

УДК 621.923

Ф.Н. Канареев, доцент, канд. техн. наук,

П.А. Новиков, канд. техн. наук

Севастопольский национальный технический университет,

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Украина, 99053

tm@sevntu.com.ua

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ НАРЕЗАНИЯ ВНУТРЕННИХ РЕЗЬБ МАЛЫХ ДИАМЕТРОВ (М2...М6) ДЛЯ ГИБКИХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ

В статье рассмотрены конструкции силовой головки с пневматическим приводом поступательного движения, используя которую можно компоновать станки для различных типов производств, и шпиндельных узлов. Разработанные конструкции позволяют повысить качество нарезаемых резьб и надежность процесса.

Ключевые слова: резьба, резание, точность, надежность, оборудование.

Получение внутренних резьб малых диаметров (ВРМД) наименее надёжная операция в технологических процессах изготовления деталей приборов, особенно при обработке деталей в условиях гибкого автоматизированного производства (ГАП), на станках автоматах и автоматических линиях, так как частый выход из строя резьбонарезных позиций приводит к большим потерям. Поэтому очень часто нарезание ВРМД выносятся в отдельные операции, достигая при этом повышение уровня надёжности, однако такое решение приводит к увеличению затрат на обработку деталей. Надёжность операций обработки ВРМД определяется двумя видами отказов:

- параметрические (недостаточная точность резьбового отверстия и шероховатость резьбовых поверхностей и другие отказы, приводящие к браку);
- функционирования (отказы, возникающие в основном вследствие "выкрашивания" зубьев метчика и поломок самого метчика).

Причинами возникновения параметрических отказов является ряд технологических факторов: погрешность приведённого среднего диаметра метчика, погрешность параметра винтового движения, погрешность взаимного расположения шпинделя станка и детали, способ нарезания резьбы и т.п.

Одним из решений позволяющих повысить надежность процесса является замена процесса резания на пластическое деформирование при формообразовании, т.е. широкое использование пластически деформирующих метчиков.

Основной причиной отказов функционирования являются несовершенство конструкций резьбонарезных станков и устройств, обеспечивающих реализацию "жесткого" цикла, и которые не учитывают динамику процесса формообразования, низкую крутильную жесткость метчиков [1, 3].

Процесс нарезания ВРМД вследствие импульсного ударного нагружения зубьев заборного участка рабочей части метчиков, связанного со входом в зону резания, является потенциально неустойчивым в своей основе. При нарезании резьб имеют место деформации кручения и колебания метчика, обусловленные неравномерностью крутящих моментов от сил сопротивления, которые вызывают изменение угловой скорости метчика, т.е. то ускорение, то замедление его. Так как метчик обладает упругостью, то в каждом сечении будет своя степень неравномерности. Последнее объясняется тем, что режущие зубья заборного участка поворачиваются на разные углы и, следовательно движутся с различными скоростями. Повышение надежности процесса формообразования возможно за счет разработки и использования устройств позволяющих демпфировать колебания инструмента.

Целью данной статьи является предложение конструкций технологического оборудования повышающих точность внутренних резьб малого диаметра и надежность операции резьбообработки.

В известных конструкциях станков в качестве привода применяются электродвигатели, а для реверсирования вращения инструмента используются различные конструкции реверсивных механизмов. При образовании резьб в глухих отверстиях основное значение имеет время и точность осуществления процесса реверсирования, которые определяются инерционностью вращающихся масс привода, зависят от большого количества факторов и имеют вероятностный характер. Количество оборотов шпинделя (инструмента) ограничено и определяется длиной обрабатываемого отверстия и шагом инструмента. Скорость образования внутренних резьб малых диаметров лежат в диапазоне 0,034-0,16 м/с, поэтому длительность процесса мала, а быстродействие процесса реверсирования должно быть очень высоким. Реверсивные электродвигатели недостаточно надежны из-за частых включений и больших пусковых токов в обмотках. Предохранительные устройства, для защиты инструмента от поломок применяемые для повышения надежности процесса, усложняют конструкцию и не всегда позволяют достичь ожидаемого эффекта, т.к. время нарезания мало, а быстродействие системы управления недостаточно.

Большое значение имеет возможность бесступенчатого регулирования и вращения. Существующие конструкции обеспечивают одну или несколько скоростей (ступенчатое регулирование).

На основании результатов проведенных исследований для достижения требуемой точности резьб и надежности их образования к резьбонарезному оборудованию должны предъявляться следующие требования:

- должна быть обеспечена жесткая кинематическая связь между вращением и осевым перемещением инструмента при использовании режущих метчиков;
- кинематическая цепь, реализующая эту связь, должна быть минимальна;
- источники движения должны сочетать приводные, реверсивные и предохранительные функции;
- регулирование скорости вращения шпинделя должно быть бесступенчатым в достаточном диапазоне.

В качестве привода разработанного оборудования выбраны пневмоцилиндры поступательного действия. На рисунке 1 показана кинематическая схема унифицированного приводного узла [2], который может быть использован в резьбонарезных станках различного назначения.

Поршень I пневмоцилиндра связан с планкой 2, в которой с возможностью вращения установлены зубчатые колеса 3 и 4, находящиеся в зацеплении между собой. Ступицы колес выполнены в виде гаек и взаимодействуют с расположенными в них ходовыми винтами 5 и 6, один из которых – 5 – закреплен на корпусе неподвижно, а другой – 6 – установлен с возможностью вращения. От винта 6 вращение посредством зубчатых колес 7, 8 и 9 передается на приводную втулку 10.

При перемещении поршня I с планкой 2 влево колесо 4 перемещается по винтовой линии неподвижного ходового винта 5, вращая колесо 3, а вместе с ним и ходовой винт 6. Кроме того, ходовой винт 6 получает вращение при поступательном перемещении колеса 3.

Количество оборотов на приводной втулке 10 определяется выражением

$$n_{10} = \frac{L_1}{P_{5,6}} \cdot \left(\frac{z_4}{z_5} + 1 \right) \cdot \frac{z_7 \cdot z_9}{z_8 \cdot z_{10}}$$

где L_1 – длина хода поршня I; $z_4, z_5, z_7, z_8, z_9, z_{10}$ – числа зубьев колес 4, 5, 7, 8, 9, 10; $P_{5,6}$ – шаг винтов 5, 6.

Крутящий момент M_{10} развиваемый на втулке 10 при воздействии на поршень I давления p' с учетом суммарного коэффициента полезного действия привода

$$M_{10} = 0,125 \cdot d_1^2 \cdot p' \cdot L_1 \cdot n_{10}^{-1} \cdot \eta_{\Sigma},$$

где d_1 – диаметр пневмоцилиндра; p' – давление рабочего тела в полости пневмоцилиндра; η_{Σ} – суммарный коэффициент потерь.

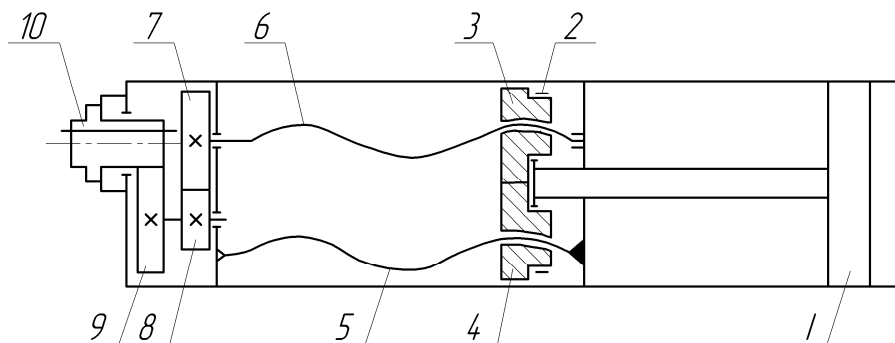


Рисунок 1 – Кинематическая схема и конструкция унифицированного приводного узла

Конструктивно приводной узел выполнен в виде соединенных последовательно функциональных блоков собственно привода (силового цилиндра), узла преобразования поступательного движения поршня во вращательное и двухступенчатого мультипликатора.

Большое влияние на качество обрабатываемых резьб оказывает привод осевого перемещения метчика.

При работе деформирующими метчиками, когда в жесткой кинематической связи между вращением и подачей инструмента нет необходимости, и возможно образование резьбы методом "самозатягивания", целесообразно использовать конструкцию шпиндельного узла, показанную на рисунке 2, а.

Шпиндельный узел состоит из корпуса I и помещенного в него стакана 2, которые вместе образуют силовой цилиндр, обеспечивающий подвод инструмента к обрабатываемой детали и его врезание. Ход цилиндра подвода ограничен и ненамного превышает длину заборного участка инструмента. Давление подводимого воздуха обеспечивает врезание заборного участка инструмента - метчика в обрабатываемое отверстие и регулируется в редукционной распределительной коробке. В стакане 2 на эластичных уплотнениях 3 и 4 устанавливается стакан 5, которые вместе образуют силовой цилиндр, обеспечивающий постоянное поджатие шпинделя 6 в исходное (правое) положение. Воздух в полость указанного цилиндра подается через два дросселирующих отверстия из полости цилиндра подвода. Длина хода цилиндра поджатая не меньше максимальной длины нарезания. Применение эластичных уплотнений 3 и 4 дает возможность шпинделю самоустанавливаться во время работы при несовпадении осей отверстия и инструмента. В описанном шпиндельном узле нет необходимости перенастройки шага нарезаемой резьбы.

При нарезании резьбы режущими метчиками для обеспечения точности резьбы (особенно малых диаметров) целесообразно использовать шпиндельный узел (рисунок 2, б), обеспечивающий жесткую кинематическую связь между вращением и перемещением. Шпиндельный узел также состоит из корпуса I с установленным на эластичных уплотнениях 2, 3 и 4 стаканом 5, вместе образующими и силовой цилиндр подвода и врезания инструмента. В стакане 5 расположен шпиндель 6 с копирной гайкой 7, которые заменяются вместе с инструментом при перестройке на нарезание резьбы другого шага.

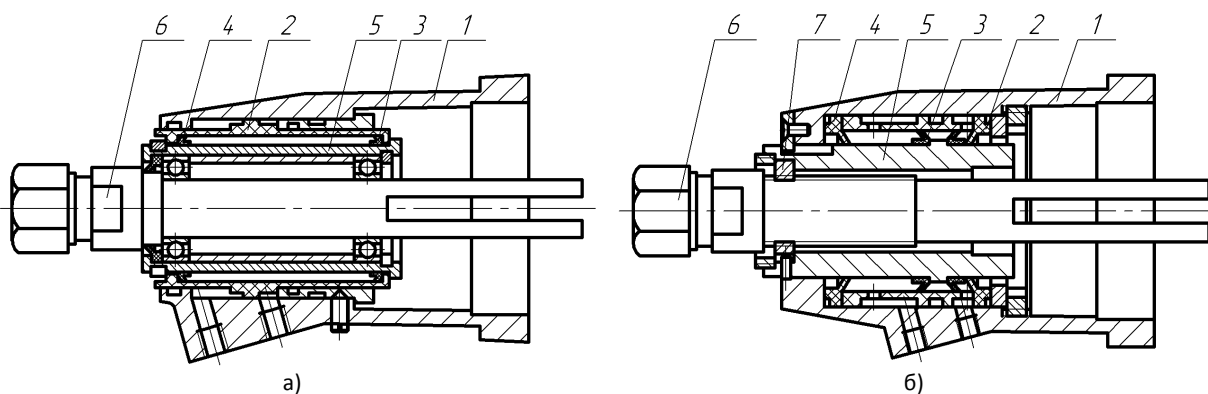


Рисунок 2 – Конструкции шпиндельных узлов
а) для работы методом самозатягивания; б) с принудительной подачей инструмента

На рисунке 3 показан общий вид резьбонарезной головки использование которой возможно в станках различного технологического назначения (универсальных, специальных, агрегатных и т.п.).

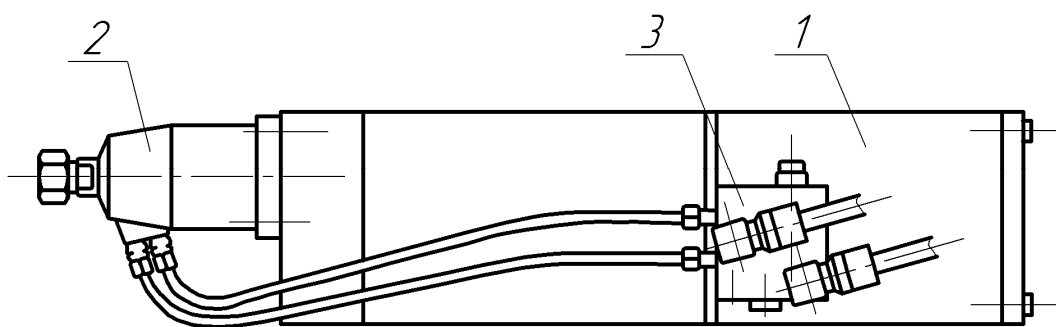


Рисунок 3 – Общий вид резьбонарезной головки

Для обеспечения максимального коэффициента полезного действия (к.п.д.) и наиболее благоприятных условий работы ходовых винтов они выполнены в виде шлицевых валов с прямобочным профилем шлицев ($\eta = 0,80 \dots 0,87$).

Крутящий момент на втулке 10, рассчитанный по формуле при давлении в сети 0,5 МПа, равен 2 – 2,3 Нм.

Количество оборотов шпинделя, а, соответственно, момент реверсирования регулируется установкой мерных колец в штоковой полости цилиндра.

Выводы. Предлагаемые решения позволяют повысить надежность процесса образования и точность получаемых внутренних резьб малых диаметров.

Библиографический список использованной литературы

1. Канареев Ф.Н. Механизм образования погрешностей внутренних резьб малых диаметров (М2...М6) за счет деформации кручения метчиков / Ф.Н. Канареев, Т.В. Резинкина // Технология машиностроения: проблемы и перспективы. — Севастополь: СевГТУ, 2003. — 156 с.
2. Канареев Ф.Н. Технологическое обеспечение качества внутренних резьб малых диаметров: дис. ... канд. техн. наук / Ф.Н. Канареев. — Севастополь: СПИ, 1987. — 135с.
3. Канареев Ф.Н. Исследование динамики процесса нарезания внутренних резьб малых диаметров (М2...М6) в деталях приборов / Ф.Н. Канареев, П.А. Новиков // Прогрессивные направления развития машино-приборостроительных отраслей и транспорта. — Севастополь: СевНТУ, 2003. — 134 с.

Поступила в редакцию 19.03.2013 г.

Канареев Ф.М., Новиков П.А. Обладнання для нарізання внутрішньої різьби малих діаметрів (М2 ... М6) для гнучких виробничих систем

У статті розглянуті конструкції силової головки з пневматичним приводом поступального руху, використовуючи яку можна компонувати верстати для різних типів виробництв, і шпиндельних вузлів. Розроблені конструкції дозволяють підвищити якість нарізають різьблень і надійність процесу.

Ключові слова: різьба, різання, точність, надійність, обладнання.

Kanareev F.N., Novikov P.A. The equipment for cutting of internal threads of small diameters (M2 ... M6) for flexible industrial systems

Designs of the power head with a pneumatic drive of progressive movement using of which enables to combine lathes for various branches of industries and spindle units are considered in this article. The developed designs allow to raise cutting quality of threads and reliability of process.

Keywords: thread, cutting, accuracy, reliability, the equipment.