

МАШИНОВЕДЕНИЕ И МАШИНОСТРОЕНИЕ

УДК 621.9.06+372.8

**МЕТОДИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
СОВРЕМЕННОЙ ПАРАДИГМЫ ПОЗНАНИЯ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ
В НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЕ ИЗОБРЕТЕНИЙ****канд. техн. наук, проф. А.И. ГОЛЕМБИЕВСКИЙ**
(Полоцкий государственный университет)

Рассматривается возможность использования современной парадигмы познания металлорежущих станков в научно-технической экспертизе изобретений в станковедении. Целесообразность использования названной парадигмы подтверждается высоким уровнем кумулятивности научно-технической экспертизы изобретений. Наиболее рационально использование данной парадигмы при патентной защите металлорежущих станков при представлении их в форме кинематико-компоновочных схем. На конкретных примерах зубообрабатывающих станков, признанных изобретениями и защищенных патентами, рассматривается методика составления описания и формулы изобретения в терминах современной парадигмы познания.

Ключевые слова: научно-техническая экспертиза изобретений, кумулятивность, парадигма познания станочного оборудования, терминология парадигмы, кинематическая структура, методика составления описания и формулы изобретения.

Введение. Научно-техническая экспертиза изобретений (НТЭ) обладает высокой кумулятивностью, т.е. способностью «...полностью или частично, но без изменений включать в свой состав содержание других научных дисциплин» [1]. Это свойство НТЭ подтверждается также нормативным актом [2], обязывающим при изложении всех разделов описания заявляемого изобретения «...использовать термины, общепринятые в данной области техники». В настоящее время в НТЭ при описании изобретений к патентам, защищающим металлорежущие станки как целостные объекты реальной действительности, доминирует парадигма познания металлорежущих станков, основанная на научном направлении, называемом кинематикой металлорежущих станков. Ее основоположником является профессор Г.М. Головин. Используя принцип возможных перемещений, известный в теоретической механике как принцип Даламбера, он разработал единую теорию настройки металлорежущих станков [3]. Эта теория рассматривает кинематическую структуру станка как совокупность составляющих ее кинематических цепей, связывающих исполнительные органы станка между собой и с источниками механической энергии и определяемых из возможности составления уравнения кинематического баланса на основе единой формулы настройки.

Наряду с выводом формул настройки эта теория до настоящего времени используется в НТЭ для объяснения физической сущности работы металлорежущих станков. Определенные сомнения в корректности такого использования теории настройки высказывал ее автор. Описывая работу станка для точения резьбы (червяка) чашечным резцом типа долбяка, он отмечает [3]: «Достоинством внимания здесь оказывается и то обстоятельство, что при выполнении резьбовых работ шаг (nt) изготавливаемой резьбы оказывается получающимся независимо от подачи (s), при которой производится обработка. Это парадоксальное явление может быть объяснено тем обстоятельством, что возникающий при этом процесс распадается на составляющие его части, одной из которых является копирование инструментом и заготовкой в каждый отдельный момент, независимо от участия в процессе движения подачи, работы червячной передачи, а второй – процесс резания, обеспечиваемый подачей независимо от того, участвует ли инструмент и заготовка в копировании работы червячной передачи или же нет». Данное парадоксальное явление, по существу, является противоречием между кинематической структурой технической системы (металлорежущего станка), рассматриваемой на основе принципа возможных перемещений, и функцией (принципом работы) этой системы, основанной на ином законе теоретической механики. Это противоречие разрешил профессор А.А. Федотенок, разработавший на основе закона разветвления энергии движения в механических цепях современную теорию кинематической структуры металлорежущих станков [4]. По этой теории кинематика станка – это объединение кинематических групп, каждая из которых воспроизводит конкретное элементарное (вращательное или поступательное) или сложное, состоящее из элементарных, формообразующее или вспомогательное движение, характеризующееся вполне определенными настраиваемыми параметрами. В общем случае таких параметров пять: траектория, направление,

Формула изобретения в символах современной парадигмы познания. Станок для долбления зубчатых колес, содержащий кинематическую группу поступательно-возвратного движения смонтированной в суппорте гильзы, несущей шпиндель долбяка, кинематически связанный посредством внутренней связи группы обката с делительным столом, кинематическую группу, включающую кулачковый механизм качательного движения суппорта относительно оси червяка делительной передачи шпинделя, при этом профиль кулачка кулачкового механизма выполнен в виде двух дуг, разделенных переходными кривыми, одна из дуг соответствует поступательному движению гильзы, а другая – ее возвратному движению, **отличающийся** тем, что обе дуги профиля кулачка выполнены по архимедовой спирали, конечный радиус дуги, соответствующей поступательному движению гильзы, больше ее начального радиуса, а начальный радиус дуги, соответствующий возвратному движению гильзы, больше ее конечного радиуса, причем разность радиусов для обеих дуг одинакова.

Описание изобретения в символах современной парадигмы познания. В суппорте 3 смонтирована с возможностью поступательно-возвратного движения гильза 4, в которой установлен шпиндель 1, несущий долбяк. Суппорт закреплен на стойке 20 с обеспечением качательного движения относительно оси червяка делительной передачи 10 шпинделя 1. Качательное движение шпинделя осуществляется кулачковым механизмом, включающим кулачок 14, толкатель 13, соединенный шарниром 12 с суппортом 3, и пружину, обеспечивающую силовое замыкание.

Кинематическая структура станка включает сложные формообразующие группы $\Phi_v(P_1P_2)$, $\Phi_s(B_6B_5)$ и простую группу врезания $Vp(P_4)$.

Группа $\Phi_v(P_1P_2)$ воспроизводит образующую зубчатого колеса – линию зуба по длине. Ее внутренняя связь

$$P_1 \rightarrow \text{гильза } 4 \rightarrow \text{кулисный механизм } 2 \rightarrow \text{приводной вал } 18 \rightarrow \text{передача } 16 \rightarrow \text{передача } 15 \rightarrow \\ \rightarrow \text{кулачок } 14 \text{ (орган настройки } i_y) \rightarrow \text{толкатель } 13 \rightarrow \text{шарнир } 12 \rightarrow \text{суппорт } 3 \rightarrow P_2;$$

внешняя связь

$$M_1 \rightarrow \text{передача } 19 \rightarrow \text{передача } 17 \rightarrow \text{приводной вал } 18 \text{ (звено соединения связей)}.$$

Группа настраивается: на траекторию – кулачком 14 (жесткий программноноситель); на скорость воспроизведения линии зуба – изменением круговой частоты электродвигателя M_1 ; на путь и исходную точку – изменением плеч рычагов кулисного механизма 2.

Группа $\Phi_s(B_6B_5)$ воспроизводит направляющую зубчатого колеса – профиль зубьев. Ее внутренняя связь, имитирующая зубчатое зацепление,

$$B_6 \rightarrow \text{шпиндель } 1 \rightarrow \text{передача } 10 \rightarrow \text{передача } 11 \rightarrow i_x \rightarrow \\ \rightarrow \text{делительный стол } 5 \rightarrow B_5;$$

внешняя связь

$$M_2 \rightarrow i_s \rightarrow \text{передача } 11 \text{ (звено соединения связей)}.$$

Группа настраивается: на траекторию – органом настройки i_x (гитара сменных зубчатых колес); на скорость воспроизведения профиля зубьев – органом настройки i_s ; на направление – совмещением реверсивного механизма с органом настройки i_x .

Группа $Vp(P_4)$ обеспечивает врезание долбяка на высоту зуба. Ее внутренняя связь

$$\text{направляющие станины} \rightarrow \text{продольный стол, несущий делительный стол } 6;$$

внешняя связь

$$\text{гидроцилиндр } 9 \rightarrow \text{продольный стол (звено соединения связей)}.$$

Группа настраивается: на скорость – регулируемым дросселем гидравлической схемы; на исходную точку и путь – упорами.

В структуре станка нет традиционной для зубодолбежных станков группы $Vc(P_3)$ отвода долбяка при его возвратном ходе в движении P_1 . Ее функцию (движение P_3) выполняет группа $\Phi_v(P_1P_2)$.

Настройка параметров исполнительных движений. Кулачок 14 кулачкового механизма имеет форму диска с отверстием для его установки на станке. Рабочий профиль кулачка выполнен в виде двух дуг 1 и 3, разделенных переходными кривыми 2 и 4. Дуги 1 и 3 выполнены по архимедовой спирали. При указанном направлении вращения кулачка дуга 1 соответствует движению резания в поступательно-возвратном движении P_1 долбяка, а дуга 3 – его возвратному движению. При этом конечный радиус R_2 дуги 1 больше ее начального радиуса R_1 , а конечный радиус R_4 дуги 3 меньше ее начального радиуса R_3 . Разности радиусов для обеих дуг одинаковы и равны пути l дополнительного движения P_2 долбяка. То есть $(R_2 - R_1) = (R_3 - R_4) = l$.

Путь дополнительного движения Π_2 определяется по выражению [6, п. 1]

$$l = L \cdot \operatorname{tg} \varphi,$$

где l – путь дополнительного движения Π_2 , мм;
 L – путь поступательно-возвратного движения Π_1 , мм;
 φ – угол наклона зубьев обрабатываемого колеса, град.

Таким образом, разности радиусов $(R_2 - R_1)$ и $(R_3 - R_4)$ равны пути дополнительного радиального равномерного перемещения долбяка в движении Π_2 . Переходные кривые 2 и 4 выполнены в виде дуг окружности, радиус которой соответствует радиусу ролика толкателя кулачкового механизма.

Разности радиусов $(R_1 - R_4)$ и $(R_2 - R_3)$ равны пути отвода долбяка в движении Π_3 . Следовательно, при приведенном выполнении кулачка его профиль как жесткий, физический программноситель несет информацию о двух элементарных движениях Π_2 и Π_3 , которые в соответствии со способом зубодолбления [7] должны осуществляться синхронно и синфазно с движением Π_1 . Причем движение Π_2 совместно с движением Π_1 образует сложное формообразующее движение $\Phi_1(\Pi_1\Pi_2)$, воспроизводящее линию зуба нарезаемого колеса по делительному конусу.

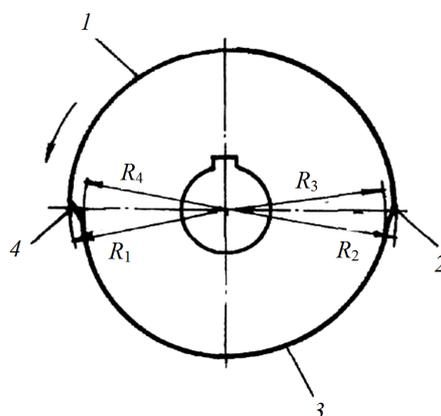


Рисунок 2. – Орган настройки траектории движения $\Phi_1(\Pi_1\Pi_2)$

Орган настройки i_x . Расчетная цепь совпадает с внутренней связью группы $\Phi_3(B_6B_5)$. Расчетные перемещения (РП) моделируют зубчатое зацепление:

$$1 \text{ об. долбяка } (B_1) \rightarrow \frac{z_u}{z \text{ об. заготовки колеса } (B_2)},$$

где z_u – число зубьев долбяка;
 z – число зубьев нарезаемого колеса.
Тогда уравнение кинематической цепи (УКЦ)

$$\frac{z_u}{z} = 1 \cdot c_1 \cdot i_x,$$

где c_1 – произведение передаточных отношений постоянных передач расчетной цепи.
Откуда формула настройки (ФН)

$$i_x = \frac{z_u}{c_1 \cdot z}.$$

Орган настройки i_s . Расчетная цепь связывает электродвигатель M_2 со шпинделем I долбяка. Следовательно, РП

$$n_M \text{ мин}^{-1} \text{ электродвигателя } M_2 \rightarrow \frac{s}{\pi \cdot t \cdot z_u} \text{ мм/мин.}$$

Тогда УКЦ

$$\frac{s}{\pi \cdot t \cdot z_u} = c_2 \cdot n_M \cdot i_s.$$

Откуда ФН

$$i_s = \frac{s}{c_2 \cdot n_M \cdot \pi \cdot m \cdot z_u},$$

где s – круговая подача долбяка, мм/мин;

m – модуль нарезаемых зубьев, мм;

c_2 – произведение передаточных отношений постоянных передач расчетной цепи.

Станок работает следующим образом. Электродвигатель M_1 по внешней связи группы $\Phi_1(\Pi_1\Pi_2)$ через звено соединения связей – приводной вал – сообщает движение 18 во внутреннюю связь группы. В итоге посредством кулисного механизма 2 долбяк получает поступательно-возвратное движение Π_1 и синхронно с ним посредством кулачкового механизма поступательно-возвратное радиальное движение, представляющее собой геометрическую сумму дополнительного равномерного движения Π_2 и поступательно-возвратного движения Π_3 подвода–отвода долбяка на участках верхнего и нижнего перебегов. В итоге долбяк совершает поступательно-возвратное движение по траектории в виде прямой, наклоненной к оси заготовки на угол, равный углу наклона зубьев колеса. Затем при включении электродвигателя M_2 по внешней связи группы $\Phi_2(B_6B_5)$ через звено соединения связей долбяку и делительному столу с заготовкой сообщается движение обката со скоростью круговой подачи, состоящее из согласованных вращений B_5 делительного стола и B_6 долбяка. Движение обката обеспечивает воспроизведение профиля зубьев колеса. Одновременно на этапе врезания на высоту зубьев делительному столу сообщается движение Π_4 посредством гидроцилиндра 9. По окончании этапа врезания в течение полного оборота делительного стола выполняется профилирование цилиндрического зубчатого колеса с наклонными зубьями.

При выполнении кулачкового механизма со сменным кулачком на станке можно обрабатывать цилиндрические зубчатые колеса с различными углами наклона зубьев при соответствующем профилировании сменных кулачков. В кулачковом механизме можно использовать также кулачок, у которого дуги 1 и 3 рабочего профиля имеют иную форму. Это позволяет нарезать зубчатые колеса с бочкообразными зубьями. А при использовании кулачка, у которого рабочие профили выполнены в виде дуг окружностей, можно нарезать традиционные зубчатые колеса с линией зуба на делительном цилиндре. В этом случае сложная формообразующая группа $\Phi_1(\Pi_1\Pi_2)$ преобразуется в простую $\Phi_1(\Pi_1)$. Одновременно образуется группа отвода–подвода (радиального «отскока») долбяка $Bc(\Pi_3)$, обеспечивающая отвод долбяка при его возвратном ходе в движении Π_1 .

Данное техническое решение по сравнению с прототипами имеет более широкие технические возможности за счет обработки зубчатых колес с наклонными зубьями. Достигается это тем, что благодаря дополнительному равномерному движению долбяка синхронно с его движением подвода–отвода на участках перебега в движении воспроизведения линии зубьев колеса последнее, оставаясь в плоскости оси заготовки, образует с ней угол, по которому определяется путь дополнительного движения долбяка. На рисунке 3 приведена структурная схема зубофрезерного станка для обработки цилиндрических зубчатых колес по патенту [8].

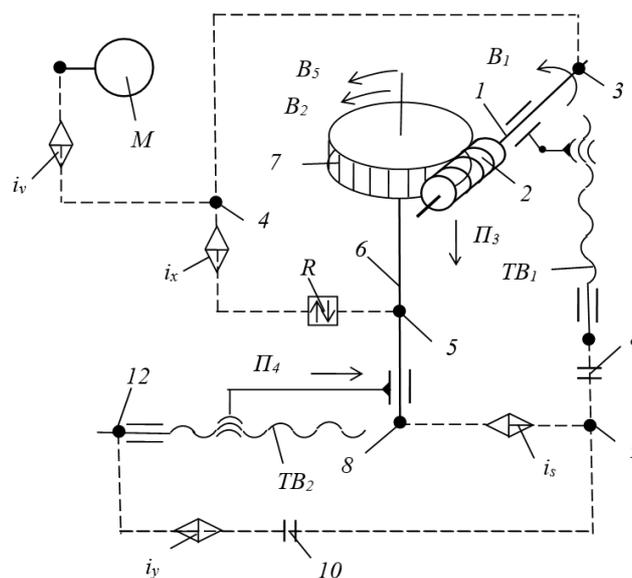


Рисунок 3. – Структурная схема зубофрезерного станка для обработки цилиндрических колес

Формула изобретения по патенту. Станок для нарезания цилиндрических зубчатых колес, включающий инструментальный шпиндель с закрепленной в нем червячной фрезой, кинематически связанной цепью обката с делительным столом, несущим зубчатое колесо, при этом инструментальный шпиндель установлен с возможностью продольного перемещения вдоль оси делительного стола от тягового механизма продольного перемещения, кинематически связанного цепью подачи с делительным столом, и радиального перемещения перпендикулярно оси делительного стола от тягового механизма радиального перемещения, **отличающийся** тем, что тяговые механизмы радиального и продольного перемещений инструментального шпинделя соединены между собой кинематической цепью, содержащей орган настройки.

Формула изобретения в символах современной парадигмы познания. Станок для нарезания цилиндрических зубчатых колес, содержащий формообразующие группы обката, воспроизводящей профиль зубьев нарезаемых колес, и продольной подачи, воспроизводящей линию зубьев, причем обе формообразующие группы соединены общим электродвигателем, группа обката внутренней связью кинематически соединяет инструментальный шпиндель червячной фрезы с делительным столом, несущим заготовку нарезаемого колеса, при этом инструментальный шпиндель установлен с возможностью продольного перемещения вдоль оси делительного стола от тягового механизма продольного перемещения, кинематически связанного цепью подачи с делительным столом, и радиального перемещения перпендикулярно оси делительного стола от тягового механизма радиального перемещения, **отличающийся** тем, что тяговые механизмы радиального и продольного перемещений инструментального шпинделя соединены между собой кинематической цепью, содержащей орган настройки.

Описание изобретения в символах современной парадигмы познания. Кинематическая структура станка с механическими связями содержит сложные (двухэлементарные) формообразующие группы $\Phi_v(B_1B_2)$ и $\Phi_s(P_3P_4)$, связанные между собой общим электродвигателем.

Группа скорости резания $\Phi_v(B_1B_2)$ воспроизводит образующую (профиль зубьев). Ее внутренняя связь

$$B_1 \rightarrow \text{шпиндель } 1 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow i_x \rightarrow R \rightarrow \text{делительный стол } 5 \rightarrow B_2;$$

внешняя связь

$$M \rightarrow i_v \rightarrow 3 \text{ (звено соединения связей)}.$$

Группа настраивается: на траекторию и скорость воспроизведения образующей – органами настройки i_x и i_v соответственно; на направление – реверсом R .

Группа подачи $\Phi_s(P_3P_4)$ воспроизводит направляющую (делительную линию зуба на конусе). Ее внутренняя связь

$$P_3 \rightarrow \text{суппорт фрезы} \rightarrow \text{тяговый вал } TB_1 \rightarrow \text{муфта } 8 \rightarrow 9 \rightarrow \text{муфта } 10 \rightarrow i_y \rightarrow \text{тяговый вал } TB_2 \rightarrow P_4;$$

внешняя связь

$$M \rightarrow i_v \rightarrow 4 \rightarrow i_x \rightarrow R \rightarrow 5 \rightarrow 8 \rightarrow i_s \rightarrow 9 \text{ (звено соединения связей)}.$$

Группа настраивается: на траекторию и скорость воспроизведения направляющей – органами настройки i_y и i_s соответственно; на путь и исходное положение – по упорам системы управления.

В станках с механическими связями органы настройки на траекторию обоих формообразующих движений и органы настройки на скорости резания и подачи, как правило, выполняют в виде гитар сменных зубчатых колес.

Выведем формулы настройки (ФН) для органов настройки i_x, i_v, i_y, i_s .

Орган настройки i_x . Расчетная цепь совпадает с внутренней связью группы $\Phi_v(B_1B_2)$. Расчетные перемещения (РП) моделируют червячное зацепление:

$$1 \text{ об. фрезы } (B_1) \rightarrow \frac{k}{z \text{ об. заготовки колеса } (B_2)},$$

где k – число заходов червячной фрезы;

z – число зубьев нарезаемого колеса.

Тогда уравнение кинематической цепи (УКЦ)

$$\frac{k}{z} = 1 \cdot c_1 \cdot i_x,$$

где c_1 – произведение передаточных отношений постоянных передач расчетной цепи.

Откуда ФН

$$i_x = \frac{k}{c_1 \cdot z}.$$

Орган настройки i_v . Расчетная цепь связывает электродвигатель M со шпинделем фрезы (B_1). Следовательно, РП

$$n_M \text{ мин}^{-1} \text{ электродвигателя } M \rightarrow n_\phi \text{ мин}^{-1} (B_1).$$

Тогда УКЦ

$$n_\phi = n_M \cdot c_2 \cdot i_v.$$

Откуда ФН

$$i_v = \frac{n_\phi}{c_2 n_M},$$

где c_2 – произведение передаточных отношений постоянных передач расчетной цепи.

Орган настройки i_y . Расчетная цепь совпадает с внутренней связью группы $\Phi_s(P_3P_4)$. Следовательно, РП

$$L \text{ мм перемещения суппорта } (P_3) \rightarrow l \text{ мм перемещения суппорта } (P_4),$$

где $l = L \cdot \operatorname{tg} \varphi$; l – путь дополнительного движения P_4 , мм;

L – путь движения P_3 , мм;

φ – угол наклона зубьев заготовки обрабатываемого колеса, град [7, п. 1].

Тогда УКЦ

$$l = L \cdot c_3 \cdot i_y,$$

где c_3 – произведение передаточных отношений постоянных передач расчетной цепи.

Откуда ФН

$$i_y = \frac{l}{c_3 \cdot L}.$$

Орган настройки i_s . Расчетная цепь связывает суппорт фрезы с делительным столом обрабатываемой заготовки. Следовательно, РП

$$1 \text{ об. заготовки} \rightarrow s_n \text{ перемещения фрезы } (P_3).$$

Тогда УКЦ

$$s_n = 1 \cdot c_4 \cdot i_s \cdot t_{TB},$$

где c_4 – произведение передаточных отношений постоянных передач расчетной цепи;

t_{TB} – шаг тягового вала I_2 .

Откуда ФН

$$i_s = \frac{s_n}{c_4 \cdot t_{TB}}.$$

Станок работает следующим образом. По циклу обработки после установки заготовки на делительном столе включается электродвигатель M . Движение от электродвигателя по внешней связи группы $\Phi_v(B_1B_2)$ через звено соединения связей 4 сообщается во внутреннюю связь этой группы. В итоге шпиндель фрезы 2 получает вращательное движение B_1 , а шпиндель 6 делительного стола, несущего заготовку 7 , – вращательное движение B_2 , согласованное с движением B_1 . Согласованные движения B_1 и B_2 воспроизводят профиль зубчатого венца со скоростью, заданной органом настройки i_v . Затем после включения муфт 8 и 10 движение от электродвигателя M по внешней связи группы подачи через звено соединения связей 9 сообщается во внутреннюю связь этой группы. В итоге суппорт фрезы получает два согласованных между собой движения – продольное P_3 и радиальное P_4 – со скоростью, заданной органом настройки i_s . В результате профиль каждого зуба будет воспроизводиться по линии зуба, представляющей собой результирующую траекторию движений P_3 и P_4 , наклоненной к оси заготовки на заданный при настройке угол, т.е. по делительному конусу.

Структурная схема станка может также настраиваться для обработки винтовых (косозубых) цилиндрических колес с наклонными зубьями. Для этого формообразующее движение скорости резания

$\Phi_v(B_1B_2)$ преобразуется к виду $\Phi_v(B_1B_2 \pm B_5)$, где B_5 – дополнительный поворот заготовки для получения правой или левой винтовой линии зуба. При этом формообразующее движение подачи $\Phi_s(P_3P_4)$ остается неизменным, но становится математически связанным с движением B_5 и, следовательно, с формообразующим движением $\Phi_v(B_1B_2 \pm B_5)$. В этом случае при алгебраическом сложении движений ($B_2 \pm B_5$) на делительном столе изменяются РП для органа настройки i_x .

При обработке косозубого цилиндрического колеса за один оборот заготовки (движение B_2) червячная фреза совершает $\frac{k}{z}$ оборотов (движение B_1) и перемещается на величину s мм (движение P_3) по направляющей цилиндра. Для получения винтовой линии на обрабатываемом цилиндрическом зубчатом колесе при перемещении фрезы на величину s заготовка должна дополнительно повернуться на $\frac{s}{T}$ оборота (движение B_5), что соответствует дополнительному повороту фрезы на величину $\pm \left(\frac{k}{z} \right) \cdot \left(\frac{s}{T} \right)$.

Следовательно, РП для расчетной цепи, совпадающей с внутренней связью группы обката $\Phi_v(B_1B_2 \pm B_5)$, преобразуются к виду

$$1 \text{ оборот шпинделя заготовки } (B_2 \pm B_5) \rightarrow \frac{k}{z \left(1 \pm \frac{s}{T} \right)} \text{ оборота червячной фрезы } (B_1).$$

Тогда УКЦ

$$\frac{k}{z \left(1 \pm \frac{s}{T} \right)} = 1 \cdot c_1 \cdot i_x,$$

где T – шаг винтовой линии обрабатываемых зубьев.

Откуда ФН

$$i_x = \frac{c_1 \cdot k}{z \left(1 \pm \frac{s}{T} \right)}.$$

На станке можно обрабатывать также традиционные цилиндрические зубчатые колеса с линией зуба на делительном цилиндре. Для этого достаточно посредством муфты 10 отключить тяговый вал TB_2 , обеспечивающий движение P_4 радиальной подачи делительного стола. В итоге сложная группа $\Phi_s(P_3P_4)$ преобразуется в простую группу продольной подачи $\Phi_s(P_3)$, осуществляющей перемещение фрезы по траектории, параллельной оси нарезаемого колеса.

При нарезании червячных колес муфтой 8 отключают тяговый вал TB_1 , обеспечивающий движение P_3 продольной подачи. В итоге сложная группа $\Phi_s(P_4)$ преобразуется в простую группу радиальной подачи $\Phi_s(P_4)$, осуществляющей радиальное врезание фрезы на высоту зуба колеса.

Данное техническое решение по сравнению с прототипами имеет более широкие технические возможности за счет обработки зубчатых колес с наклонными зубьями. Достигается это тем, что традиционная для зубофрезерных станков простая группа продольной подачи $\Phi_s(P_4)$ заменена сложной двухэлементарной группой $\Phi_s(P_3P_4)$. В результате благодаря одновременному согласованному поступательному движению червячной фрезы и делительного стола в двух взаимно перпендикулярных плоскостях линия зубьев колеса воспроизводится под углом к оси заготовки.

Заключение. Показано, что НТЭ кумулятивно, т.е. полностью или частично, но без изменений, включает в свой состав содержание других научных дисциплин. В частности, в НТЭ при описании кинематической структуры изобретений к патентам, защищающим металлорежущие станки как целостные объекты реальной действительности, доминирует парадигма [3], основанная на научном направлении, называемом кинематикой металлорежущих станков, базирующейся на известном в теоретической механике принципе возможных перемещений. По данной парадигме кинематика станка рассматривается как совокупность настраиваемых кинематических цепей. Показано, что последующая теория кинематической структуры металлорежущих станков [4], разработанная на основе закона разветвления энергии движения в кинематических цепях, разрешила противоречие между кинематической структурой и функцией металлорежущих станков, характерное для доминирующей парадигмы. По теории кинематической структуры металлорежущих станков – это совокупность кинематических групп, каждая из которых воспроизводит вполне определенное исполнительное движение. Достоинство этой теории – включение

в ее содержания теории настройки. Таким образом, строго на научной основе происходит эволюционная смена доминирующей парадигмы познания металлорежущих станков современной парадигмой, основанной на фундаментальных положениях теоретической механики. Рассмотрена возможность использования современной парадигмы познания металлорежущих станков НТЭ изобретений в станковедении. На примерах кинематической структуры зубообрабатывающих станков, признанных изобретениями, предложена методика составления формулы изобретения и его описание в терминах названной парадигмы. При этом при описании изобретений используется логико-математическая символика, характерная для общей теории систем. С целью повышения уровня информативности описания изобретений предложено включение в их содержание выводов формул настройки исполнительных органов станков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ракитов, А.И. Философские проблемы науки / А.И. Ракитов. – М. : Мысль, 1977. – 269 с.
2. Указания по составлению заявки на изобретение (ЭЗ-1-74) / Вопросы изобретательства. – 1974. – № 5. – С. 22–64.
3. Головин, Г.М. Кинематика станков / Г.М. Головин. – М. : МВТУ имени Баумана, 1946. – 253 с.
4. Федотенок, А.А. Кинематическая структура металлорежущих станков / А.А. Федотенок. – Изд. второе. – М. : Машиностроение, 1970. – 453 с.
5. Голембиевский, А.И. О выполнении чертежей к описаниям изобретений, объектом которых являются металлорежущие станки / А.И. Голембиевский // Вопросы изобретательства. – 1980. – № 7. – С. 5–6.
6. Голембиевский, А. Эволюция парадигмы познания металлорежущих станков / А. Голембиевский. – Саарбрюккен : Academic Publishing Lap Lambert, 2019. – 149 с.
7. Способ долбления зубчатых колес и станок для его осуществления : пат. 3343 (BY) : В 23F 5/00 / А.И. Голембиевский, Ю.Я. Сидоренков, Г.В. Рейтер, А.К. Звонко ; дата публ.: 20.12.1999.
8. Способ нарезания цилиндрических зубчатых колес и станок для его реализации : пат. 6134 (BY) : В 23F 5/22 / А.И. Голембиевский ; дата публ. 29.12.2003.

Поступила 22.06.2020

METHOD OF USING THE MODERN PARADIGM KNOWLEDGE OF METAL-CUTTING MACHINES IN SCIENTIFIC AND TECHNICAL BACKGROUND OF THE INVENTIONS

A. GOLEMBIEVSKY

The possibility of using the modern paradigm of knowledge of metal cutting machines in the scientific and technical examination of inventions in machine tool science is considered. The feasibility of using the named paradigm is confirmed by the high level of scientific and technical expertise of inventions. The most rational use of this paradigm in the patent processing of metal cutting machines, when presenting them in the form of kinematic-layout schemes. In specific examples of gear machines that are recognized and protected from parasitic diseases, there is a methodology for writing descriptions and formulas in terms of a modern paradigm.

Keywords: *scientific and technical examination of inventions, cumulateness, paradigm of knowledge of machine tools, paradigm terminology, kinematic structure, methodology for the description and claims.*