

Література

1. Антонов, А.В. Системный анализ [Текст] / А. В. Антонов. – М.: Высшая школа. – 2004. – 454 с.
2. Марченко, А.В. Аспекти комп'ютерного геометричного моделювання напрямних апаратів багатоступневих відцентрових насосів. Геометричне та комп'ютерне моделювання [Текст] / збірник наукових праць: редкол.: Ю.М. Тормосов (відпов.ред.) та ін.; Харк. держ.університет харчування та торгівлі. – Харків, 2010. – Вип.27. – 165 с.: іл., табл.
3. Малюшенко, В.В. Энергетические насосы: Справочное пособие [Текст] / В. В. Малюшенко, А.К. Михайлов. – М. Энергоиздат, 1981. – 200 с.
4. Михайлов, А. К. Лопастные насосы. Теория, расчет и конструирование [Текст] / А. К. Михайлов, В. В. Малюшенко. – М.: Машиностроение, 1977. – 228 с.
5. Лопастные насосы: Справочник [Текст] / В. А. Зимницкий, А. В. Каплун, А. Н. Папир, В. А. Умов // Под общ. ред. В. А. Зимницкий и В.А. Умова. – Л.: Машиностроение, Ленинградское отд., 1986. – 334 с.
6. Голованов, Н.Н. Геометрической моделирование [Текст] / Н. Н. Голованов. – М.: Издательство Физико-математической литературы. – 2002. – 472 с.
7. Chun Du. Constructive Geometric Modelling with Object-Oriented Methodology [Текст] / Chun Du, Manfred Rosendahl // In 4th Eurographics Workshop on Object Oriented Graphics, Sintra, Portugal, 9. – 11.5.94. – <http://userpages.uni-koblenz.de/~ros/portugal.htm>.
8. John Beltran. Parametric Drawings: Object Relationships with Geometric and Dimensional Constraints [Текст] / John Beltran. – http://aucache.autodesk.com/au2009/sessions/5041/AU09_SpeakerHandout_AU218-1.pdf.
9. Duncan Marsh. Applied Geometry for Computer Graphics and CAD [Текст] / Duncan Marsh // Springer-Verlag London Limited. – 2005. – с. 50.
10. Agoston, Max K. Computer Graphics and Geometric Modeling: Implementation and Algorithms [Текст] / Max K. Agoston // Springer-Verlag London Limited. – 2005. – с.920.

Проведено вибір найбільш вигідної схеми різання та методу орієнтації чашкового інструмента щодо оброблюваного вала. Розроблено конструкцію підшипникового вузла. Підшипниковий вузол дозволяє правильно встановити чашковий різець, надійно його закріпити і забезпечити стабільне обертання. Розроблена конструкція державки для установки і орієнтації підшипникового вузла. Підібрані деталі, що представляють собою нежорсткі вали. Запропоновано методику проведення експериментальних досліджень

Ключові слова: нежорсткий вал, схема різання, орієнтація чашкового різця, конструкція підшипникового вузла

Проведен выбор наиболее выгодной схемы резания и метода ориентации чашечного инструмента относительно обрабатываемого вала. Разработана конструкция подшипникового узла. Подшипниковый узел позволяет правильно установить чашечный резец, надежно его закрепить и обеспечить стабильное вращение. Разработанная конструкция державки для установки и ориентации подшипникового узла. Подобранные детали, представляющие собой нежесткие валы. Предложена методика проведения экспериментальных исследований

Ключевые слова: нежесткий вал, схема резания, ориентация чашечного резца, конструкция подшипникового узла

УДК 621.7.015

ОСОБЕННОСТИ ОБРАБОТКИ ЧАШЕЧНЫМИ РЕЗЦАМИ НЕЖЁСТКИХ ВАЛОВ

Л. Д. Мелконов

Кандидат технических наук, доцент
Кафедра «Процессы обработки
материалов, станки и инструменты»
Восточноукраинский национальный
университет им. В.Даля
кв. Молодежный 20а, г. Луганск,
Украина, 91034
E-mail: melkonov52@mail.ru

1. Введение

В конструкциях машин значительное места занимают валы, соотношение диаметра и длины которых соотносятся как $L/D > 10$. Эти валы именуется нежесткими. Это наименование в полной мере отражают их механические свойства, а именно: в процессе токарной

обработки валы не могут противостоять вибрациям, различного вида колебаний и прогибу от собственного веса.

Вследствие этого необходимо уделять внимание изучению точности обработки, качеству обработанной поверхности, сил и температуры возникающих в зоне резания.

Целью этой статьи является выбор наиболее оптимального метода ориентации чашечного резца и установление благоприятных схем резания в зависимости от возникающих в процессе обработки нежестких валов сил резания и шероховатости обработанной поверхности.

2. Анализ литературных источников

Улучшение технико-экономических показателей процесса обработки может быть достигнуто за счет замены трения скольжения на трение качения. Это приводит к созданию условий для значительного повышения стойкости инструмента и как следствие - повышение производительности процесса обработки.

Особенности преимущества от замены трения скольжения на трение качения между обрабатываемой заготовкой, стружкой и инструментом очевидны.

Для реализации принципа трения качения при обработке заготовок резания режущая кромка инструмента должна представлять из себя бесконечную кривую, т.е. окружность. Тогда вся конструкция инструмента должна иметь форму тела вращения.

Первое описание инструмента, отвечающего приведенному выше требованию относится к 1901 г. В Советском Союзе первыми инженерами-исследователями, которые занимались разработкой и конструированием инструментов с вращающейся режущей кромкой были А. М. Игнатьев, А. И. Каширин и Л. М. Ронин, Б. Ф. Петровский. Исследованию процесса обработки заготовок инструментом с вращающейся режущей кромкой посвятили свои работы акад. Е. Г. Коновалов, проф. В. Ф. Бобров, проф. В. Н. Подураев, И.С. Кушнер, В. А. Землянский, Ю. Ф. Гранин, А. В. Руднев и др. Работы вышеперечисленных ученых были направлены на определение основных закономерностей метода обработки заготовок инструментами с вращающейся режущей кромкой. Результатами выполненных исследований являлось то, что отмечалось значительное увеличение стойкости вращающегося инструмента в десятки и более раз по сравнению с традиционными инструментами.

Также наряду с повышением стойкости инструмента появилась возможность повысить скорость резания в 10 раз.

Повышение стойкости вращающегося инструмента связана с увеличением длины режущего лезвия. Вращение режущего лезвия способствует активному теплоотводу температуры с поверхности инструмента.

Отличительной особенностью процесса обработки заготовок инструментом с вращающейся режущей кромкой является замена в контактных зонах скольжения на качение.

Обработка заготовок инструментами с вращающейся режущей кромкой связана с радикальным изменением схемы резания и их взаимодействие.

В зависимости от установки вращающегося инструмента, относительно обрабатываемой различают две геометрические схемы резания.

Эти схемы отличаются друг от друга тем, что поверхность большого торца чашки в зависимости от установки противоположны. В случае установки инструмента когда большой торец выполняет роль пе-

редней поверхности – первая схема. При установке инструмента таким образом, что боковая поверхность чашечного инструмента является передней – вторая схема. Анализ литературных источников показал, что помимо схем резания существуют два метода ориентации чашечного резца относительно обрабатываемой заготовки: прямая и обратная. Для проведения дальнейших исследований, основываясь на литературных данных, принимаем - первую схему резания и прямую ориентацию чашечного резца.

3. Цель и задачи исследования

Целью этой статьи является выбор наиболее оптимального метода ориентации чашечного резца и установление благоприятных схем резания в зависимости от возникающих в процессе обработки нежестких валов сил резания и получаемой шероховатости обработанной поверхности.

4. Методика проведения экспериментов. Основное содержание работы

Существенное значение, для проведения экспериментальных исследований при точении нежестких валов круглыми самовращающимися резцами, имеет выбор схемы резания и метода ориентации инструмента относительно обрабатываемой заготовки. Из ранее изложенного известно, что существуют две схемы и два метода установки чашечного резца относительно обрабатываемой поверхности. Эти схемы отличаются друг от друга тем, что функции одной и той же поверхности чашки в зависимости от её установки – противоположны (рис. 1).

Первая схема установки чашечного резца, характеризуется тем, что больший торец выполняет функции передней поверхности (рис. 1а). Вторая схема установки чашечного резца обуславливается тем, что больший торец выполняет функции задней поверхности (рис. 1б).

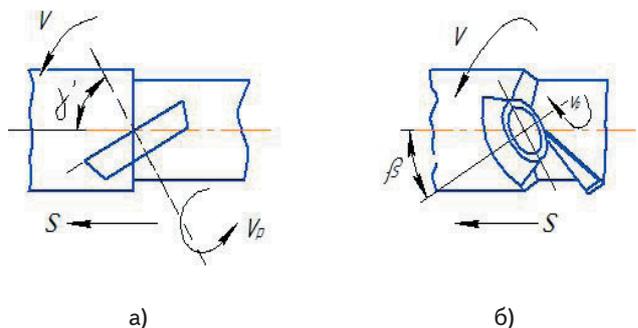


Рис. 1. Схема установки чашечного резца: а) первая схема установки; б) вторая схема установки

Помимо схем установки также существуют два метода ориентации чашечного резца относительно направления подачи.

Эти две разновидности установки оси чашечного резца различаются в следующем: если ось резца наклонена в сторону подачи – прямая, противоположном направлении – обратная. На начальном этапе экспериментальных исследований остановим наше внима-

ние на первой схеме установки чашечного резца и на прямом резании. Для проведения экспериментальных исследований необходимо задать параметры, которые будут определять процесс точения нежестких валов чашечными резцами. По известным определениям приведенных в литературных источниках [1] к нежестким валам следует относить валы, длина и диаметр которых находятся в соотношении $\frac{L}{D} \geq 10$. В настоящее время на предприятии ООО «НЭРТИС» Луганска ведётся производство винтовых насосов. Неотъемлемой частью этих насосов являются два вала: карданный вал и винт (рис. 2). Геометрические параметры этих деталей полностью отвечают определению нежестких валов. Поэтому остановим своё внимание на исследовании обработки этих деталей на токарном станке чашечными резцами.

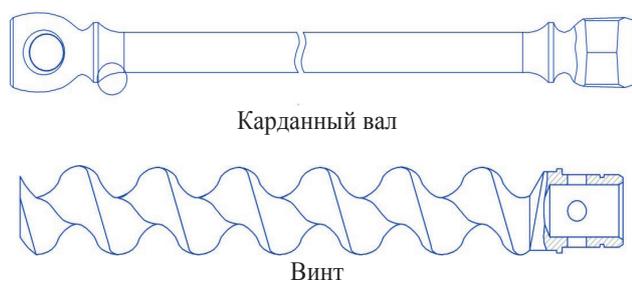


Рис. 2. Нежесткие валы

В качестве круглого чашечного резца используем твёрдосплавную круглую пластину диаметром 32 мм толщиной 10 мм с базовым отверстием диаметром 10 мм. Использовались твёрдосплавные пластины двух марок. Для чернового точения применялась марка 8К8, для чистовой обработки Т15К6. Для реализации принципа вращения чашечного резца был сконструирован и изготовлен специальный подшипниковый узел представленный на рис. 3.

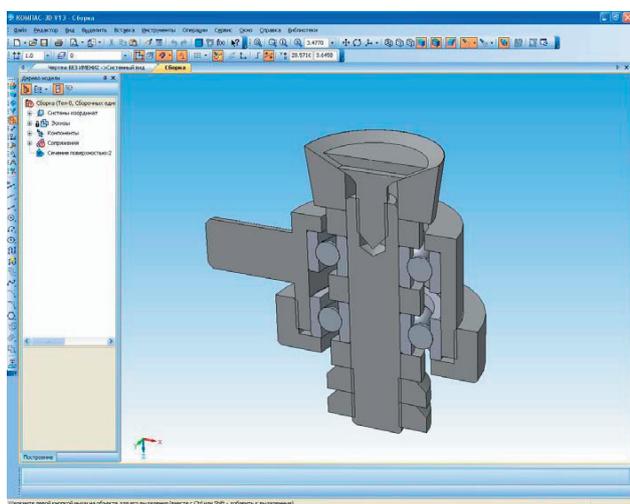


Рис. 3. Подшипниковый узел

Подшипниковый узел чашечного резца состоит из корпуса 1, оси 2, двух подшипников 3, упорной части 4, дистанционных колец 5, установочного пальца 6, стопорных гаек 7, чашечной пластины 8 и винта кре-

пления пластин 9. На ось 2 устанавливались 2 подшипника, расстояние между которыми выставлялось с помощью дистанционных колец 5. На верхнюю часть оси устанавливалась твёрдосплавная чашечная пластина и закреплялась с помощью винта. После этого подшипники, ось, чашечная пластина устанавливались в корпусе 1, и фиксировались упорной гайкой 4. Подшипниковый узел в сборе посредством установочного пальца базировался в теле державки.

Подшипниковый узел вращается в теле резцедержавки на установочном пальце, это позволяет устанавливать различные углы скрещивания осей чашечного резца и оси детали. Угол скрещивания осей чашечного резца и детали обозначим буквой γ . Значения угла скрещивания для проведения исследований установим следующими: 75, 70, 65, 60, 55, 50, 45. В зависимости от выбранных значений углов скрещивания осей инструмента и детали будут проведены экспериментальные исследования по определению и изучению технологических показателей деталей, сил резания, жёсткостных параметров. В зависимости от значения угла γ будем определять силы резания. В свою очередь со значениями сил резания неотъемлемо связана жёсткость деталей. Помимо угла γ , для проведения экспериментальных исследований нам необходимо установить режимы резания. Определить припуски на механическую обработку, разработать упрощённый технологический процесс, представить чертежи деталей. Рисунки деталей приведены на рис. 2. Самовращающийся чашечный резец используем на чистовой и черновой операциях обработки карданного вала и винта рис. 2.

Эти две детали изготавливаются из конструкционной стали СТ45. Режимы резания в обоих случаях идентичны, потому что они изготавливаются из одной марки стали и их геометрические размеры близки. Для проведения экспериментальных исследований были приняты следующие режимы резания: частота вращения заготовки – $N=500$ об/мин, подача $S=0,27$ мм/об, глубина резания $t=0,6$ мм. Припуск на чистовое точение – 1,5 мм на диаметр. Этот припуск будет удалён за 3 прохода.

5. Результаты проведенных исследований

Определение наиболее приемлемых значений угла скрещивания оси чашечного резца и оси детали определялись экспериментально. Критерием выбора оптимальной величины угла скрещивания являлись высота шероховатостей обработанной поверхности – минимальное значение и минимальная сила резания. Для замера высоты шероховатости обработанной поверхности чашечным резцом был использован профалогроф – профиметр.

В свою очередь, для замера сил резания использовался универсальный динамометр УДН-600. Метод измерения сил резания представлен на фотографии (рис. 4).

По полученным данным были построены графики зависимости высоты шероховатости обработанной поверхности от угла скрещивания осей инструмента и заготовки, а также сил резания. Получение результаты приведены на рис. 5 и рис. 6.

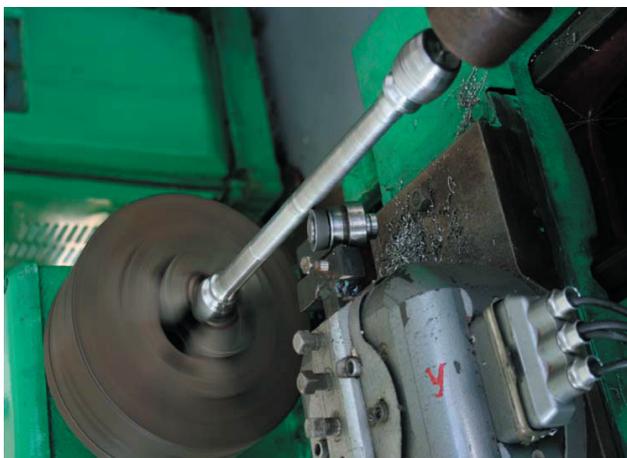


Рис. 4. Измерение сил резания

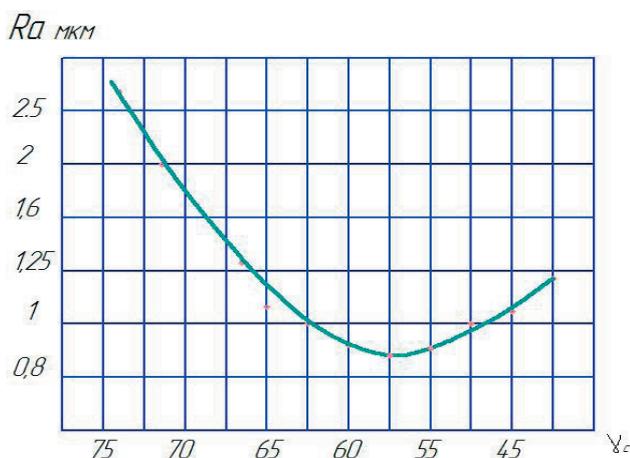


Рис. 5. Зависимость шероховатости R_a обработанной поверхности от угла скрещивания γ_c

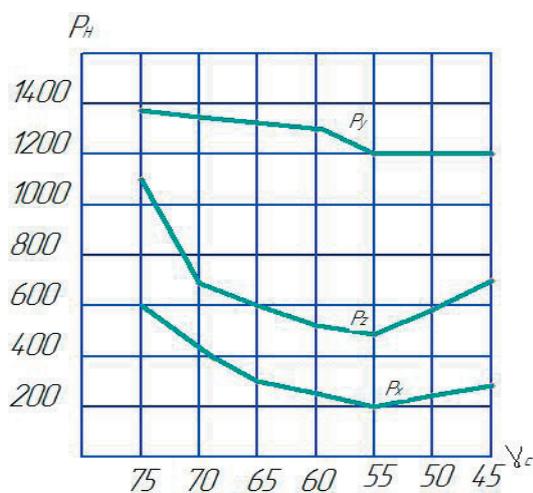


Рис. 6. Зависимость сил резания P_H от изменения угла скрещивания γ_c

6. Заключение

Результатом проведенных исследований явился выбор наиболее оптимальных схемы резания и метода

ориентации чашечного резца относительно обрабатываемого вала.

В зависимости от минимальных величин составляющих сил резания установлено оптимальное значение угла скрещивания осе обрабатываемого вала и инструмента.

Установлено, что при угле скрещивания осей равному $\gamma = 55^\circ-60^\circ$ будет минимальная величина составляющих сил резания $P_y' = 1200$ рн. $P = 500$ рн. $P_x = 200$ рн, высота шероховатости обработанной поверхности $R_a = 0,8-1$ мм.

Основываясь на полученных результатах можно сделать вывод: оптимальный угол скрещивания осей деталей и инструмента равен $\gamma = 55^\circ-60^\circ$.

Литература

1. Маталин, А. А. Технология машиностроения [Текст] / А. А. Маталин // Машиностроение- 1985. - С -549.
2. Егоров, М.Е. Технология машиностроения [Текст] / Дементьев В. И., В. Л. Дмитриев В. Л. // - Москва: Машиностроение, 1976. - 610с.
3. Мелконов, Л.Д. Принудительно вращающийся чашечный резец [Текст]/ Л. Д. Мелконов // Москва: Машиностроение. - №3.- 1980.- С. 19-23.
4. Мелконов Л.Д. Исследование влияния угла скрещивания и режимов резания на качество и точность обработанной поверхности чашечным принудительно вращающимся резцом [Текст]/ – В сб. Прогрессивные конструкции режущих инструментов и рациональные условия их эксплуатации.-М.: 1983-С. 34-38
5. Мелконов, Л.Д. Технологическое обеспечение качества и точности обработки валов принудительно вращающимися резцами [Текст]/ Л. Д. Мелконов // Дис... канд.техн. наук.- Москва, - 1985. -188с.
6. Amari, Salvatore. Considerazioni teoriche sull'utensile a tagliente rotante. [Текст] / Amari Salvatore. // "Machine", 22 № 3, 1967. pp. 243-246
7. Eskelin, A.F. Des plagues de carbure pouvant tourner. [Текст] / Eskelin A.F. // "La machine moderne", 61, №7-00, 1967. pp. 250-254.
8. Eskelin, A. F. Rotating Carbide Inserts Machine Titanium Faster. [Текст] / Eskelin A.F. // "Machineri" (New York), v. 73, № 4, 1966. pp. 249-253.
9. Ijer, N. Experiments with self-propoled rotary cutting tools. [Текст] / Ijer N., Koenigsberger F. // "Advances Mach. Tool Design and Res.1968, Part 2". Oxford et al., 1969. pp. 256- 259.
10. Susumi, Kasei. Research on turing with self-propoled rotary cutting tool. [Текст] / Susumi Kasei, Toshio Hara, Masahiro Masuda. // "J. Japan society precis. Engng.", v. 35, № 10, - 1969. - pp. 272-276.
11. Vaughn, R. L. Increased Machining Efficient through research and development. [Текст] / Vaughn R. L., Roderick R.L. // "Western Machynery and Steel World", v. 57, - №1, - 1967. - pp. 276-281.