

УДК 621.923

УСТРОЙСТВО ДЛЯ АВТОРОТАЦИИ ДЕТАЛИ НА СТАНКАХ С РАСТРОВОЙ КИНЕМАТИКОЙ

© 2013 Р.А. Муратов, К.Р. Муратов, Е.А. Гашев

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

Поступила в редакцию 20.03.2013

Для равномерного износа инструмента выполнена модернизация нажимного устройства. Представлено описание устройства, приведены результаты экспериментальных исследований при обработке хрупких материалов.

Ключевые слова: *растровая кинематика, авторотация, отклонение, плоскостность*

Установлено, что повышению качества и производительности доводки способствует наличие сложного рабочего движения, складывающегося из нескольких движений притира и детали. В качестве привода кассеты с деталями или одиночной детали может быть использована сила абразивного трения между деталями и притиром, вращение детали в таком случае называется авторотацией. При этом деталь перемещается относительно притира по криволинейным пересекающимся траекториям, образующим равномерную сетку. На станках с вращающимся притиром авторотацию детали или кассеты с деталями легко получить, смещая ось кассеты относительно оси вращения притира. На станках с поступательным рабочим движением все точки притира перемещаются по одинаковым траекториям с равными скоростями, при этом притир не имеет ни постоянного, ни мгновенного центра вращения. Задача заключается в том, чтобы использовать поступательное движение притира для сообщения детали или кассете одного или нескольких вращательных движений.

Опыт эксплуатации плоскодоводочных станков с растровой кинематикой [1, 2] показал их высокие технологические возможности для обеспечения точности формы и шероховатости с заданными эксплуатационными свойствами. Станки позволяют обрабатывать как одиночные детали, так и партии деталей в многоместных приспособлениях, а также осуществлять точную правку доводочных дисков. В качестве инструментов используются легкоъемные доводочные диски из чугуна, закаленной стали, оптического стекла, керамики, композиционных материалов, а также диски с закрепленным алмазонасыщенным

слоем. Плоскостоводочные станки модели «Растр» (рис. 1) позволяют с помощью несложных приспособлений осуществлять как одностороннюю, так и двустороннюю доводку деталей.



Рис. 1. Общий вид станка «Растр 350»

Основу растровой кинематики составляет особый вид рабочего движения инструмента (притира), имеющего усложненную траекторию с тонко регулируемыми параметрами. Такая траектория образуется путем ортогональной комбинации двух синусоидальных колебаний с различными частотами и амплитудами (рис. 2). Конфигурация образующейся сетки (растра) зависит от отношения частот исходных колебаний ω_1 , ω_2 и амплитуд A , B . Сложность сетки и неповторяемость линий, из которых состоит

Муратов Равиль Арифович, инженер
Муратов Карим Равилович, кандидат технических наук, доцент. E-mail: Karimur_80@mail.ru
Гашев Евгений Анатольевич, инженер

траектория, означает, что каждое режущее зерно все время проходит по новому месту обрабатываемой поверхности и не оставляет на ней глубоких следов, благодаря чему уменьшается шероховатость. Многократное самопересечение траектории при непрерывной смене направления движения заставляет абразивные зерна работать всеми гранями своих вершин, что повышает режущую способность инструмента и производительность доводки. Растровая кинематика позволяет использовать всю площадь инструмента, в то время как на станках с вращающимся притиром из-за нулевой скорости в центре инструмент используется только на 1/3 его диаметра. Благодаря такой кинематике на станках возможна обработка деталей соизмеримых с размером притира [3].

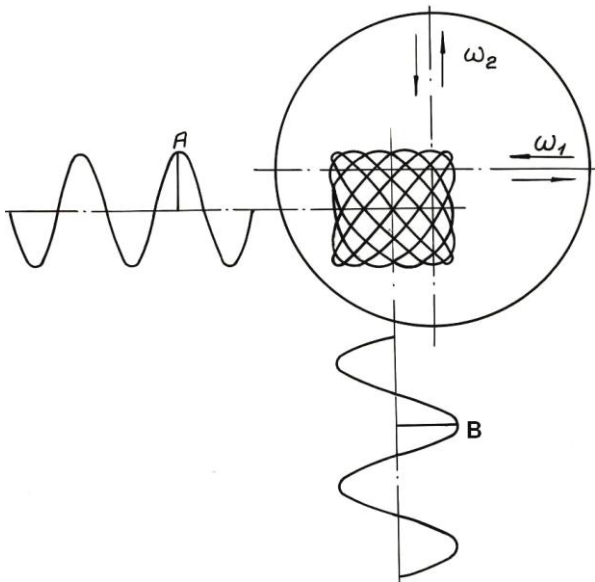


Рис. 2. Растровая траектория рабочего движения

На плоскодвигательных станках серии «Растр» используются нажимные устройства, обеспечивающие авторотацию детали или кассеты с одной или двумя осями вращения [4]. Однако при доводке одиночных деталей с использованием данных устройств из-за неравномерной нагруженности возможен локальный износ рабочей поверхности притира, что снижает точность обработанной поверхности детали. Указанный недостаток можно устранить в результате модернизации нажимного устройства с одной осью вращения. На рис. 3 представлена кинематическая схема модернизированного нажимного устройства. Притир 1 совершает поступательное движение по круговой или растровой 2 траектории. Обрабатываемая деталь (или детали) закреплены в кассете 3. Нажимное устройство 4 установлено на поворотном кронштейне с

возможностью регулировки по высоте в зависимости от толщины обрабатываемых деталей. Центральный вал 5 с муфтой свободного хода 6 установлен на подшипниках в пиноли зафиксированной от вращения. На фланце вала 5 закреплен автономный узел дополнительного вращения 7 с возможностью регулирования смещения C . В корпусе узла на подшипнике смонтирован двусторонний сферический упор 8 с ведущими штифтами и механизмом свободного хода 9. Вертикальное давление на детали создается пружиной 10 регулируемой маховиком 11, и передается через вал 5 и узел дополнительного вращения 7. В процессе доводки за счет сил абразивного трения и смещения C возникает крутящий момент, поворачивающий кассету вокруг оси вала 5 в направлении, разрешенном муфтой свободного хода 6. Кроме того, кассета с деталями получает дополнительное вращение вокруг своей оси в направлении, разрешенном муфтой свободного хода 9 за счет разности линейных скоростей при вращении вокруг оси центрального вала и неодинаковой величины сил абразивного трения. При этом необходимо учитывать, что при растровой кинематике за период образования кадра движущаяся точка дважды изменяет направление вращения, поэтому кассета совершает прерывистое вращение как вокруг оси центрального вала, так и вокруг собственной оси.

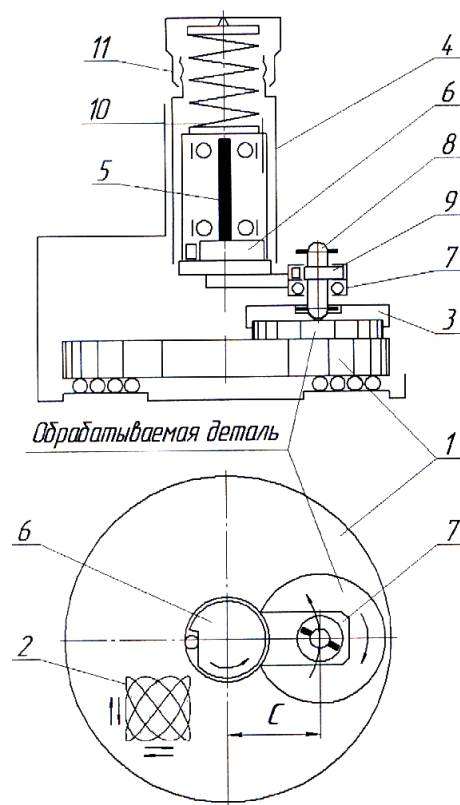


Рис. 3. Кинематическая схема модернизированного нажимного устройства

Предлагаемое устройство позволяет также реверсировать вращение детали или кассеты с деталями вокруг собственной оси. Для этого узел дополнительного вращения необходимо перевернуть на 180° и закрепить верхним концом сферического упора вниз. В этом случае муфта свободного хода 9 будет работать в обратном направлении. Величина смещения устанавливается в зависимости от размера детали при поштучной доводке или размера кассеты с учетом полного перекрытия половины диаметра притира. При такой кинематике нажимного устройства обрабатываемая деталь или кассета с деталями за счет дополнительного вращения вокруг собственной оси в процессе доводки выполняет в какой-то мере функцию правильного кольца, обеспечивая более равномерный износ притира и стабилизацию точности обработки.

Данное модернизированное нажимное устройство было опробовано при исследовании процесса доводки прецизионных деталей изготовленных из хрупких композиционных материалов: на основе силицированного графита марки ГАКК 55/40, монокристалла ниобата лития LiNbO_3 и твердого сплава (карбида вольфрама) «рэлит». В ходе экспериментов было установлено, что отклонение от плоскостности доведенной поверхности деталей определяется главным образом погрешностями формы рабочей поверхности притира, которые, в свою очередь зависят от степени неравномерности его износа. Поэтому, чтобы обеспечить требуемое по техническим условиям отклонение от плоскостности

деталей (0,6-0,8 мкм), необходимо создать условия для равномерного изнашивания притира. При доводке в модернизированном нажимном устройстве с дополнительным вращением отклонение от плоскостности рабочей поверхности деталей не превышало 0,5-0,6 мкм.

Исследование выполнено при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, соглашение 14.B37.21.0934. «Создание технологий и исследование процесса прецизионной обработки монокристалла ниобата лития для интегрально-оптических схем».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Ханов, А.М. Технология и оборудование с растровой кинематикой для формирования шероховатости поверхностей постоянной кривизны в нанометровом интервале / А.М. Ханов, Р.А. Муратов, Е.А. Гашев, К.Р. Муратов // СТИН. 2010. № 2. С. 34-35.
2. Анциферов, В.Н. Растровый метод обработки прецизионных поверхностей / В.Н. Анциферов, А.М. Ханов, К.Р. Муратов и др. // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2011. Т. 13. № 1(3). С. 512-519.
3. Khanov, A.M. Nanoroughness produced by systems with raster kinematics on surfaces of constant curvature / A.M. Khanov, R.A. Muratov, K.R. Muratov, E.A. Gashev // Russian Engineering Research. 2010. V. 30. № 5. P. 528-529.
4. Некрасов, В.П. Управляемая авторотация деталей на плоскодоводочном станке // Межвузовский сб. научн. тр. №208. «Повышение качества деталей на основе совершенствования окончательных методов обработки». – Пермь, 1977. С. 62-67.

THE DEVICE FOR DETAIL AUTOROTATION ON MACHINE-TOOLS WITH RASTER KINEMATICS

© 2013 R.A. Muratov, K.R. Muratov, E.A. Gashev

Perm National Research Polytechnical University

For uniform wear of the tool modernization of the press device is executed. The device description is submitted, results of experimental studies at processing fragile materials are given.

Key words: raster kinematics, autorotation, deviation, planeness

Ravil Muratov, Engineer
Karim Muratov, Candidate of Technical Science,
Associate Professor. E-mail: Karimur_80@mail.ru
Evgeniy Gashev, Engineer