

Основные преимущества метода:

- широкая универсальность (отпала необходимость в изготовлении копиров);
- обеспечение высокой производительности обработки (при обработке крупногабаритных деталей не тратится время на переходы в зону правки);
- высокая точность правки и обработки.

### **Заключение**

В настоящее время на РУПП "Станкозавод "Красный борец" (г. Орша) наиболее часто применяется метод правки шлифовального круга одним алмазным роликом, имеющим перемещения по двум независимым координатам, управляемые от системы ЧПУ. Наряду с высокой точностью и производительностью, этот метод правки обеспечивает снижение себестоимости выпускаемой продукции и широкую универсальность. В последнее время предприятием выпущены станки с данным методом правки:

- шлицшлифовальный станок модели ОШ-628Ф3;
- сферошлифовальный станок модели ОШ-643Ф3;
- торцекруглошлифовальный станок модели ОШ-650Ф3.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Ящерицын, П.И., Попов, С.А., Наерман, М.С. Прогрессивная технология финишной обработки деталей. – Мн.: Беларусь, 1978. – 176 с.

УДК 621.06.62

*Данилов В.А.*

## **СИНТЕЗ ВНУТРЕННИХ СВЯЗЕЙ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ГРУПП ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ**

*УО «Полоцкий государственный университет»  
г. Новополоцк, Беларусь*

**Введение.** Кинематическая структура станка, как объединение множества кинематических групп движений исполнительных органов, определяя функциональные связи между ними в соответствии с реализуемыми схемами формообразования обрабатываемых поверхностей, служит основой его кинематики и конструкции [1]. Синтез рациональной кинематической структуры является ответственным этапом концептуального проектирования обрабатывающей системы станка, поскольку допущенные здесь недостатки не могут быть устранены при его конструировании и изготовлении. Данный этап включает оптимизацию структуры внешних и внутренних связей кинематических групп, расположения в них органов настройки с учетом применения современных систем управления и приводов координатных перемещений [2]. Важной задачей синтеза структуры сложной кинематической группы является построение ее внутренней связи, обеспечивающей траекторию исполнительного движения и, следовательно, точность формообразования обработанной поверхности. В статье рассматривается подход к решению этой задачи на базе типовых кинематических модулей [3].

Типы структур внутренних связей. Функциональные связи между движениями исполнительных органов осуществляются посредством кинематических цепей, многообразие которых в зависимости от характера движения (вращательное, прямолинейное, возвратно-поступательное или качательное) можно разделить на следующие основные виды:

- цепи, связывающие между собой вращающиеся исполнительные органы (например, цепи обката зубофрезерных и зубодолбежных станков);
- цепи, связывающие вращающиеся и поступательно перемещающиеся исполнительные органы (винторезные цепи резьбообрабатывающих и зубообрабатывающих станков);
- цепи, связывающие поступательно перемещающиеся исполнительные органы – суппорты (столы) токарных, фрезерных и др. станков;
- цепи, связывающие вращающиеся и возвратно-поступательно перемещающиеся исполнительные органы (например, винторезные цепи станков для нарезания замкнутых винтовых канавок).

По конструктивному исполнению кинематическая цепь может быть механическая, немеханическая или комбинированная. В общем случае количество кинематических цепей во внутренней связи на единицу меньше числа взаимосвязанных исполнительных органов, участвующих в создании сложного движения.

В зависимости от состава создаваемых движений исполнительных органов внутренние связи могут иметь бездифференциальную или дифференциальную структуру. Бездифференциальная структура возможна, если исполнительное движение образовано несоставными элементарными движениями, например  $\Phi_v(B_1\Pi_2\Pi_3)$ ,  $D(B_1\Pi_2)$ . При составном исполнительном движении, например  $\Phi_s(\Pi_1, \Pi_2 + \Pi_2^*)$ , внутренняя связь должна иметь дифференциальную структуру, конструктивным признаком которой является наличие суммирующего механизма.

Функциональная связь между движениями исполнительных органов станка обеспечивается определенной совокупностью органов настройки параметров создаваемого движения, которая может быть одинаковой для различных внутренних связей и поэтому может рассматриваться как типовой кинематический модуль [2]. Для сокращения типов и количества модулей за конечные звенья кинематического модуля целесообразно принимать принадлежащие ей вращающиеся звенья. Последние при синтезе внутренней связи кинематически соединяют с исполнительными органами станка через соответствующие механизмы, обеспечивающие требуемый характер их движений (непрерывный, прерывистый, возвратно-поступательный, качательный и т.д.). При таком подходе на базе одного типового кинематического модуля могут быть построены различные виды внутренних связей, настраиваемых по общей методике.

Структура и характеристика типовых кинематических модулей. Структура кинематического модуля в соответствии с типом проектируемой внутренней связи, может быть бездифференциальной (рис. 1) или дифференциальной (рис. 2).

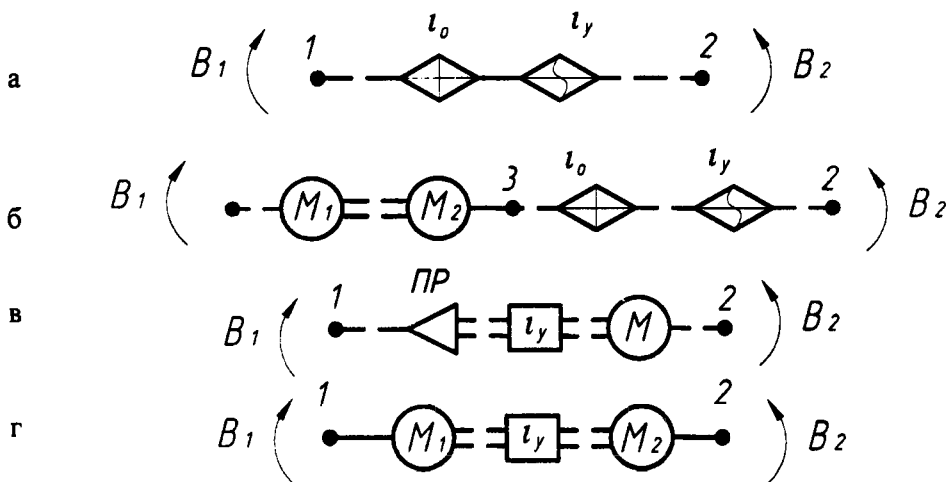


Рис. 1. Бездифференциальные кинематические модули внутренних связей кинематических групп:  
а – механический; б – электромеханический, в, г – электронные

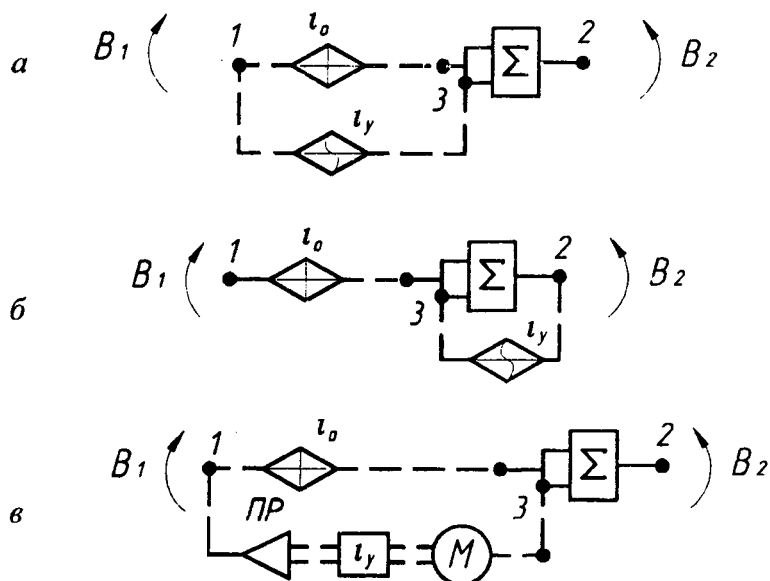


Рис. 2. Дифференциальные кинематические модули внутренних связей:  
а, б – механические; в – комбинированный

Бездифференциальный механический модуль (рис. 1, а) в общем случае содержит между конечными звеньями 1 и 2 последовательно расположенные орган настройки постоянного передаточного отношения  $i_0$  и орган настройки  $i_y$  переменного передаточного отношения. Последний задает закон и диапазон изменения отношения скоростей движений конечных звеньев модуля или исполнительных органов, а  $i_0$  – абсолютные значения этого отношения. При постоянном отношении скоростей исполнительных органов отпадает необходимость в органе настройки  $i_y$ .

Электромеханический модуль (рис. 1, б) отличается от рассмотренного механического модуля кинематической цепью 1 –  $M_1$  –  $M_2$  – 3 с двумя электрически взаимосвязанными синхронными электродвигателями  $M_1$  и  $M_2$ , имеющими одинаковую частоту вращения.

Функциональная связь движений исполнительных органов в этом случае обеспечивается органами настройки механической части модуля, а применение синхронных электродвигателей позволяет уменьшить число валов и зубчатых передач и благодаря этому повысить кинематическую точность станка. На применении данного модуля основана, например, кинематика зубошлифовальных станков, работающих абразивным червяком [1]. Настройка частот вращения исполнительных органов при постоянном отношении их значений обеспечивается синхронным регулированием частот вращения электродвигателей  $M_1$  и  $M_2$ , что достигается подключением обоих двигателей к одному преобразователю частоты переменного тока [4, 5].

Модуль электронного типа (рис. 1, в) используется во внутренних связях станков с ЧПУ с ведущей координатой, когда один исполнительный орган получает независимое вращение (ведущая координата) а его связь с движением второго исполнительного органа обеспечивается устройством управления  $i_y$  в сочетании с датчиком-преобразователем ПР. Такое построение внутренней связи характерно, например, для винторезных цепей токарных станков. Кинематический модуль (рис. 1, г) позволяет одновременно управлять скоростями движений обоих исполнительных органов станка, осуществляемых от отдельных электродвигателей  $M_1$  и  $M_2$  по алгоритму, реализуемому системой управления  $i_y$ , что имеет место в станках с контурными системами ЧПУ.

Дифференциальные модули (рис. 2) благодаря суммирующему механизму  $\Sigma$  позволяют создавать вращение конечного звена 2 как сумму двух движений: равномерного  $B_2'$  и неравномерного  $\tilde{B}_2''$ , т.е. исполнительное движение ( $B_2 = B_2' + \tilde{B}_2''$ ). Механический модуль (рис. 2, а) обеспечивает независимую настройку составляющих  $B_2'$  и  $\tilde{B}_2''$  исполнительного движения соответственно органами  $i_o$  и  $i_y$ . Модуль (рис. 2, б) отличается применением замкнутого суммирующего механизма, так как его ведущее звено 3 связано кинематически с конечным звеном 2 модуля. Это обеспечивает компактность конструкции и более высокую кинематическую точность модуля, что позволяет эффективно применять его в коррекционных устройствах.

Комбинированный модуль (рис. 2, в) содержит между конечным звеном 1 и суммирующим механизмом  $\Sigma$  две параллельные кинематические цепи: механическую с органом  $i_o$  для настройки составляющей  $B_2'$  движения  $B_2$  и немеханическую цепь  $1 - PP - i_y - M - 3 - \Sigma$  для настройки его составляющей  $\tilde{B}_2''$ . Применение такого модуля целесообразно при неравномерном составном вращательном или поступательном движении исполнительного органа, в частности, в станках для обработки винтовых поверхностей переменного шага и колес с модифицированными зубьями [6].

**Синтез внутренних связей кинематических групп на базе типовых модулей.** На базе типовых кинематических модулей могут быть построены внутренние связи кинематических групп различных видов исполнительных движений. Выбор в качестве базы того или иного модуля зависит от требований к универсальности и точности станка, применяемой системы управления, компоновочного и других факторов. Основой синтеза внутренней связи является кинематика создаваемого исполнительного движения. Рассмотрим применение типовых модулей при синтезе внутренних связей кинематических групп, создающих винтовое исполнительное движение переменного шага.

Кинематическая группа винтового движения имеет два исполнительных органа – шпиндель 1 и суппорт 2 (рис. 3), движение каждого из которых в общем случае может создаваться как сумма постоянного и переменного элементарных движений. Поэтому при синтезе кинематической структуры группы следует учитывать, что исполнительное винтовое движение может быть двухэлементарным ( $B_1, \tilde{\Pi}_2$ ), трехэлементарным ( $B_1, \Pi_2' + \tilde{\Pi}_2''$ ) или ( $B_1' + \tilde{B}_1'', \Pi_2$ ) и четырехэлементарным ( $B_1' + \tilde{B}_1'', \Pi_2' + \tilde{\Pi}_2''$ ), каждому из которых соответствует внутренняя связь, построенная на соответствующем кинематическом модуле и обеспечивающая траекторию винтового движения с определенным законом изменения шага.

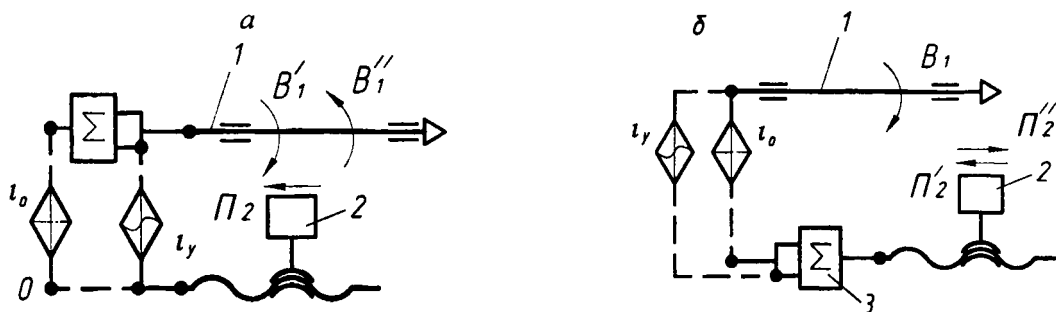


Рис 3. Структуры внутренних связей кинематических групп движения переменного шага на базе типового дифференциального механического модуля:

а – с составным вращением шпинделя;  
б – с составным движением суппорта

В зависимости от количества элементарных движений (два, три, четыре) и их распределения между исполнительными органами, возможны четыре типа структур внутренних связей групп винтового исполнительного движения, из которых больший практический интерес представляют первые три, на которых основана кинематика большинства известных станков для обработки винтовых поверхностей переменного шага [1, 6].

Внутренняя связь первого типа обеспечивает траекторию двухэлементарного винтового движения  $(B_1, \tilde{\Pi}_2)$ . Поскольку оба элементарных движения несоставные, то для ее построения следует использовать бездифференциальный механический модуль (см. рис. 1, а), одно из конечных звеньев которого кинематически связано со шпинделем, несущим заготовку, а второе – с тяговым устройством суппорта, несущего режущий инструмент.

В соответствии со структурой используемого модуля его органы настройки  $i_y$  и  $i_o$  в этом случае расположены последовательно в цепи, связывающей элементарные движения, поэтому шаг  $H$  винтового движения изменяется прямо пропорционально передаточному отношению  $i_y$ :  $H = ai_y i_o$ , где  $a$  – постоянная кинематической цепи внутренней связи. Реализуемая зависимость для  $H$  определяет технологические возможности и область применения структуры. Диапазон  $R_H$  изменения шага в данном случае равен диапазону  $R_y$  регулирования передаточного отношения  $i_y$ :  $R_H = Ri_y = i_{y\max} / i_{y\min}$ , где  $i_{y\max}, i_{y\min}$  – предельные значения передаточного отношения органа настройки  $i_y$ .

Внутренние связи кинематических групп, создающих исполнительные движения с составными элементарными движениями, должны быть построены на дифференциальном кинематическом модуле, например, механическом (см. рис. 2, а) или комбинированном (см. рис. 2, в). На рис. 3 представлены две структуры этого типа, основанные на одном кинематическом модуле (рис. 2, а).

В обоих случаях внутренняя связь кинематической группы винтового движения формообразования содержит между шпинделем и суппортом две настраиваемые кинематические цепи, одна из которых с постоянным передаточным отношением  $i_o$  обеспечивает настройку постоянной составляющей шага  $H_o$ , а вторая, с переменным передаточным отношением  $i_y$  – настройку его переменной составляющей. Структуры различаются присоединением к ведомому звену суммирующего механизма или шпинделя 1 (рис. 3, а) или суппорта 2 (рис. 3, б), что обуславливает разные законы изменения шага винтового движения и область применения станка.

В первом случае шпиндель 1 получает составное вращательное движение  $(B_1' + \tilde{B}_1'')$ , а суппорт – поступательное движение  $\Pi_2$ , которые образуют трехэлементарное движение формообразования вида  $\Phi(B_1' + \tilde{B}_1'', \Pi_2)$ . Изменение шага винтового движения осуществляется за счет движения  $\tilde{B}_1''$ . Такая кинематика формообразования винтовой поверхности эффективна при обработке винтовых канавок типа шлицев переменного шага [6].

Шаг винтового движения описывается зависимостью  $H = 1/(\pm ci_y \pm di_o)$ , где  $c$  и  $d$  – постоянные кинематических цепей внутренней связи, при этом максимальный диапазон изменения шага  $R_H$  винтового движения обеспечивается при разнонаправленных движениях  $B_1'$  и  $\tilde{B}_1''$  и составляет величину, превышающую  $Ri_y$ .

Это позволяет расширить технологические возможности станка по шагу обрабатываемых поверхностей, что является преимуществом данной структуры по сравнению с бездифференциальной.

Внутренняя связь по рис.3,б обеспечивает траекторию винтового движения  $(B_1, \Pi_2' + \tilde{\Pi}_2'')$ , шаг которого линейно зависит от  $i_y$ :  $H = \pm ai_y \pm bi_o$ , где  $a, b$  – постоянные кинематических цепей внутренней связи. Такая кинематика формообразования эффективна

например, при обработке резьб переменного шага. При противоположно направленных движениях  $\Pi_2'$  и  $\tilde{\Pi}_2''$  диапазон изменения шага винтового движения (обработанной поверхности) обеспечивается при меньшем значении диапазона изменения передаточного отношения  $Ri_y$ , а при одинаковом направлении этих движений достигается максимальное значение шага обработанной поверхности.

Структуры внутренних связей, построенные на базе типового модуля по рис. 2, б, целесообразно использовать при проектировании станков с коррекционными устройствами. Оснащение винторезной цепи замкнутым суммирующим механизмом, например, в виде передачи винт-гайка обеспечивает повышение кинематической точности и упрощение конструкции. Формообразование винтовой линии (направляющей поверхности резьбы) в этом случае осуществляется движением  $(B_1, \Pi_2' + \tilde{\Pi}_2'')$ , т.е. перемещение суппорта  $\Pi_2$  является составным. Движение  $\tilde{\Pi}_2''$  создается коррекционным устройством и складывается с движением  $\Pi_2'$  посредством суммирующего механизма. Благодаря движению  $\tilde{\Pi}_2''$  обеспечивается возможность компенсировать погрешность винторезной цепи или нарезать специальные резьбы.

Для повышения кинематической точности цепей внутренней связи важно обеспечить в них минимальное количество кинематических пар и минимальную протяженность механических связей. Указанным требованиям в полной мере отвечает построение внутренних связей на базе бездифференциального электромеханического модуля комбинированного типа (см. рис. 1, б) или немеханических модулей (рис. 1, в, г), характерных для станков с ЧПУ.

На электромеханическом модуле основана, например, цепь обката зубошлифовального станка [5], которая снабжена двумя электрически связанными синхронными электродвигателями и общим для них преобразователем частоты тока.

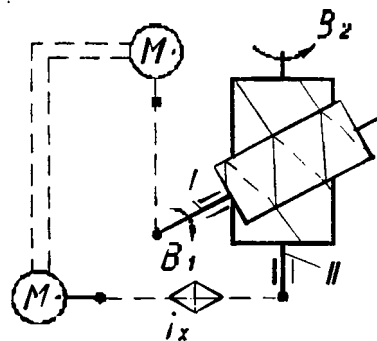


Рис. 4. Структурная схема цепи обката зубошлифовального станка с электромеханическим модулем

Двигатель  $M_1$  (рис. 4.4) обеспечивает вращение инструментального шпинделя  $I$ , а двигатель  $M_2$  – стола  $II$  через орган настройки  $i_x$  со сменными зубчатыми колесами. Благодаря этому создается движение обкатки  $\Phi(B_1 B_2)$ . Аналогично построена на том же модуле цепь обката зубодолбежного станка [4].

В зубообрабатывающих станках с ЧПУ указанный на рис. 4 орган настройки  $i_x$  отсутствует, а согласование вращательных движений инструмента и заготовки обеспечивается модулем по рис. 1, в.

Таким образом, построение кинематических связей на базе типовых кинематических модулей позволяет унифицировать кинематические структуры разных по назначению станков, что является основой их совершенствования в направлении повышения точности и расширения технологических возможностей.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Федотенок, А.А. Кинематическая структура металлорежущих станков. – М.: Машиностроение, 1970. – 403 с.
2. Данилов В.А. Особенности построения кинематической структуры станков для обработки сложных поверхностей // Вестник Полоцкого государственного университета; серия В «Прикладные науки», – 2006. – №12 – С. 2 – 11.
3. Данилов В.А. Синтез и оптимизация кинематической структуры станков с использованием типовых модулей // СТИН. – 1999.– № 7. – С. 9–15.
4. . Патент 3999 ВУ. МПК (2006), В23F 5/00. Зубодолбежный станок / Данилов В.А.– Заявка № u20070329; Опубл. 2007.10.30.
5. Патент 4174 ВУ. МПК (2006), В23F 5/00. Зубошлифовальный станок / Данилов В.А.– Заявка № u20070328; Опубл. 2008.02.28.
6. Данилов В.А. Формообразующая обработка сложных поверхностей резанием. – Мн.: «Наука и техника», 1995. – 264 с.

УДК 004.912

*Романюк Г.Э., Савенко Н.В.*

### СИСТЕМА ПОПОЛНЕНИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ СЛОВАРЕЙ

*Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь*

Терминологическая лексика была и остается постоянным объектом пристального внимания исследователей. Сформировалась и активно развивается специальная отрасль языкознания – терминоведение [1]. Для любой отрасли науки и техники важно иметь словарь, в котором содержится специальная лексика, необходимая специалистам из данной отрасли.

С терминоведением тесно связана терминография — наука о составлении словарей специальной лексики. Ряд специалистов даже рассматривает терминографию как раздел терминоведения. Многие проблемы, исследуемые терминоведами, возникли в практике разработки специальных словарей, и решение этих проблем влияет на методы составления словарей. В то же время изучение любой области специальной лексики неизменно связано с терминографией, поскольку результаты работы по выявлению, исследованию и упорядочению терминологии обычно оформляются в виде словаря.

На кафедре «Интеллектуальные системы» БНТУ разработана система пополнения специализированных терминологических словарей и осуществлена ее программная реализация. Отправной точкой к выполнению работы являются следующие начальные условия:

- 1 имеется начальный словарь терминов по специальности;
- 2 имеется корпус текстов по специальности;

Необходимо пополнить словарь новыми терминами из представленных текстов и при этом произвести как можно более полный поиск.

Для реализации данного проекта применены следующие программные продукты и технологии:

- 3 Java 1.6 – объектно-ориентированный язык программирования, обладающий мощными библиотеками классов-обработчиков потоков данных;
- 4 MySQL Server 5.0 – сервер БД, разработанный компанией Sun Microsystems. Выбран как один из самых актуальных серверов хранения реляционных баз данных. Является идеальным решением для малых и средних приложений;
- 5 Eclipse – бесплатная интегрированная среда разработки, базовое средство для разработки ПО на языке Java;