

УДК 621.941.2—589.24.001.5

Анализ металлорежущих станков с использованием структурных кинематических схем

Л.И. Вереина

Предложена методика анализа кинематических схем существующих станков при проектировании кинематики нового станка. Приведен пример с использованием структурных кинематических схем токарно-затыловочных станков.

Ключевые слова: металлорежущий станок, структурные кинематические схемы, обзор.

Analysis of metal cutting machine tools using structural kinematics

L.I. Vereina

The method for analysis of kinematic schemes of the existing machine tools when designing a new machine kinematics is offered. The example of using structural kinematic schemes of backing-off lathe machines is given.

Keywords: analysis of machine tools, structural kinematic scheme, review.

При проектировании кинематической схемы нового станка необходимо выполнить обзор кинематических схем существующих станков данного типа, чтобы при сопоставлении можно было выявить достоинства и проанализировать недостатки.

Кинематическая схема, особенно станка с ручным управлением — достаточно сложный чертеж, состоящий из совокупности множества кинематических цепей. Поэтому кинематическая схема должна быть представлена в масштабе, позволяющем тщательное ее изучение. Таких кинематических цепей много — пять—десять, поэтому сопоставление их затруднительно.

Чтобы облегчить задачу обзора с последующим анализом, можно заменить кинематическую схему каждого станка *структурной кинематической схемой* и далее проводить анализ по ней.

Рассмотрим предложенный метод на примере анализа кинематических схем токарно-затыловочных станков с ручным управлением мод. К96, 1А81, 1810, 1811, 1Б811, 1Е811, 1Е811Ф1, 1812, 1813, КТ150, КТ151, ДН-160, УНД-2, 230D, 230F, 1708 [1—4].

Внесем в таблицу вместо кинематических схем этих станков их структурные кинематические схемы [5, 6]. Отметим, что некоторые модели с различными выходными параметрами имеют одинаковые структурные кинематические схемы.

Проведем анализ токарно-затыловочных станков, в которых затылование осуществляется резцом и шлифовальным кругом, а также за-



ВЕРЕИНА

Людмила Ивановна
доцент
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

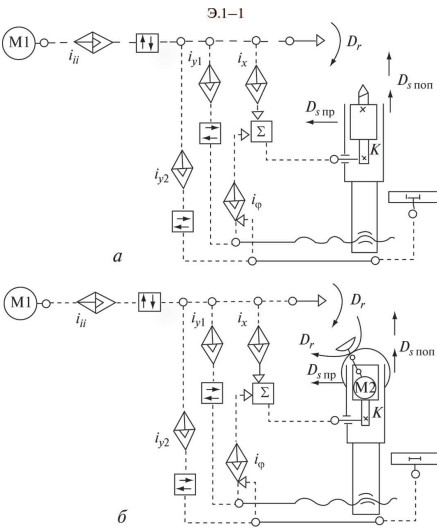
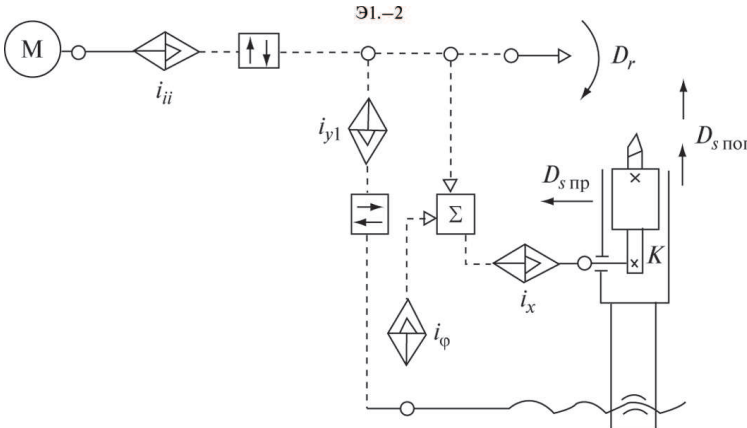
VEREINA

Lyudmila Ivanovna
Assoc. Prof.
(MSTU named
after N.E. Bauman)

тыловочных станков, предназначенных для затылования сырых фрез резцом или дисковыми фрезами. Наиболее наглядно их анализировать по структурным кинематическим схемам.

В таблице представлены существующие структурные варианты кинематических схем токарно-затыловочных станков отечественного и импортного производства.

Структурные кинематические схемы токарно-затыловочных станков

Но- мер схе- мы	Эскиз	Модель станка-аналога	Область применения
1		<p>1A81, 1811,1813, DH-160 (Германия)</p>	<p>Затылование резцом (а) и шлифовальным кругом (б) червячных и цилиндрических фрез с прямолинейными и винтовыми стружечными канавками, дисковых и резьбовых фрез; для обработки точением (кроме 1813)</p>
2		<p>KT150, KT151, 1E811Ф10, 230D Körfer (Германия)</p>	<p>Затылование резцом сырых фрез (дисковых, резьбовых, цилиндрических с прямой и винтовой стружечной канавкой, червячно-модульных) и других режущих инструментов</p>

Продолжение таблицы

Номер схе- мы	Эскиз	Модель станка-аналога	Область применения
3	<p style="text-align: center;">Э1.-3</p> <p style="text-align: center;">а</p> <p style="text-align: center;">б</p>	<p style="text-align: center;">1Б811, 1812, UHD-2 Reinecker (Германия)</p>	<p>Затылование резцом сырых (а) и шлифовальным кругом (б) закаленных фрез: дисковых, цилиндрических, резьбовых, червячно-модульных с прямыми и винтовыми стружечными канавками; обработка точением (UHD-2)</p>
4	<p style="text-align: center;">Э1.-4</p>	<p style="text-align: center;">1708 Michigan Tool K° (США)</p>	<p>Токарное затылование резцом сырых фрез различных типов в специализированных затыловочных станках</p>

Номер схе- мы	Эскиз	Модель станка-аналога	Область применения
5	<p>Э.1-5</p>	1810	Токарное затылование резцом мелко модульных червячных фрез с прямолинейными стружечными канавками в специализированных затыловочных станках
6	<p>Э.1-6</p>	230F Köpfel (Германия)	Затылование профильной дисковой фрезой сырых фрез (диаметром от 24 до 80 мм) из быстрорежущей стали
7	<p>Э.1-7</p>	1E811, 1E812	Затылование резцом сырых (а) и шлифовальным кругом (б) закаленных фрез: дисковых, цилиндрических, резьбовых, червячно-модульных с прямыми и винтовыми стружечными канавками; других режущих инструментов

Но- мер схе- мы	Эскиз	Модель станка-аналога	Область применения
8		<p>Reihecker UNDA-20 CNC (Германия), Rembrandt Machine Tools Ltd (Великобра- тия)</p>	<p>Затылование резцом зубьев режущих инструментов различных типов на затыловочных станках с ЧПУ в условиях гибких производственных систем (ГПС)</p>

Примечания: 1. ----- — кинематические цепи с механическими передачами; ===== — электронные цепи;

◊ — звено настройки (коробка скоростей, коробка подач, гитара, электродвигатель); \boxplus — реверсирование направления движения; Σ — суммирующий механизм; K — кулачок.

2. Индексы у передаточных отношений i определяют кинематическую цепь: u — главного движения, x — затылования (деления), y_1 — винторезную, y_2 — движение подачи, ϕ — дифференциальную.

Из данных, приведенных в таблице, следует, что все кинематические схемы токарно-затыловочных станков делятся на две группы: с дифференциальными цепями (схемы № 1—3, 6—8) и без них (схемы № 4 и 5). Последние имеют более короткую кинематическую цепь, а, следовательно, и более жесткую цепь затылования; по конструкции они проще, а отсутствие суммирующего механизма делает их более надежными в эксплуатации. Такие компоновки используют при проектировании специализированных затыловочных станков.

Токарно-затыловочные станки с дифференциальными цепями бывают двух типов: с суммирующим механизмом, размещенным до гитары затылования, и после нее.

Токарно-затыловочные станки первого типа (схемы № 2, 3, 6, 7) наиболее удобны, так как настройка каждой из гитар (затылования и дифференциальной) зависит только от одного параметра — числа зубьев обрабатываемого изделия z и шага спирали стружечной канавки T соответственно.

Затыловочные станки (схемы № 1 и 3) в условиях единичного производства позволяют помимо затылования выполнять токарные операции, изготавливать кулачки различных профилей, многогранные валы.

При обработке сырых дисковых и червячных фрез более производительным является затылование режущих инструментов профильными дисковыми фрезами (схема № 6). Этот способ затылования применяют в серийном производстве. По такому принципу работают специализированные затыловочные станки мод. 230F фирмы Körfer (Германия).

Если провести сопоставление по относительной погрешности настройки, то токарно-затыловочные станки, имеющие дифференциальные цепи, по точности кинематической настройки имеют большое преимущество. Поэтому кинематика станка мод. 1810 по схеме № 5 реализуется только для затылования червячно-модульных фрез с прямолинейными стружечными канавками.

Несмотря на отмеченное преимущество в настройке гитар затыловочных станков с дифференциальными цепями, нельзя однозначно сказать, что такая компоновка всегда является оптимальной. Учитывая, что расчет сменных зубчатых колес двухпарных гитар можно осуществлять с помощью ЭВМ [6], а также простоту конструкции, большую надежность в работе, повышение производительности, то структурные схемы № 4 и 5 можно с успехом рекомендовать для специализированных станков.

Представленная в таблице схема № 8 (затыловочные станки с ЧПУ) является перспективным направлением развития этих станков. Характерно, что фирмы Reinecker (Германия) и Rembrandt Machine Tools Ltd (Великобритания) сохранили механическую связь между шпинделем и вращением кулачка затылования, обеспечивая точный делительный процесс настройкой сменных зубчатых колес двухпарной гитары. Остальные движения программируются и управление осуществляется от устройства ЧПУ: вращение заготовки, перемещение суппорта на врезание, движение продольной подачи.

После проведенного анализа можно приступить к разработке кинематической схемы нового станка в зависимости от поставленной задачи на проектирование.

Таким образом, использование структурных кинематических схем при анализе токарно-затыловочных станков значительно упрощает выбор типового структурного варианта в зависимости от области применения проектируемого станка. Из рассмотренного примера, следует, что при анализе кинематических схем 16 различных моделей токарно-затыловочных

станков времени было бы затрачено в несколько раз больше, и различие в структуре их кинематики была бы не столь очевидна.

Литература

1. *Вереина Л.И., Усов Б.А.* Конструкции и наладка токарно-затыловочных станков. М.: Высш. шк., 1985. 191 с.
2. *Вереина Л.И., Краснов М.М.* Устройство металлорежущих станков. М.: Образовательно-издательский центр «Академия», 2010. 432 с.
3. *Вереина Л.И.* Тенденции развития затыловочных станков // Технология, оборудование, организация и экономика машиностроительного производства. Сер. 1. Металлорежущее оборудование и средства технологического оснащения / ВНИИТЭМР. 1987. Вып. 4. 57 с.
4. *Черпаков Б.И., Вереина Л.И.* Технологическое оборудование машиностроительного производства. М.: Изд. центр «Академия», 2006. 416 с.
5. *Вереина Л.И.* Токарь высокой квалификации. М.: Изд. центр «Академия», 2007. 368 с.
6. Проектирование автоматизированных станков и комплексов / Под общ. ред. П.М. Чернянского. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013. 380 с.

References

1. Vereina L.I., Usov B.A. *Konstruktsii i naladka tokarno-zatylovochnykh stankov* [Construction and commissioning of turn-zatylovochnykh machines]. Moscow, High school publ., 1985. 191 p.
2. Vereina L.I., Krasnov M.M. *Ustroystvo metallorezhushchikh stankov* [The unit of machine tools]. Moscow, Educational Publishing Center «Academy», 2010. 432 p.
3. Vereina L.I. *Tendentsii razvitiia zatylovochnykh stankov* [Development trends zatylovochnykh machines] *Tekhnologiya, oborudovanie, organizatsiia i ekonomika mashinostroitel'nogo proizvodstva. Ser. 1. Metallorezhushchee oborudovanie i sredstva tekhnologicheskogo osnashcheniia* [Technology, equipment, organization and economy of engineering production. Series 1 Cutting equipment and tools, jigs and fixtures]. VNIITEMR publ., 1987, issue 4, 57 p.
4. Cherpakov B.I., Vereina L.I. *Tekhnologicheskoe oborudovanie mashinostroitel'nogo proizvodstva* [Process equipment engineering production]. Moscow, Publishing Center Academy, 2006. 416 p.
5. Vereina L.I. *Tokar' vysokoi kvalifikatsii* [Turner qualifications]. Moscow, Publishing Center Academy, 2007. 368 p.
6. *Proektirovanie avtomatizirovannykh stankov i kompleksov* [Design of automated machines and systems]. Moscow, MSTU named after N.E. Bauman publ., 2013. 380 p.

Статья поступила в редакцию 11.10.2012

Информация об авторе

ВЕРЕИНА Людмила Ивановна (Москва) — доцент кафедры «Металлорежущие станки». МГТУ им. Н.Э. Баумана (Россия, 105005, г. Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1, e-mail: vli32@ya.ru).

Information about the author

VEREINA Lyudmila Ivanovna (Moscow) — Assoc. Prof. of «Metal Cutting Machines» Department. MSTU named after N.E. Bauman (BMSTU, building 1, 2-nd Baumanskaya, 5, 105005, Moscow, Russia, e-mail: vli32@ya.ru).