

# РАЗРАБОТКА МЕХАТРОННЫХ МОДУЛЕЙ С ВЫСОКОЙ РАЗРЕШАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТЬЮ ДЛЯ НАНОТЕХНОЛОГИИ

## DEVELOPMENT MECHATRONICS MODULES WITH HIGH RESOLUTION FOR NANOTECHNOLOGIES

*В.В. Козырев*

*(ГОУ ВПО «Владимирский государственный университет»)*

Планетарные передачи винт-гайка с резьбовыми роликами типа ЗК (РВПЗК) при малых и средних длинах перемещений по сравнению с известными передачами винт-гайка качения обладают следующими преимуществами: широким диапазоном выбора передаточных отношений с обеспечением высокой редукции; высокой кинематической точностью и плавностью работы; в несколько раз меньшим моментом инерции; в несколько раз большей долговечностью; повышенной жесткостью при одинаковых габаритах.

Создание нанотехнологического оборудования и наносистем (оборудование для изготовления печатных плат, подвижки для предварительного перемещения иглы туннельных микроскопов, террабитных запоминающих устройств, а также установок для выращивания монокристаллов и т.д.) требует создания приводов и мехатронных модулей с высокой разрешающей способностью порядка 0,02 мкм (20 нм).

Работы в этом направлении начаты в ВлГУ в содружестве с НИИ «НПО микроэлектроники и нанотехнологий «Дельта» в 1992 г. Были созданы опытные образцы однокоординатных подвижек и трехкоординатных манипуляторов для перемещения иглы туннельного микроскопа. Результаты этих совместных работ были доложены на стендовом докладе на II МНТК по нанотехнологиям в г. Москве в 1993 г.

Однокоординатная подвижка на базе РВПЗК была использована для тонкой подачи контролируемого образца полупроводника в зону контроля сверхвакуумного контрольного модуля в совместных работах с фирмой «НТ МДТ» при Институте физических проблем (г. Зеленоград Московской обл.).

Кроме того, совместно с НПО «Энергомаш» (Московской обл.) были созданы шаговые приводы с высокой разрешающей способностью для оптикомеханического устройства системы автоматической юстировки. Погрешность угла поворота рамки карданного подвеса, управляемого этим приводом, составило от 2 до 10 угловых секунд. По результатам испытаний этого привода в ГОИ им. Вавилова впервые в РФ достигнута разрешающая способность 0,06 мкм/шаг со среднеквадратическим отклонением 0,02 мкм.

Большая перспективность в плане повышения разрешающей способности мехатронных модулей на базе разработанных во ВлГУ роликвинтовых передач типа РВПЗК с зубчатыми синхронизаторами по сравнению с мехатронными модулями на базе РВПISR определяется следующими отличительными особенностями РВПЗК:

а) при более высокой редукции, которой обладает РВПЗК по сравнению с другими типами передач винт-гайка, и при одном и том же угле поворота винта длина перемещения ходовой гайки оказывается минимальной по сравнению с другими типами передач;

б) более высокий КПД РВПЗК по сравнению с другими типами передач при одной и той же редукции также повышает чувствительность и уменьшает мертвый ход (момент холостого хода РВПЗК обычно является минимальным);

в) если в ШВП и в РВПISR и РВПISV имеем четыре последовательно расположенных подвижных сопряжения: наружное кольцо опорного подшипника – тело качения, тело качения – внутреннее кольцо опорного подшипника, винт – тело качения, тело качения – ходовая гайка, то в РВПЗК имеем два последовательно расположенных подвижных сопряжения: опорная гайка – длинный ролик, длинный ролик – ходовая гайка, а третье сопряжение длинный ролик – винт вследствие большего числа параллельно действующих точек контактов оказывает меньшее влияние на точность кинематической цепи (согласно принципу кратчайшей цепи меньшее число последовательно расположенных подвижных

сопряжений РВПЗК определяет ее более высокую кинематическую точность по сравнению с кинематической точностью ШВП и РВПSR и РВПSSV;

г) большое число параллельно работающих контактов в резьбовых сопряжениях при малом числе последовательно соединенных звеньев усредняет погрешности резьб в отдельных точках контактов и повышает жесткость передачи, что способствует обеспечению ее высокой кинематической точности и снижению величины мертвого хода.

Главным препятствием получения более высокой разрешающей способности на уже освоенных нами РВПЗК с зубчатыми синхронизаторами являются повышенные циклические погрешности передач вследствие повышенных геометрических погрешностей зубьев, получаемых при термической обработке. Для повышения разрешающей способности РВПЗК с зубчатыми синхронизаторами необходимо проведение химико-термической обработки в виде азотирования со специально подобранными параметрами термической обработки, предотвращающими недопустимые отклонения осей роликов от прямолинейности и обеспечивающими необходимую соосность зубчатых венцов по концам роликов.

Более перспективными в плане повышения разрешающей способности представляются мехатронные модули на базе разработанных во ВлГУ роликовинтовых передач типа РВПЗК с резьбовыми синхронизаторами [патент РФ № 2292502, Козырев В.В. Планетарная передача винт-гайка с длинными резьбовыми роликами]. РВПЗК с резьбовыми синхронизаторами обладают всеми достоинствами РВПЗК с зубчатыми синхронизаторами, но вместо зубчатых синхронизаторов снабжены резьбовыми, а полностью точечное сопряжение резьб при резьбовом синхронизаторе повышает значения коэффициента осевого перекрытия, особенно во внешнем сопряжении, и повышает плавность работы передачи и, вследствие этого, повышает разрешающую способность мехатронного модуля.

В настоящее время в рамках госконтракта № 02.513.11.3001 (шифр «2007-3-1.3-11-01-210») по приоритетному направлению «Индустрия наносистем и материалов» в