

Защита от окисления металла упрочняемой детали обеспечивается постановкой в плазмотроне дополнительного керамического сопла 4 с внутренним диаметром 18 мм, а между соплами 2 и 4 подается защитный газ азот с расходом 1.2...4.0 л/мин. Кроме того, за счет высокой скорости течения плазмы в дуге происходит эжекция азота в зону анодного пятна, что предположительно может привести к плазменному азотированию поверхностного слоя детали, что подтверждается исследованиями физических свойств этого слоя.

Выпрямитель 2 включен между катодом 1 и упрочняемой деталью 6. Для поджига основной дуги использован высокочастотный генератор 3 малой мощности, включенный между катодом и соплом 2 плазмотрона. После поджига дежурной дуги по ее проводящему каналу загорается основная дуга между катодом и деталью-анодом. Перед включением плазмотрона в зону катода для его защиты подается аргон с расходом 1.2...4.1 л/мин, а для защиты детали в зоне анодного пятна от окисления через дополнительное сопло 4 – азот с расходом 0.8...2.4 л/мин.

При закалке использовались аргон и азот высокой чистоты из баллонов. Измерение расходов газов производится при помощи ротаметров типа РМ-0,025 и РМ-0,63.

Проведенные эксперименты показали, что подача азота позволяет увеличить напряжение дуги и, соответственно, мощность плазмотрона почти в 2 раза и достичь плотности теплового потока в анодном пятне вплоть до  $6 \times 10^7$  Вт/м<sup>2</sup> при диаметре пятна 2.0...2.4 мм.

Использование модернизированного плазмотрона позволяет повысить твердость и износостойкость сталей за счет воздействия плазменной струи в защитной среде аргона.

#### Список цитированных источников

1. Райцес, В.Б. Термическая обработка. – М.: Машиностроение, 1980. – 247 с.
2. Спиридонов, Н.В. Плазменные и лазерные методы упрочнения деталей машин / Н.В. Спиридонов, О.С. Кобяков, И.Л. Куприянов. – Мн.: Высшая школа, 1988. – 155 с.
3. Лещинский, Л.К. Плазменное поверхностное упрочнение / Л.К. Лещинский, С.С. Самотугин, И.И. Пирч, В.И. Комаров. – Киев: Техника, 1990. – 109 с.
4. Коротеев, А.С. Плазмотроны: конструкции, характеристики, расчет / А.С. Коротеев, В.М. Миронов, Ю.С. Свирчук. – М.: Машиностроение, 1993. – 296 с.

УДК 621.9.06

*Кардаш Н.Н.*

*Научный руководитель: к.т.н., доцент Горбунов В.П.*

## АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ СИЛОВЫХ ФАКТОРОВ НА ТОЧНОСТЬ КООРДИНАТНЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ ПРИВОДА СТАНКА

### Введение

В настоящее время одной из основных тенденций развития в технологии механической обработки является повышение точности изготавливаемых деталей: точность ее размеров, формы, взаимного расположения и шероховатости поверхности. Ужесточение точности изготавливаемых деталей влечет за собой повышение требований к точности станка: геометрической точности, кинематической точности, точности позиционирования и жесткости.

В автоматизированном производстве наибольшее значение имеет использование станков с ЧПУ, где точность обработки должна обеспечиваться автоматически за счет точного перемещения рабочих органов станка, использования систем автоматического управления и других факторов. Особенностью станков с ЧПУ является применение передачи винт-гайка качения в качестве тягового устройства рабочих органов станка.

Во время обработки, под воздействием сил резания, происходит деформация элементов привода подачи станка, что приводит к нарушению первоначального положения режущего инструмента и в следствие к снижению точности обработки. В связи с этим необходимо выявить насколько значительны эти деформации.

#### Основная часть

Анализ литературных источников [1, 2] показал, что на привод подачи действуют следующие силы:

- силы резания, со стороны перемещаемого узла;
- силы трения в подшипниках опоры;
- силы трения шариков внутри ШВП;
- силы, возникающие в результате погрешности изготовления;
- сила, действующая на резьбовую поверхность винта, которая образуется от натяга подшипников в опоре;
- сила, от натяга внутри ШВП.

На практике при расчете деформаций невозможно учесть влияние всех сил, действующих на привод. Это обусловлено сложностью нахождения направления и величин этих сил. Поэтому производится компьютерное моделирование деформаций винта под действием изменяющихся нагрузок. В качестве силовых факторов для моделирования, нами были выбраны силы:

- составляющая силы резания  $P_x$ ;
- сила натяга внутри ШВП;
- сила от натяга подшипника.

Для моделирования влияния силовых воздействий, необходимо принять определенные допущения:

- пренебрегаем силами трения в узлах подшипника и внутри и ШВП;
- в расчете не будем учитывать силы, возникающие в результате погрешности изготовления;
- считаем, что сила от натяга подшипника действует вдоль оси винта и равномерно распределена по виткам резьбы;
- из сил резания действует только одна составляющая  $P_x$ ;
- считаем, что внутри ШВП составляющая силы резания действует на 3 витка, равномерно распределяясь по ним;
- сила, действующая на виток, распределяется на весь оборот витка;
- сила натяга внутри ШВП действует на 6 витков, равномерно распределена по виткам, направлена в осевом направлении винта и действует в разные стороны, по 3 витка в каждую сторону;
- будем учитывать деформации только винта ШВП, деформациями остальных элементов привода пренебрегаем.

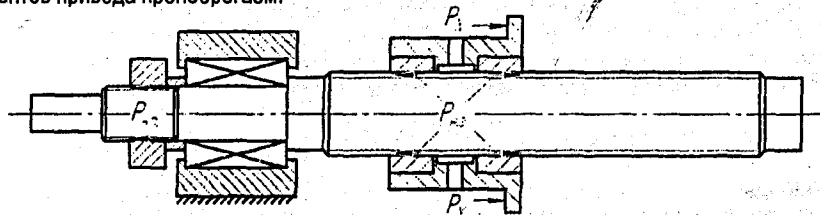


Рисунок 1 – Схема приложения нагрузок:  $P_x$  – составляющая силы резания,  $P_{н.г.}$  – силы от натяга внутри гайки,  $P_{н.п.}$  – силы от натяга подшипника

В приложении «КОМПАС 313 У13» была построена математическая модель, с учетом принятых ранее допущений.

Перемещение гайки было имитировано поэтапным перемещением нагрузок вдоль оси винта с шагов 5 мм. Таким образом, мы получили ряд значений соответствующих величине удлинения винта под действием нагрузок на всей рабочей длине винта.

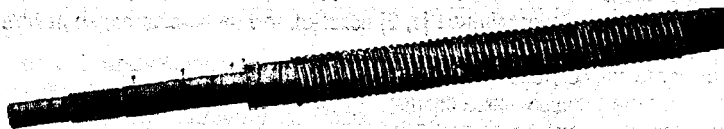


Рисунок 2 – Математическая модель ШВП

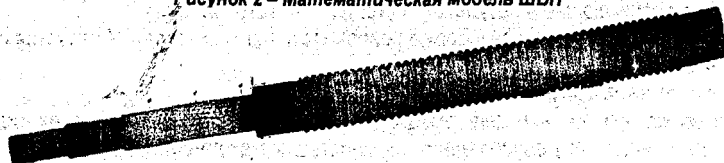


Рисунок 3 – Суммарное линейное перемещение

По результатам моделирования был построен график влияния перемещения гайки на удлинение винта (см. рисунок 4).

Проанализировав график, можно прийти к выводу, что величина деформации в зависимости от перемещения гайки, подчиняются линейному закону. Зная уравнение компенсирующей прямой, можно компенсировать данную погрешность. Уравнение компенсирующей прямой имеет следующий вид:

$$e_c = a l + c, \quad (1)$$

где  $e_c$  – накопленное отклонение шага винта под действием сил резания,  $a$  – коэффициент наклона прямой,  $c$  – постоянная составляющая погрешности,  $l$  – величина перемещения.

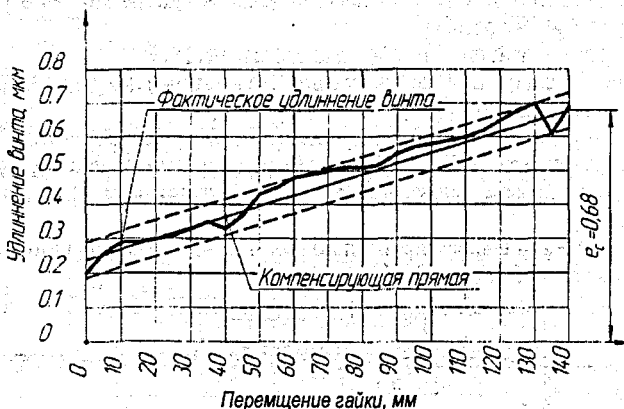


Рисунок 4 – Зависимость удлинения винта от перемещения гайки

### Выводы

1. Выявлены основные силы, влияющие на точность координатных перемещений привода станка.

2. На стадии проектирования технологического оборудования рекомендуется проводить моделирование влияния силовых воздействий на привод подач с целью оптимизации его конструкции.

3. В период эксплуатации возможна коррекция деформаций привода подач по компенсирующей прямой (постоянной составляющей погрешности), получаемой от изготовителя для данного оборудования.

#### Список цитированных источников

1. Проектирование металлорежущих станков и станочных систем: справочник-учебник: в 3-х т. / А.С. Проников [и др.]; под общ. ред. А.С. Проникова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана: Машиностроение, 1994. – Т.2: Расчет и конструирование узлов и элементов станков. – С. 372.

2. Кочергин, Ю.А. Конструирование и расчет металлорежущих станков и станочных комплексов: курсовое проектирование; учеб. пособие для вузов / А.И. Кочергин. – Мн.: Выш. шк., 1991. – С. 382.

УДК 621.9.06

Кардаш Н.Н.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Горбунов В.П.

### ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СОСТАВЛЯЮЩИХ ПОГРЕШНОСТЕЙ ПЕРЕДАЧИ «ВИНТ-ГАЙКА» КАЧЕНИЯ НА ТОЧНОСТЬ КООРДИНАТНЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ ЗАТОЧНОГО СТАНКА МОДЕЛИ ВЗ-632Ф2

#### Введение

Заточной станок модели ВЗ-632Ф2 предназначен для заточки прямозубых долбяков, которые являются зуборезным инструментом и требуют высокой точности при изготовлении деталей. Высокие требования к долбяку накладывают высокие требования к точности оборудования, на котором деталь обрабатывается и затачивается. Причем при затачивании долбяка необходимо обеспечивать высокую точность координатных перемещений шлифовальной бабки.

#### Основная часть

Точность координатных перемещений на станках с ЧПУ характеризуется точностью позиционирования  $\Delta_{\text{поз}}$ , под которой понимают отклонение действительного положения рабочего органа станка  $X_i$  от запрограммированного  $X_{\text{прог}}$  при его многократном двустороннем позиционировании в различных точках по пути его перемещения по одной из координатных осей [1]. Точность позиционирования формируется всем комплексом станка с ЧПУ (его механической частью и системой управления) и зависит от многих факторов: погрешности блоков и элементов устройства ЧПУ, погрешности привода подач, геометрических погрешностей станка, погрешностей измерительных преобразований и др.

В большей степени оказывают влияние погрешности привода подач, которые формируются двигателем, передаточным механизмом, тяговым устройством.

Тяговым устройством заточного станка модели ВЗ-632Ф2 является передача «винт-гайка качения».

На точность координатных перемещений исполнительных механизмов влияют следующие характеристики тягового устройства:

1. Точность изготовления составляющих передачи «винт-гайка качения».
2. Точность установки.
3. Жесткость конструкции.

Суммарная погрешность передачи «винт-гайка качения»  $\Delta_{\text{тп}}$  представляет собой в общем виде функцию от всех перечисленных параметров и может быть записана следующим образом: