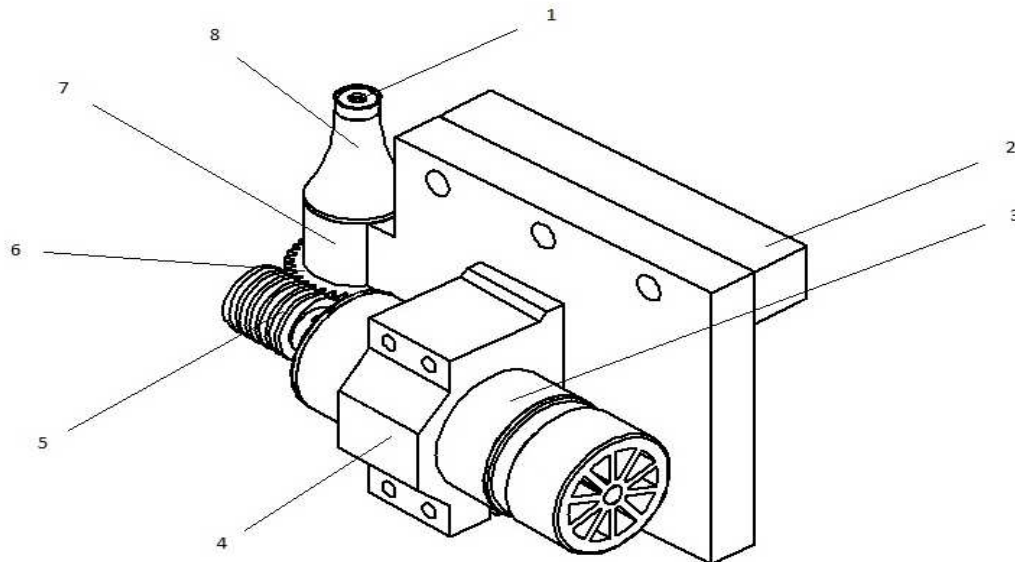


Рис. Ротационный резец с принудительным приводом:

- 1 - режущая пластина; 2 - державка; 3 - электродвигатель; 4 - кронштейн электродвигателя; 5 - червячный вал; 6 - червячная шестерня; 7 - подшипниковый узел; 8 - шпиндель

Был проведен ряд экспериментов по обработке деталей типа тел вращения. Эксперименты проводились на заготовках из аустенитной стали 12X18H10T без применения смазочно-охлаждающего технологического средства (СОТС).

Целью данных исследований был поиск возможностей увеличения скорости обработки и стойкости режущего инструмента при сохранении требуемой точности и шероховатости поверхности детали при обработке нержавеющей стали без применения СОТС.

Главными условиями, влияющими на точность выполнения размеров детали и ее шероховатость, являются:

- точность исполнения шпинделя и подшипникового узла в целом;
- отсутствие радиального и осевого биения шпинделя;
- точность центровки режущей пластины;
- статическая и динамическая жесткость станочного оборудования.

Любые погрешности, связанные с выполнением указанных условий, оказывают влияние на обработанную поверхность. Увеличивается шероховатость, и появляется так называемая волнистость, которая периодически повторяется в зависимости от скоростей вращения обрабатываемой детали и режущей пластины, а также от величины подачи. Так, при биении режущей пластины с увеличением глубины резания высота волны возрастает. По высоте волны различаются незначительно.

При обработке стали 12X18H10T обычными призматическими резцами наблюдается сход сливной стружки, что неблагоприятно как для обрабатываемой детали, так и для безопасности оператора станка. Практические опыты ротационного точения показали сход элементной стружки желтого цвета в процессе обтачивания, что свидетельствует о хорошем отводе основного тепла в стружку. Сход элементной стружки обусловлен тем, что при высоких скоростях резания растет сила трения и,

как следствие, температура резания, которая способствует образованию нароста. При смене контактной точки ротационного резца в зоне резания происходит снижение температуры и отрыв нароста. При снижении скорости вращения режущей пластины наблюдается увеличение размеров элементов стружки, а при скорости вращения менее 100 об/мин элементная стружка переходит в сливную.

При увеличении скорости резания и снижении скорости вращения режущей пластины наблюдается уменьшение шероховатости поверхности точения. Эксперименты проводились на токарно-винторезном станке 1М62. Максимальная скорость резания, при которой проводились эксперименты, - 250 м/мин. Указанное ограничение в работе станка не позволило добиться желаемых результатов обработки в части снижения шероховатости.

Проведенные практические опыты показали возможность использования разработанного приспособления для ротационного точения при черновой и получистовой обработке длинных валов и осей. Кроме того, возможна получистовая обработка ступенчатых валов выбранным способом, но с последующей дополнительной чистовой обработкой.

Радиальные силы при малой глубине резания и температура резания при ротационном точении значительно ниже, чем при точении призматическими резцами. Это не только позволяет увеличить скорость обработки, но и значительно снижает деформацию заготовки.

По результатам проведенных опытов планируется при дальнейших исследованиях сконцентрироваться на решении двух основных задач:

1. Изучение процессов, происходящих при ротационном точении, и выведение зависимости отношений скорости резания и частоты вращения режущей пластины при разных величинах подачи.

2. Изучение режимов работы резца при переходе элементной стружки в сливную.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коновалов, Е.Г. Прогрессивные схемы ротационного резания металлов / Е.Г. Коновалов, В.А. Сидоренко, А.В. Соусь. - Минск: Наука и техника, 1972. - 272 с.
2. Гик, Л.А. Ротационное резание металлов / Л.А. Гик. - Калининград: Кн. изд-во, 1990. - 254 с.
3. Ящерицын, П.И. Ротационное резание материалов / П.И. Ящерицын, А.В. Борисенко, И.Г. Дривотин, В.Я. Лебедев. - Минск, 1987. - 229 с.
4. Подураев, В.Н. Резание труднообрабатываемых материалов: учеб. пособие для вузов / В.Н. Подураев. - М.: Высш. шк., 1974. - 587 с.
1. Konovalov, E.G. Efficient circuits of rotary metal cutting / E.G. Konovalov, V.A. Sidorenko, A.V. Sous. - Minsk: *Science and Engineering*, 1972. - pp. 272.
2. Gik, L.A. *Rotary Metal Cutting* / L.A. Gik. - Kaliningrad: Book Publishing House, 1990. - pp. 254.
3. Yashcheritsyn, P.I. *Rotary Material Cutting* / P.I. Yashcheritsyn, A.V. Borisenko, I.G. Drivotin, V.Ya. Lebedev. - Minsk, 1987. - pp. 229.
4. Podurayev, V.N. *Hard-to-Machine Material Cutting: manual for colleges* / V.N. Podutayev. - M.: Higher School, 1974. - pp. 587.

Статья поступила в редколлегию 13.09.17.

*Рецензент: д.т.н., профессор
Шентунов С.А.*

Сведения об авторах:

Куликов Михаил Юрьевич, д.т.н., профессор Института конструкторско-технологической информатики РАН, e-mail: muk.56@mail.ru.

Попов Алексей Юрьевич, к.т.н., доцент кафедры «Технология транспортного машиностроения и ремонта подвижного состава» Российского универ-

ситета транспорта (МИИТ), e-mail: madrat@inbox.ru.

Волков Дмитрий Валентинович, зав. лаб. кафедры «Технология транспортного машиностроения и ремонта подвижного состава» Российского университета транспорта (МИИТ), e-mail: dvvolkov@list.ru.

Kulikov Mikhail Yurievich, D. Eng., Prof, Institute of Design-Technological Informatics of RAS, e-mail: muk.56@mail.ru.

Popov Alexey Yurievich, Can. Eng., Assistant Prof. of the Dep. "Technology of Transport Engineering and

Rolling-Stock Repair", Russian University of Communication (MIET), e-mail: madrat@inbox.ru.

Volkov Dmitry Valentinovich, Head of the Lab. of the Dep. "Technology of Transport Engineering and Rolling-Stock Repair" (MIET), e-mail: dvvolkov@list.ru.