

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования

«Полоцкий государственный университет»

Республиканский институт высшей школы



**ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ
В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ:
НАЦИОНАЛЬНЫЙ И МЕЖДУНАРОДНЫЙ АСПЕКТЫ**

Электронный сборник статей
международной научно-практической конференции,
посвященной 50-летию Полоцкого государственного университета

(Новополоцк, 8-9 февраля 2018 г.)

Под редакцией
Ю. П. Голубева, Н. А. Борейко

Новополоцк
2018

Инновационные подходы в образовательном процессе высшей школы: национальный и международный аспекты [Электронный ресурс] : электронный сборник статей международной научно-практической конференции, посвященной 50-летию Полоцкого государственного университета, Новополоцк, 8-9 февр. 2018 г. / Полоцкий государственный университет ; под. ред. Ю. П. Голубева, Н. А. Борейко. – Новополоцк, 2018. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

Представлены результаты новейших научных исследований, посвященных различным аспектам организации образовательного процесса высшей школы в инновационной среде, а именно: проблемам проектирования и реализации компетентностно-ориентированных образовательных программ в учреждениях высшего образования, возможностям использования информационно-коммуникационных технологий в образовательном процессе, вопросам педагогики и методики высшего образования.

Предназначен для научных и педагогических работников высшей школы, будет полезен студентам, магистрантам и аспирантам университетов педагогических специальностей.

Сборник включен в Государственный регистр информационного ресурса. Регистрационное свидетельство № 3141814304 от 05.02.2018.

Компьютерный дизайн *М. С. Мухоморовой*
Техническое редактирование *Т. А. Дарьяновой, О. П. Михайловой*
Компьютерная верстка *Д. М. Севастьяновой*

211440, ул. Блохина, 29, г. Новополоцк, Беларусь
тел. 8 (0214) 39 40 46, e-mail: n.boreiko@psu.by

УДК 371.261:621.9.06 (0758)

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ В МОДУЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ ПРИ ИЗУЧЕНИИ СТАНОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

А. И. Голембиевский, проф. кафедры технологии и оборудования машиностроительного производства, канд. техн. наук, проф.

Полоцкий государственный университет

В работе [1] предложена модульно-рейтинговая система изучения станочного оборудования (альтернативные названия: технологическое оборудование, металлорежущие станки). По этой системе изучаемая дисциплина разделена на три последовательно изучаемых модуля.

Модуль 1. Теоретические основы воспроизведения поверхностей при механической обработке.

Основополагающие понятия данного модуля: поверхность геометрическая (теоретическая) и реальная, характеристический образ инструмента, способ формообразующей обработки, представляемый схемой взаимодействия инструмента и заготовки.

Модуль 2. Теоретические основы кинематической структуры станочного оборудования.

Основополагающие понятия данного модуля: кинематическая группа, частная кинематическая структура металлорежущего станка.

Модули 1 и 2 – это фундаментальные основы познания кинематической структуры станочного оборудования, представляемой в виде обобщенной структурной схемы, соответствующей вполне определенной кинематической схеме реального металлорежущего станка.

Модуль 3. Кинематическая структура станочного оборудования.

Основополагающие понятия данного модуля: кинематическая структура металлорежущего станка как объединение частных кинематических структур.

В этом модуле на основе предшествующих модулей изучается наиболее распространенное станочное оборудование различных технологических групп.

В учебной литературе [2, 3], рекомендуемой типовой программой дисциплины «Металлорежущие станки» основополагающие понятия **модуля 2** рассматриваются как уже известные, абстрактные объекты. Такой обезличенный подход не стимулирует творческое мышление при познании реальных технических решений (термин научно-технической экспертизы изобретений). При использовании метода функционального проектирования, по существу, непосредственно на лекции «изобретается» обобщенная структурная схема станка. Этот процесс носит итерационный характер, т.е. от этапа к этапу, начиная с анализа соответствующего способа формообразующей обработки (виртуальное техническое решение, защищаемое патентом), последовательно приближает к решению поставленной задачи.

Последовательность функционального проектирования рассмотрим на примере разработки частной структурной схемы токарно-винторезного станка.

На **первом этапе** анализируют схему классического способа нарезания резьбы резцом (рис. 1).

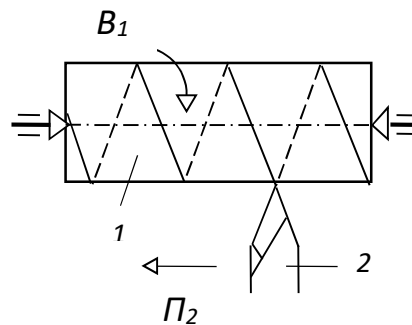


Рисунок 1. – Способ нарезания резьбы

По этой схеме заготовке 1, определенным образом ориентированной в пространстве, сообщают вращательное движение V_1 , а резцу 2, профиль которого соответствует профилю нарезаемой резьбы, поступательное движение Π_2 , согласованное с движением V_1 заготовки. В соответствии с тестами **модуля 1**, класс образования винтовой поверхности (резьбы) - «копирование + след». Причем сложное исполнительное движение $\Phi_v(V_1\Pi_2)$, состоящее из двух согласованных между собой элементарных движения: вращательного V_1 и поступательного Π_2 , воспроизводит направляющую (винтовую линию) обрабатываемой поверхности. Следовательно, частная винторезная структура станка должна содержать только одну сложную формообразующую кинематическую группу $\Phi_v(V_1\Pi_2)$.

На **втором этапе** осуществляют графическое оформление (рис. 2) исполнительных органов (подвижных блоков).

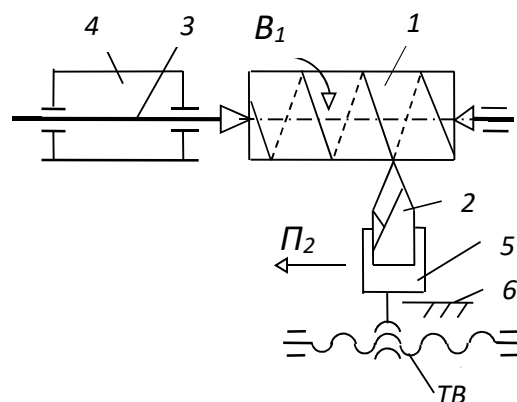


Рисунок 2. – Исполнительные органы

Исполнительный орган, несущий заготовку 1, представляет собой шпиндель 3, смонтированный с возможностью вращения V_1 в стационарном блоке 4, называемом передней бабкой. Исполнительный орган, несущий резец 2, – это подвижный блок 5, называемый продольным суппортом (или кареткой), смонтированным с возможностью

поступательного перемещения Π_2 по направляющим 6 параллельно линии центров станка. Поступательное перемещение суппорта обеспечивается посредством тягового вала TB . По сложившейся традиции в токарно-винторезных станках с механическими связями в частной кинематической структуре для нарезания резьбы в качестве TB используют передачу винт – гайка. В современных токарно-винторезных станках с ЧПУ эта передача выполняется с телами качения.

На **третьем этапе** выполняют графическое оформление внутренних и внешних связей и устанавливают органы настройки параметров исполнительных движений.

Для воспроизведения сложного винтового движения $\Phi_V(B_1\Pi_2)$, воспроизводящего направляющую – винтовую линию нарезаемой резьбы, необходимо соединить шпиндель 3 с TB каретки 5 посредством внутренней кинематической связи (цепи) $7-8$, обеспечивающей функциональное согласование элементарных движений B_1 и Π_2 для получения требуемой траектории сложного исполнительного движения (рис. 3). Поэтому в этой связи размещают два органа настройки: i_x и R_1 . Посредством первого из них устанавливают шаг нарезаемой резьбы, а посредством второго возможность нарезания левой или правой резьбы.

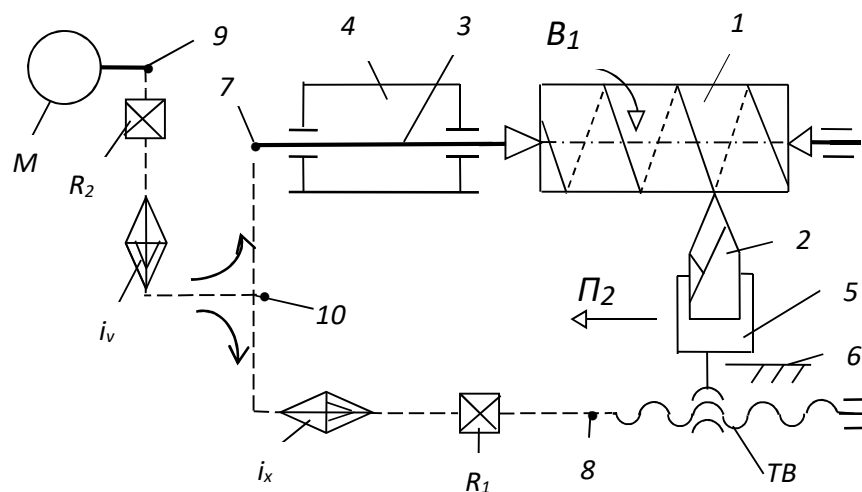


Рисунок 3. – Структурная схема станка для нарезания резьбы

Для сообщения движения исполнительным органам необходимо соединить источник механической энергии (электродвигатель M) с внутренней связью посредством внешней связи $9-10$. В этой связи размещают орган настройки i_v на скорость воспроизведения направляющей (винтовой линии резьбы) и технологический реверс R_2 , предназначенный для реверсирования движения формообразования в исходное положение при предварительно отведенном от заготовки инструменте. Общее звено 10 называется звеном соединения связей. Расположение его во внутренней связи имеет принципиальное значение и зависит от расчетной цепи для органа настройки i_v .

Совокупность источника энергии движения исполнительных органов, внутренней и внешней связей называется **кинематической группой** с названием, соответствующим названию движения, которое создает эта группа. Причем внутренняя связь

сложной винторезной кинематической группы при функционировании имитирует передачу винт – гайка. Скорость этой имитации (темп воспроизведения направляющей винтовой поверхности) зависит только от скорости звена соединения связей 10, являющимся конечным звеном внешней связи. Это правило характерно для любой сложной формообразующей группы, имитирующей другую передачу, например, червячную, зубчатую, зубчато-реечную.

Элементарные движения B_1 и Π_2 , образующие сложное винторезное движение $\Phi_v(B_1\Pi_2)$, всегда одновременны и одинаковы по продолжительности. Это позволяет оценивать скорость сложного исполнительного движения через скорость одного из входящих в него элементарных движений. Обычно это движение исполнительного органа имеющего большую скорость и потребляющего большую мощность. В проектируемой структурной схеме это шпиндель 3. Следовательно, звено соединения связей 10 целесообразно располагать между шпинделем 3 и органом настройки на траекторию i_x .

При функциональном проектировании описание связей структурной схемы винторезного станка, состоящего из одной кинематической группы, приведено на вербальном языке. При синтезе и анализе (изучении) кинематической структуры следует отдать предпочтение языку символов современной парадигмы познания станочного оборудования [4], т.к. это обеспечивает большую наглядность и компактность описания.

Внутренняя связь – структурная цепь

$$B_1 \leftarrow 3 \leftarrow 7 \leftarrow 10 \rightarrow i_x \rightarrow R_1 \rightarrow 8 \rightarrow TB \rightarrow 5 \rightarrow \Pi_2.$$

Внешняя связь – структурная цепь

$$M \rightarrow 9 \rightarrow R_2 \rightarrow i_v \rightarrow 10 \text{ (звено соединения связей)}.$$

Разнонаправленные стрелки в описании внутренней связи показывают направление разветвление энергии движения после звена соединения связей 10 по обеим ветвям внутренней связи.

Винтовое движение $\Phi_v(B_1\Pi_2)$ имеет незамкнутую траекторию и настраивается по всем пяти параметрам: на траекторию и скорость – органами настройки соответственно i_x и i_v ; на направление – реверсом R_1 ; на путь и исходную точку (исходное положение) – по упорам. В токарно-винторезных станках с ручным управлением под упорами понимается разметка, нанесенная на круговой линейке лимба каретки. В станках с ЧПУ упоры задаются на программноносителе, например, перфоленте или непосредственно на терминале (дисплее) устройства ЧПУ в соответствующем коде, например, ISO-7 bit.

В заключении функционального проектирования, используя принцип возможных перемещений, известный в теоретической механике как принцип Даламбера, выводят формулы настройки (ФН) для органов настройки i_x и i_v .

Орган настройки i_x . Внутренняя связь кинематической группы $\Phi_v(B_1\Pi_2)$ содержит один орган настройки. Поэтому расчетная цепь для этого органа настройки совпадает с внутренней связью. Следовательно, расчетные перемещения (РП) для органа настройки i_x имеют вид:

$$1 \text{ оборот заготовки } (B_1) \rightarrow P \text{ мм перемещения инструмента } (\Pi_2),$$

где P – шаг нарезаемой резьбы.

Тогда, уравнение кинематической цепи (УКЦ):

$$P = 1 \cdot i_x \cdot i_{01} \cdot P_{ТВ},$$

где i_{01} – произведение передаточных отношений постоянных передач расчетной цепи;

$P_{ТВ}$ – шаг тягового вала.

ФН:

$$i_x = P / i_{01} \cdot P_{ТВ}.$$

Орган настройки i_v . Расчетная цепь связывает электродвигатель M со шпинделем 3-го станка. Следовательно, РП для органа настройки i_v имеют вид:

$$n_M \text{ мин}^{-1} \rightarrow n_w \text{ мин}^{-1} (B_1).$$

Тогда, УКЦ:

$$n_w = n_M \cdot i_v \cdot i_{02},$$

где i_{02} – произведение передаточных отношений постоянных передач расчетной цепи.

ФН:

$$i_v = n_w / n_M \cdot i_{02}.$$

Современные универсальные токарно-винторезные станки включают еще три частные структуры, реализующие классические способы продольного точения, поперечного точения и нарезания Архимедовой спирали (резьба на торцевой поверхности). Эти частные структуры посредством метода функционального проектирования также «изобретаются» на лекции.

На заключительном этапе функционального проектирования на основе использования принципов межгрупповых связей «изобретенные» частные структурные схемы объединяются в обобщенную структурную схему станка.

Список использованных источников

1. Голембиевский, А.И. Использование рейтинговой системы при изучении станочных дисциплин / А.И. Голембиевский // Инновационные технологии в образовательном процессе – опыт, методика и результаты : сб. материалов науч.-метод. конф. – Новополоцк : Полоцк. гос. ун-т, 2013. – С. 39–46.
2. Металлорежущие станки : учебник. В 2 т. / Т.М. Аврамова [и др.] ; под ред. В.В. Бушуева. – Т. 1. – М. : Машиностроение, 2012. – 608 с.
3. Ефремов, В.Д. Металлорежущие станки : учебник / В.Д. Ефремов, В.А. Горохов, А.Г. Схиртладзе ; под общ. ред. П.И. Ящерицына. – Старый Оскол : ТНТ, 2017. – 695 с.
4. Голембиевский, А.И. Эволюция познания и методики преподавания дисциплины металлорежущие станки / А.И. Голембиевский // Вестник Полоцкого гос. университета. Серия В. Прикладные науки. – 2016. – № 3. – С. 2–11.