

**РАСЧЕТ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СУППОРТА
ТОКАРНОГО СТАНКА ПРИ ИСКУССТВЕННОМ
МОДЕЛИРОВАНИИ ПОДВИЖНОГО СТЫКА
CALCULATION OF DYNAMIC CHARACTERISTICS OF A SUPPORT
OF THE LATHE AT ARTIFICIAL MODELING OF A MOBILE JOINT**

В.И. Жиганов, Р.Ш. Халимов

V.I. Zhiganov, R.Sh. Khalimov

ФГОУ ВПО «Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия»
Ulyanovsk state academy of Agriculture

The artificial model of a mobile joint in the form of a thin layer of a material of cellular structure for calculation of dynamic characteristics of a support of the precision lathe is offered. New integrated dependences are received at a sliding friction with greasing for which are provided technological Pockets on directing, in the form of corresponding settlement AphFCh dynamic system of the machine tool. Results should be considered at new designing of machine tools and working out of manufacturing techniques of exact details.

При проектировании, изготовлении и эксплуатации станков все чаще возникает необходимость решения задач, связанных с динамикой явлений. В первую очередь это относится к обеспечению условий устойчивого движения инструмента и заготовки, т. е. отсутствию так называемых вибраций, «подрывания», «заклинивания» или скачкообразного перемещения узлов станка. Главным же является обеспечение условий, необходимых для получения детали с минимальными погрешностями размеров и формы, т. е. отсутствия отклонений от заданных устойчивых положений инструмента и заготовки. Повышение динамической устойчивости узлов трения, в частности суппорта токарного станка, увеличит точность и качество изготовления деталей, а также повысит долговечность системы станка.

Для повышения динамической устойчивости при перемещении подвижных узлов трения металлорежущего станка одной из важнейших задач является уменьшение автоколебаний, вызванных силами полужидкостного трения (фрикционные колебания) в направляющих скольжения. Одним из решений данной задачи является создание методов получения упроченной поверхности направляющих с направленным регулярным микрорельефом (PMP) деталей трибосопряжений, которые обеспечивали бы точность и качественные параметры рабочих поверхностей, наиболее соответствующие эксплуатационным и повышающие точность и качество обработки на станке [1].

Огромными возможностями для улучшения эксплуатационных свойств деталей машин обладает электрохимическая обработка (ЭМО), основанная на механическом воздействии инструмента на заготовку, сопровождающаяся локальным нагревом поверхности металла электрическим током. В результате термомеханических процессов происходит упрочнение поверхности обрабатываемой заготовки. В тоже время вопросы применения ЭМО для получения направленного PMP поверхностей направляющих металлорежущего станка с получением масля-

ных карманов для удержания смазки не затрагивались.

Авторами статьи получен патент на изобретение «Способ упрочнения поверхности деталей» [2]. Особенность исполнения предлагаемого способа заключается в достижении, с помощью процесса ЭМО вращающимся роликом [3] или лазерного луча, оптимально – упорядоченной направленной микроструктуры поверхностного слоя на изделии. Для этого необходимо обеспечить специальную траекторию относительного движения инструмента и вращающейся детали (по дорожке зоны контакта), отличную от винтовой линии с постоянным шагом, в автоматическом режиме. Предложенные технические решения обработки поверхностей дополняет классификацию РМР, представленную в ГОСТ 24773 – 81, разработанную под руководством Шнейдера Ю.Г [9].

Для уменьшения затрат на разработку конструкции и технологии, на корректировку технической документации и для сокращения сроков внедрения проектируемых машин, необходимо спрогнозировать последствия проектного решения на ранней стадии его принятия математическим моделированием, в связи с чем необходимо создать динамическую модель процесса перемещения подвижных узлов металлорежущего станка [10].

Для расчета динамических характеристик трения подвижного узла по направляющим мы использовали и брали за основу модель трения с двумя степенями свободы [4], предложенную Кудиновым В.А., с уточнениями Санкина Ю.Н. в части интегрального характера образования масляного клина. На рисунке 1 изображена такая схема перемещения суппорта по направляющим скольжения, состоящая из задающего звена, движущегося равномерно с заданной скоростью V_s , и тела (суппорта) массой m , скользящего по плоским направляющим в условиях жидкостной смазки. Задающее звено связано с массой перемещаемого узла через пружину жесткостью C .

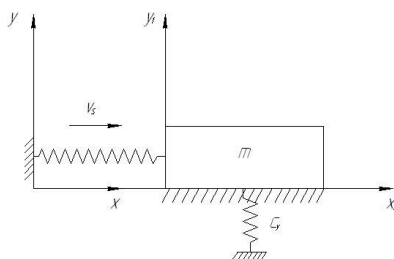


Рис. 1. Схема перемещения суппорта по направляющим: m – масса суппорта; c_y – контактная жесткость стька «направляющие – суппорт»; v_s – скорость движения суппорта.

После уточнения динамических характеристик, необходимо определить передаточную функцию подвижного стька «направляющие – суппорт», с целью определить АФЧХ системы станка, как показатель устойчивости данной системы. Определение передаточной функции подвижного узла дано в работах [5, 6, 7]. Данное определение базируется на теории Санкина Ю.Н., использующего метод перемещений. Передаточная функция по Санкину Ю.Н. после учета начальных условий, всех преобразований и замены переменных:

$$W_{III}^0 = \frac{k}{T_2^2 \cdot p^2 + T_1^2 \cdot p + 1}, \quad (1)$$

где k - коэффициент усиления; T_2 T_1 - постоянные времени передаточной функции суппортного узла

$$k = \frac{1}{c - \frac{b + b_s}{b_1}}; T_2 = \frac{1}{\omega_1}; T_1 = \frac{b_s}{c - \frac{b + b_s}{b_1}}, \quad (2)$$

где $b_s = b_r + b_s - \frac{(b + b_s)}{b_1^2 \cdot \omega_1^2 + 1}$ - коэффициент демпфирования; b - угловой

коэффициент наклона статической характеристики трения; $b_s = \frac{\mu \cdot S}{h + y_0}$ - коэффициент жидкостного трения (вязкого сопротивления);

$$b_1 = \frac{h}{c_y}$$

- постоянная времени вспытия; b_r - коэффициент рассеяния энергии в цепи привода; ω_1 - частота.

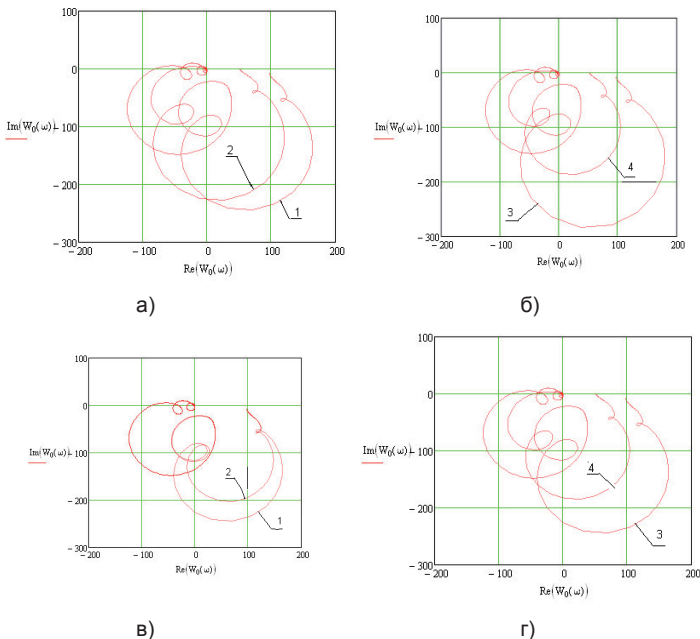


Рис. 2. АФЧХ динамической податливости станка УТ-16 при различных вариантах исполнения стыка “направляющие-каретка” полученная в Mathcad: а), б) – смазка с абразивом; в), г) – чистая смазка; 1 СЧ20 (ЭМО) – СЧ20; 2 СЧ20 (ЭМО+карманы) – СЧ20; 3 СЧ20(ЭМО) – Ф4К15М5; 4 СЧ20(ЭМО+карманы) – Ф4К15М5

С целью подготовки достоверных данных для уточнения динамических характеристик подвижного узла были проведены триботехнические исследования [8], по результатам которых были получены интегральные характеристики, описанные выше.

Для расчета динамических характеристик в условиях трения скольжения и получения АФЧХ авторы осуществили искусственное моделирование подвижного стыка в виде тонкого слоя материала сотовой структуры, используя программу, написанную под руководством Санкина Ю.Н. в системе Mathcad. Расчет проводился для следующих комбинаций подвижного стыка «направляющие – суппорт»: СЧ20 (ЭМО) – СЧ20; СЧ20 (ЭМО+карманы для смазки) – СЧ20; СЧ20(ЭМО) – Ф4К15М5; СЧ20(ЭМО+карманы для смазки) – Ф4К15М5 при чистой смазке и смазке с абразивом. Сравнительные варианты АФЧХ передаточной функции эквивалентной упругой системы представлены на рисунке 2.

Как показывают сравнительные графики, АФЧХ передаточной функции эквивалентной упругой системы для заготовки диаметром 80 мм, при использовании в приводе подач направляющих скольжения из полимерного материала Ф4К15М5 снижение максимальных амплитудных значений АФЧХ, по сравнению с чугунными направляющими, составляет примерно 24%. Наличие карманов на направляющих дает уменьшение около 41% в абразивной среде. В чистой смазке уменьшение амплитудных значений АФЧХ для направляющих скольжения из полимерного материала Ф4К15М5 составляет 19% по сравнению с чугунными направляющими. А наличие специальных карманов на направляющих уменьшает амплитудные значения АФЧХ на 28%.

Выводы: Для расчета динамических характеристик перемещения суппорта по направляющим скольжения токарного станка по методике профессора Санкина Ю.Н. авторами предложена искусственная модель подвижного стыка в виде тонкого слоя материала, что позволяет учитывать интегральные зависимости при трении со смазкой. Расчеты проводились в программе, разработанной под руководством Санкина Ю.Н. для Mathcad. В расчете использовались уточненные характеристики, полученные после проведения триботехнических исследований. Расчет проводился для нескольких предлагаемых вариантов исполнения подвижного стыка при различных режимах трения. В результате расчета получены АФЧХ системы станка, анализ которых показал влияние каждого варианта исполнения стыка в процентном соотношении, что необходимо учитывать при проектировании прецизионных токарных станков и разработке технологии изготовления особо точных деталей.

Литература:

1. Жиганов В.И. Новые методы получения направленного регулярного микрорельефа поверхностей трения / В.И. Жиганов, Р.Ш. Халимов // Материалы 10-й международной научно – практической конференции «Технологии ремонта, восстановления и упрочнения деталей машин, механизмов, оборудования, инструмента и технологической оснастки». – Санкт – Петербург: СПбГУ (НПФ “Плазма-центр”), 2008. – С. 159 – 164.

2. Патент 2385212 РФ, МПК В24В Способ упрочнения поверхности деталей / В.И. Жиганов, Р.Ш. Халимов, Н.А. Смирнова; Заявл. 11.02.2008; Опубл. 27.03.2010.
3. Патент 2271919 РФ, МПК В24В 39/00. Инструмент для электромеханической обработки поверхности деталей / В.И. Жиганов; Заявл. 20.04.2004; Опубл. 20.03.2006.
4. Кудинов В.А. Динамика станков. – М.: Машиностроение, 1967. – 360 с.
5. Санкин Ю.Н. Динамические характеристики вязко-упругих систем с распределенными параметрами / Ю.Н. Санкин. – Изд-во Саратовского ун-та, 1977. – 312 с.
6. Санкин Ю.Н. Устойчивость токарных станков при резании / Ю.Н. Санкин, В.И. Жиганов, Н.Ю. Санкин // СТИН. – 1997. - № 7. - С. 20 – 23.
7. Санкин Ю.Н. Влияние трения в направляющих скольжения на виброустойчивость прецизионного токарного станка при резании с учетом динамических характеристик заготовки / Ю.Н. Санкин, В.И. Жиганов, С.Л. Пирожков // СТИН. – 2009. - №7. – С. 2 – 6.
8. Жиганов В.И. Исследование трения и разработка методов электромеханической обработки поверхностей направляющих скольжения металлорежущих станков / В.И. Жиганов, Р.Ш. Халимов // СТИН. – 2009. - №4. - С. 2 – 5.
9. ГОСТ 24773-81. Поверхности с регулярным микрорельефом. М.: Издательство стандартов, 1982. – 8 с.
10. Жиганов В.И. Моделирование стыка пары трения “ползун - направляющие” и факторы определяющие точность расчета / В.И. Жиганов, Р.Ш. Халимов // Материалы всероссийской научно – практической конференции «Актуальные проблемы агропромышленного комплекса». – Ульяновск: УГСХА, 2008. – С.

АЛЬТЕРНАТИВНОЕ ТОПЛИВО ALTERNATIVE FUEL

Е.С. Цилибин, Ю.С. Тарасов, В.А. Голубев
E.S. Tsilibin, Yu.S. Tarasov, V.A. Golubev
Ульяновская ГСХА
Ulyanovsk State Akademy of Agriculture

In article there is a narration about versions of alternative fuel, its properties and ways of reception.

Появление в конце 19-го века двигателя внутреннего сгорания дало старт серийному производству автомобилей в начале 20-го века. Сегодня, когда число автомобилей на дорогах, и объемы потребления топлива, и цены на топливо резко возросли, актуализировался вопрос о том, на каком топливе дешевле ездить. Нефть и бензин дорожают. Газ, используемый в качестве топлива, является побочным продуктом переработки нефти и тоже растет в цене. Развитый мир принял