

**ОПИСАНИЕ
ИЗОБРЕТЕНИЯ
К ПАТЕНТУ**
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



(19) **ВУ** (11) **3343**

(13) **С1**

(51)⁶ В 23F 5/00,
В 23F 5/12

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПАТЕНТНЫЙ
КОМИТЕТ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

(54) **СПОСОБ ДОЛБЛЕНИЯ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС И СТАНОК ДЛЯ ЕГО
ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ**

(21) Номер заявки: 970080

(22) 1997.02.18

(46) 2000.06.30

(71) Заявители: Полоцкий государственный университет, Витебский станкостроительный завод имени Коминтерна (ВУ)

(72) Авторы: Голембиевский А.И., Сидоренков Ю.Я., Рейтер Г.В., Звонко А.К. (ВУ)

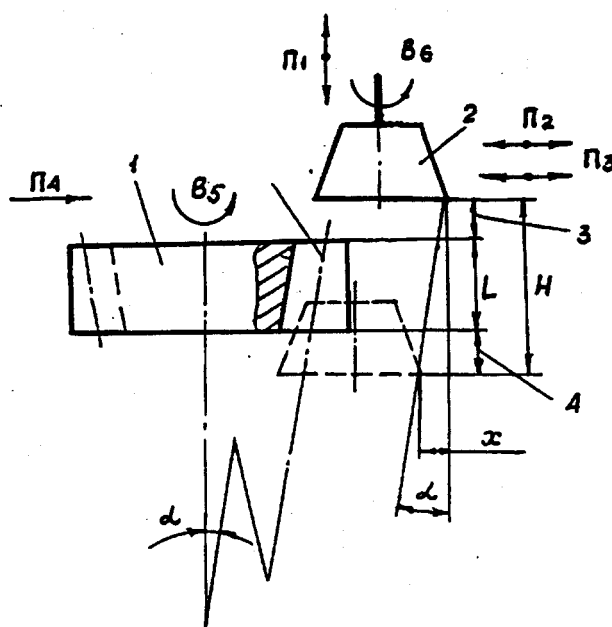
(73) Патентообладатели: Полоцкий государственный университет, Витебский станкостроительный завод имени Коминтерна (ВУ)

(57)

1. Способ долбления зубчатых колес в условиях обката, включающий поступательно-возвратное движение долбяка и синхронное с ним радиальное движение подвода-отвода долбяка на участках его верхнего и нижнего перебегов в поступательно-возвратном движении, отличающийся тем, что долбяку сообщают дополнительное равномерное движение в направлении его подвода-отвода, которое синхронизируют с поступательно-возвратным движением, причем путь дополнительного движения определяют по зависимости:

$$x = H \cdot \operatorname{tg} \alpha,$$

где x - путь дополнительного движения,
 H - путь поступательно-возвратного движения,
 α - угол наклона зуба обрабатываемого колеса.



Фиг. 1

ВУ 3343 С1

2. Станок для долбления зубчатых колес, содержащий суппорт, несущий подвижную в осевом направлении гильзу, в которой смонтирован с возможностью вращения шпиндель долбяка, суппорт установлен с возможностью качательного движения относительно оси червяка делительной передачи шпинделя от кулачкового механизма, кинематически связанного с ведущим звеном кулисного механизма привода поступательно-возвратного движения гильзы, 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, соответствующей возвратному движению гильзы, больше ее конечного радиуса, причем разность радиусов для обеих дуг одинакова.

(56)

1. SU 475761 B1, 1975.

2. FR 2092985 A, 1972.

3. Голембиевский А. И. Системный анализ процесса зубодолбления. - Мн.: Наука и техника, 1993. - С. 9-10.

4. Голембиевский А. И. Системный анализ процесса зубодолбления. - Мн.: Наука и техника, 1993. - С. 37-69.

Заявляемые объекты относятся к станкостроению и могут быть использованы для обработки цилиндрических зубчатых колес.

Известен способ долбления зубчатых колес в условиях обката поступательно-возвратно движущимся долбяком при его касательном движении врезания [1] и станок для его осуществления [2].

Указанные объекты не позволяют обрабатывать зубчатые колеса внутреннего зацепления из-за неосуществимости касательного движения врезания долбяка в отверстии обрабатываемой заготовки.

Названный недостаток устранен в способе долбления зубчатых колес в условиях обката, включающем поступательно-возвратное движение долбяка, синхронное с ним радиальное движение подвода-отвода долбяка на участках его верхнего и нижнего перебегов в поступательно-возвратном движении и радиальное движение врезания [3].

Станок [4] для осуществления известного способа содержит суппорт, несущий подвижную в осевом направлении гильзу, в которой смонтирован с возможностью вращения шпиндель долбяка. Суппорт установлен с возможностью качательного движения относительно оси червяка делительной передачи шпинделя. Это движение осуществляется кулачковым механизмом, кулачок которого кинематически связан с ведущим звеном кулисного механизма привода поступательно-возвратного движения гильзы. Профиль кулачка выполнен в виде двух дуг окружностей, разность радиусов которых составляет амплитуду качания долбяка, и двух переходных кривых. Дуга большего радиуса соответствует положению долбяка при резании, дуга меньшего радиуса - его положению при холостом ходе, а переходные кривые - качанию долбяка между этими положениями на участках верхнего и нижнего перебегов в поступательно-возвратном движении.

В процессе работы станка долбяк совершает поступательно-возвратное движение и синхронно с ним радиальное качательное движение на участках верхнего и нижнего перебегов.

В результате при поступательном движении долбяк последовательно на участке верхнего перебега подводится к заготовке, на пути, соответствующем высоте нарезаемого колеса, воспроизводит линию зуба цилиндрического колеса и на участке нижнего перебега отводится от заготовки. При возвратном движении долбяк выводится в начальное положение для повторения цикла.

В итоге указанных движений при одновременном движении обката осуществляется процесс обработки прямозубого цилиндрического колеса.

Таким образом, технические возможности известного способа и станка для его осуществления ограничены обработкой прямозубых цилиндрических колес.

Задача, решаемая изобретением, - расширение технических возможностей известных объектов за счет обработки цилиндрических прямозубых колес с наклонным по делительной окружности зубом.

Цилиндрические прямозубые колеса с наклонным зубом позволяют регулировать боковой зазор посредством их осевого смещения, что обеспечивает в пределах срока службы получение минимального бокового зазора и минимальной циклической ошибки. Это обусловило применение таких колес в передачах, от которых требуется высокая точность, например реверсируемые и отчетные передачи металлорежущих станков.

Решение поставленной задачи достигается тем, что в известном способе долбления зубчатых колес в условиях обката, включающем поступательно-возвратное движение долбяка и синхронно с ним радиальное движение подвода-отвода долбяка на участках его верхнего и нижнего перебегов в поступательно-возвратном движении, долбяку сообщают дополнительное равномерное движение в направлении его подвода-отвода, которое синхронизируют с поступательно-возвратным движением, причем путь дополнительного движения определяют по зависимости:

$$x = H \cdot \operatorname{tg} \alpha,$$

где x - путь дополнительного движения, мм;

H - путь поступательно-возвратного движения, мм;

α - угол наклона зуба по делительной окружности обрабатываемого колеса, град.

Решение поставленной задачи достигается также тем, что в известном станке для долбления зубчатых колес, содержащем суппорт, несущий подвижную в осевом направлении гильзу, в которой смонтирован с возможностью вращения шпindel долбяка, суппорт установлен с возможностью качательного движения относительно оси червяка делительной передачи шпинделя от кулачкового механизма, кинематически связанного с ведущим звеном кулисного механизма привода поступательно-возвратного движения гильзы, при этом профиль кулачка кулачкового механизма выполнен в виде двух дуг, разделенных переходными кривыми, одна дуга соответствует поступательному движению гильзы, а другая - ее возвратному движению, 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 определяется по зависимости, задаваемой способом долбления.

При описанном выполнении изобретений долбяк при воспроизведении линии зуба цилиндрического колеса перемещается посредством кулисного механизма вдоль оси заготовки и одновременно посредством кулачкового механизма в радиальном направлении. Величина радиального перемещения, равная разности конечных радиусов дуг профиля кулачка, определяемая согласно способу долбления через угол наклона зуба нарезаемого колеса по делительной окружности, при геометрическом сложении обеих движений обеспечивает совпадение действительной траектории долбяка с линией зуба нарезаемого колеса.

Таким образом осуществляется способ долбления цилиндрических зубчатых колес с наклонным зубом.

При анализе известных технических решений в области обкатного зубодолбления не обнаружены объекты, имеющие признаки, отличающие заявляемые изобретения от прототипов. Это позволяет сделать вывод о том, что эти изобретения обладают существенными отличиями.

На фиг. 1 приведена схема взаимодействия долбяка и заготовки; на фиг. 2 - кинематико-компоновочная схема станка; на фиг. 3 - форма профиля кулачка.

Способ долбления зубчатых колес осуществляется следующим образом. Заготовку обрабатываемого колеса 1 устанавливают в исходное положение относительно долбяка 2. Затем устанавливают режимы обработки и путь поступательно-возвратного движения долбяка, который складывается из высоты L зубчатого венца заготовки, верхнего 3 и нижнего 4 перебегов.

При обработке долбяку 2 сообщают поступательно-возвратное движение P_1 скорости резания и синхронно с ним радиальное движение P_2 подвода-отвода на участках соответственно верхнего 3 и нижнего 4 перебегов и дополнительное равномерное движение P_3 . Затем заготовке 1 сообщают движение врезания P_4 на высоту зуба и вращательное движение V_5 , которое согласовывают с вращательным движением V_6 долбяка 2.

Путь дополнительного движения P_3 устанавливают в зависимости:

$$x = H \cdot \operatorname{tg} \alpha,$$

где x - путь дополнительного движения, мм;

H - путь поступательно-возвратного движения, мм;

α - угол наклона зуба обрабатываемого колеса, град.

В результате сообщения заготовке и долбяку движений P_1 , P_2 , P_3 и правил их выполнения долбяк 2 будет воспроизводить линию зуба 5 (по делительной окружности) под углом α к оси заготовки 1. Согласованными движениями V_5 заготовки 1 и V_6 долбяка 2 линия зуба будет пе-

реносится по профилю заготовки. В итоге на заготовке будет воспроизводиться цилиндрическое прямозубое колесо с наклонным зубом.

Станок для осуществления предлагаемого способа содержит суппорт 6, несущий подвижную в осевом направлении гильзу 7, в которой смонтирован с возможностью вращения шпиндель 8 долбяка 2. Суппорт 6 смонтирован на стойке 9 с возможностью качательного движения относительно оси 10 червяка делительной передачи 11 шпинделя 8. Качательное движение суппорта осуществляется кулачковым механизмом, включающим кулачок 12, толкатель 13, соединенный шарниром 14 с суппортом, и пружину 15, обеспечивающую силовое замыкание.

Кулачок 12 кинематически связан с ведущим звеном 16 (приводной вал станка) кулисного механизма 17 привода поступательно-возвратного движения гильзы 7. Источником энергии для ведущего звена 16 является электродвигатель 18.

Делительная передача 11 шпинделя 8 посредством настраиваемой цепи обката 19 соединена с делительной передачей 20 делительного стола 21, на котором устанавливаются обрабатываемые заготовки 1. Привод круговых подач осуществляется от электродвигателя 22, кинематически связанного с цепью обката 19. Привод подачи радиального врезания на высоту зуба осуществляется от гидроцилиндра 23.

Кулачок 12 кулачкового механизма выполнен в виде диска 24 с отверстием 25 для его установки на станке (фиг. 3). Рабочий профиль кулачка очерчен двумя дугами 26 и 27, разделенными переходными кривыми 28 и 29. Дуги 26 и 27 выполнены по архимедовой спирали. При указанном направлении вращения кулачка дуга 26 соответствует поступательному движению долбяка в поступательно-возвратном движении P_1 (фиг. 1), а дуга 27 - его возвратному движению. При этом конечный радиус R_2 дуги 26 больше ее начального радиуса R_1 , а конечный радиус R_4 дуги 27 меньше ее начального радиуса R_3 . Разность радиусов для обеих дуг $R_2 - R_1$ и $R_3 - R_4$ одинакова и равна пути дополнительного движения долбяка, устанавливаемого по зависимости, приведенной в описании способа.

Переходные кривые 28 и 29 выполнены в виде дуги окружности, радиус которой соответствует радиусу ролика толкателя кулачкового механизма.

Разности радиусов $R_1 - R_4$ и $R_2 - R_3$ равны пути подвода-отвода долбяка в движении P_2 .

При очень малом угле наклона зуба нарезаемого колеса возможен частный вариант профиля кулачка. По этому варианту дуга 27, соответствующая возвратному движению долбяка, имеет постоянный радиус.

Станок работает следующим образом. После установки заготовки 1 на делительном столе 21 включается электродвигатель 18, сообщаящий вращательное движение приводному валу 16. От этого вала посредством кулисного механизма 17 сообщается поступательно-возвратное движение P_1 скорости резания долбяку 2 и синхронно с ним посредством кулачкового механизма поступательно-возвратное радиальное движение, состоящее из геометрической суммы поступательно-возвратного движения P_2 подвода-отвода долбяка на участках соответственно верхнего и нижнего перебегов и дополнительного равномерного движения P_3 . В итоге долбяк 2 будет совершать поступательно-возвратное движение по траектории в виде прямой, наклоненной по отношению к оси заготовки на угол, равный углу наклона зубьев колеса.

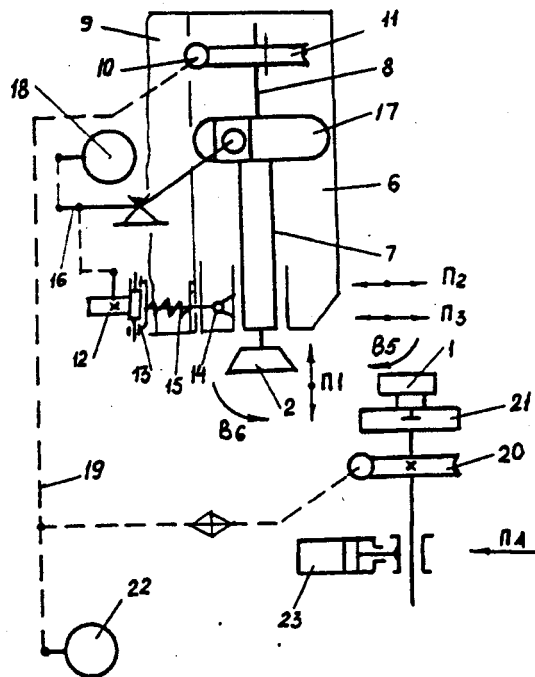
При включении электродвигателя 22 долбяку 2 и делительному столу 21 с заготовкой 1 сообщается движение обката, состоящее из согласованных вращений B_5 , делительного стола и B_6 долбяка и обеспечивающее воспроизведение профиля зубьев колеса. Одновременно посредством гидроцилиндра 23 делительному столу 21 сообщается движение врезания P_4 на высоту зуба.

По окончании этапа врезания движение P_4 отключается и в течение полного оборота заготовки осуществляется профилирование обрабатываемой заготовки.

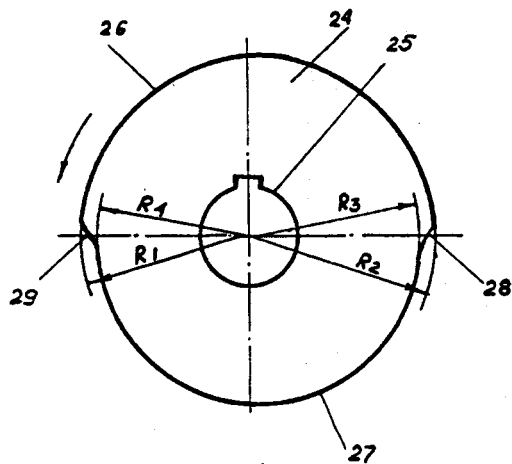
В результате описанного выполнения движений на станке осуществляется обработка цилиндрических зубчатых колес с наклонным зубом.

Заявляемые изобретения по сравнению с прототипами имеют более широкие технические возможности за счет обработки зубчатых колес с наклонным зубом. Достигается это тем, что благодаря дополнительному равномерному движению долбяка синхронно с его движением подвода-отвода на участках перебега в движении воспроизведения линии зуба колеса последняя, оставаясь в плоскости оси заготовки, образует с ней угол, по которому определяется путь дополнительного движения долбяка.

BY 3343 C1



Фиг. 2



Фиг. 3