

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ ДИНАМИЧЕСКОЙ РАЗГРУЗКИ ШПИНДЕЛЬНОГО УЗЛА ОДНОСТОЕЧНОГО КООРДИНАТНО-РАСТОЧНОГО СТАНКА

В настоящее время в России возрос спрос на продукцию станкоинструментальной промышленности [1] и в частности станков рост производства которых составил 14%. Однако еще не сформулированы экономические условия для решения наукоемких задач в станкостроении и рассчитанных на перспективу. У покупателей станков на внутреннем рынке отсутствуют средства для инвестиции в станкостроение. Однако актуальность решения проблем станкостроения активизировало научную деятельность в этой сфере в направлении реновации станков на базе ранее выпущенных и не утративших морального износа. Современная реновация это не только восстановление геометрии и замены электроавтоматики и электроприводов совместно с измерительными системами, но главным образом разработки и внедрения новых алгоритмов управления для систем с ЧПУ и мероприятий расширяющих функциональное назначение станка существенно повышающих точность и производительность.

Одним из направлений решения такой задачи является создание многооперационных станков, которые наряду с лезвийной обработкой способны выполнять операции тонкого шлифования (внутреннего и наружного), что расширяет технические возможности станка при обработке детали с одной установки и способствует повышению точности до (3 ± 5) мкм и производительности станка.

В работе рассматривается разработка такого станка на базе одностоечного координатно-расточного станка модели 24К40СФ4 с бесшпиндельным шпинделем. Станок позволяет выполнять традиционные операции лезвийным инструментом, а также прецизионное шлифование ходом шпиндельной бабки в вертикальном направлении.

В настоящее время компенсации статических нагрузок на несущую систему данного станка со стороны ШБ (шпиндельной бабки) при её движении на роликовых направляющих выполняется путем практически полной разгрузки противовесом. Перемещение ШБ по вертикальным направляющим осуществляется системой автоматизированного электропривода с обратной связью по положению и скорости. Для реализации дополнительной технологической операции – тонкого шлифования необходимо осуществить осцилляцию шпиндельного узла с частотой 3-5 Гц. В этой связи при работе противовеса возникают динамические нагрузки на конструкцию станка, что ведет к снижению долговечности станка по точностным показателям. Характер нагрузок выявлен при идентификации процесса осцилляции ШБ. Установлено, что для обеспечения упомянутой частоты необходимо создать автоматическую систему, которая обеспечивала бы разгрузку ШБ в динамическом режиме. Отмеченные факты требуют нового решения в разгрузке ШБ путем разработки электромеханической следящей САУ (системы автоматического управления) разгрузки, работающей синхронно с САУ подачи ШБ. Конструкция системы разгрузки включает (Рис.1) электропривод 1 с шарико-винтовой парой 2 и связанной со ШБ 4 тросовым соединением 3. Электропривод 6 и шарико-винтовая пара перемещения шпиндельного узла 7. Обратная связь по положению реализуется датчиком линейных перемещений 5. Системы связаны друг с другом механически.

Структурная схема разработанного электропривода представлена на рис.2.

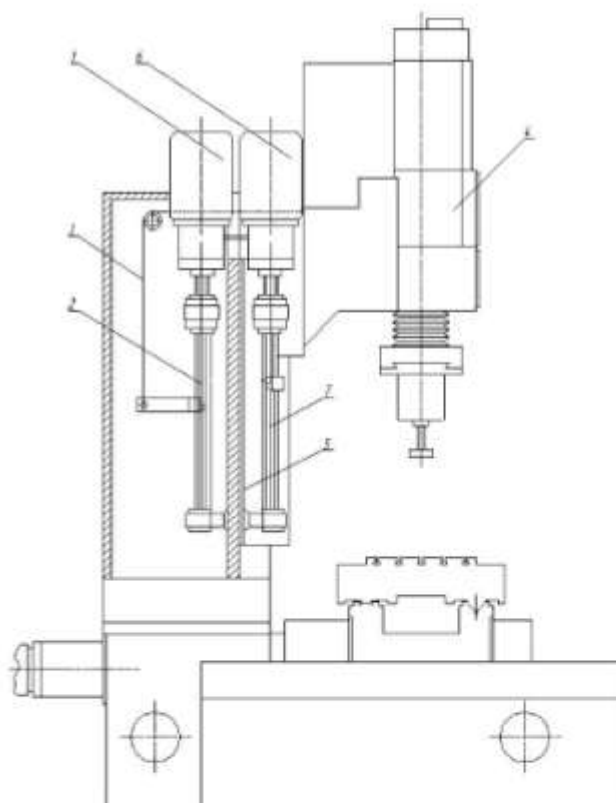


Рис. 1. Конструкция станка оснащенного динамической разгрузкой шпиндельного узла.

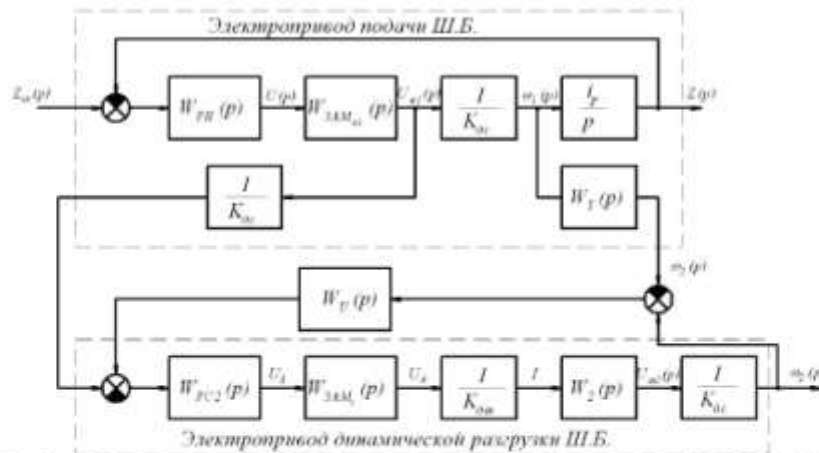


Рис.2. Структурная схема электропривода осцилляции шпиндельного узла (ШБ).

На рисунке обозначено $W_{РП}(p)$, $W_{ЗАМ\omega_1}(p)$ - передаточные функции регуляторов положения, скорости включающего и регулятор тока системы управления электроприводом подачи шпиндельного узла на вертикальных роликовых направляющих. $K_{об}(p)$, i_p - коэффициент передачи датчика скорости и редуктора в виде шариковинтовой пары. $W_{РС2}(p)$, $W_{ЗАМ\omega_2}(p)$ - регуляторы скорости, тока контура электропривода динамической разгрузки ШБ, $K_{эл}$ - коэффициент передачи датчика тока, $W_2(p)$ -передаточная функция связи тока двигателя с напряжением ему пропорциональному. $W_У(p)$ - передаточная функция выравнивания масштабов скорости подачи ШБ и динамической разгрузки ω_2 и ω_1 , $W_Г(p)$ - передаточная функция инвариантной связи, обеспечивающая требуемую точность в воспроизведение $Z_{зд}(p)$, за счет синхронизации частот вращения привода ШБ и динамической разгрузки.

На рис 3 показан график рассогласования между ω_2 и ω_1 при частоте задания осцилляции $Z_{зд}(p)=1 \cdot \sin \omega t$ при $\omega=3,14 \text{ c}^{-1}$ ($f=1\text{Гц}$), откуда следует что динамическая ошибка снизилась до $0,01\text{c}^{-1}=(0,57^\circ)$, что привело к снижению динамического момента.

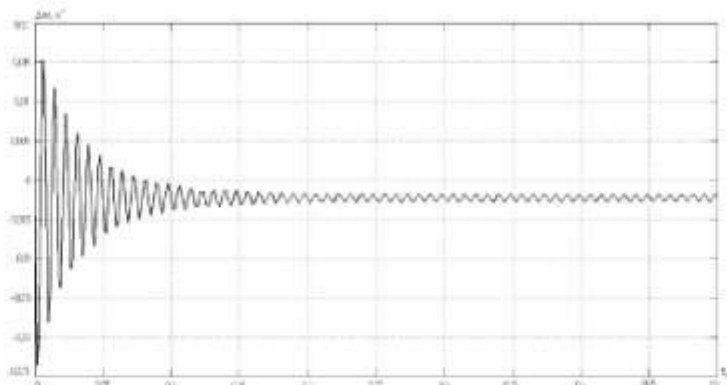


Рис. 3. Ошибка $\Delta \omega \text{ c}^{-1}$ между ω_2 и ω_1 .

Эффективность САУ разгрузки достигается за счет синтеза инвариантной связи, по синхронизации частоты вращения двигателей подачи ШБ и её разгрузки. Система была смоделирована с помощью математического пакета matlab 7.1.

На основе анализа результатов моделирования (Рис.3) следует вывод о том, что электромеханическая осцилляция ШБ для операции шлифования удовлетворяет требованиям в диапазоне частот определяемых технологией шлифования.

Данная система реализуется цифровым электроприводом. Предлагаемая САУ разгрузки расширяет функциональные возможности станка для реализации многооперационного станка и позволяет рекомендовать её для практической реализации.

Литература:

1. Д. Мантуров "Перспектива развития станкостроения". Промышленная политика 2008. с.22-29.