

А.И.ГОЛЕМБИЕВСКИЙ, канд. техн. наук, проф.
Полоцкий государственный университет

ДОБЛЕНИЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС С НАКЛОННЫМИ ЗУБЬЯМИ

Цилиндрические колеса с наклонными по делительной окружности зубьями позволяют регулировать боковой зазор посредством осевого смещения. Это обеспечивает в пределах срока службы минимальные величины бокового зазора и циклической ошибки. Такие колеса используют в передачах, от которых требуется высокая кинематическая точность, например, в реверсируемых парах металлообрабатывающего оборудования.

Предлагается новый способ обработки цилиндрических колес с наклонными зубьями и наиболее рациональный путь модернизации зубодолбежных станков для его реализации. На рис. 1 приведена схема взаимодействия заготовки обрабатываемого колеса и долбяка.

Заготовка 1 устанавливается в исходное для обработки положение относительно долбяка 3. Затем определяется путь L поступательно-возвратного движения Π_1 долбяка, который складывается из высоты H зубчатого венца заготовки, верхнего K_1 и нижнего K_2 перебегов долбяка.

При обработке долбяку 3 сообщаются поступательно-возвратное движение Π_1 резания и синхронно с ним радиальное движение Π_2 подвода-отвода

на участках соответственно верхнего K_1 и нижнего K_2 перебегов, а также дополнительное равномерное движение Π_3 . Затем заготовке 1 придается движение врезания Π_4 на высоту зуба и вращательное движение B_5 , которое согласовывается с вращательным движением B_6 долбяка 3.

Путь дополнительного движения Π_3 рассчитывается по формуле

$$x = L \operatorname{tg} \alpha, \quad (1)$$

где x - путь дополнительного движения, мм; L - путь поступательно-возвратного движения, мм; α - угол наклона зубьев обрабатываемого колеса, град.

В результате сообщения заготовке и долбяку движений Π_1 , Π_2 и Π_3 долбяк 3 выполняет линию зуба 2 (по делительной окружности) под углом α к оси заготовки 1. Согласованными движениями B_5 заготовки 1 и B_6 долбяка 3 линия зуба переносится на профиль заготовки. В итоге на заготовке воспроизводится зубчатый венец цилиндрического прямозубого колеса с наклонными по делительной окружности зубьями.

На рис. 2 приведена кинематико-компоновочная схема станка, реализующая описанный способ долбления. В суппорте 3 смонтирована с возможно-

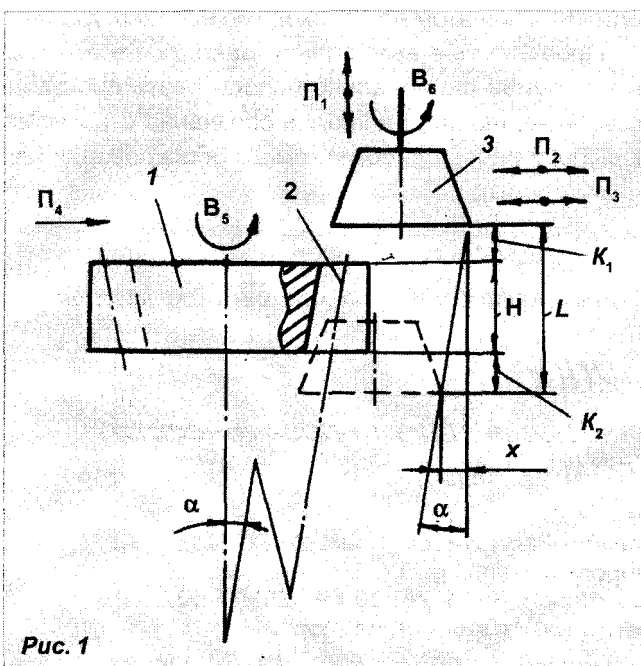


Рис. 1

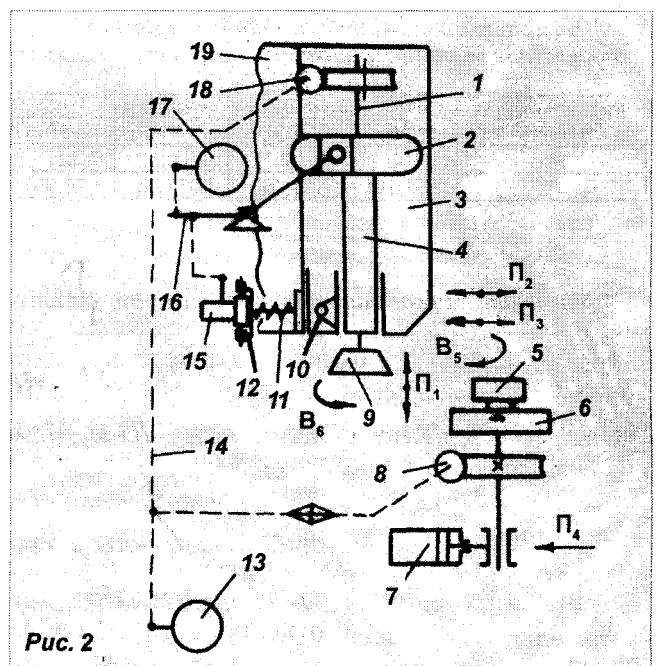
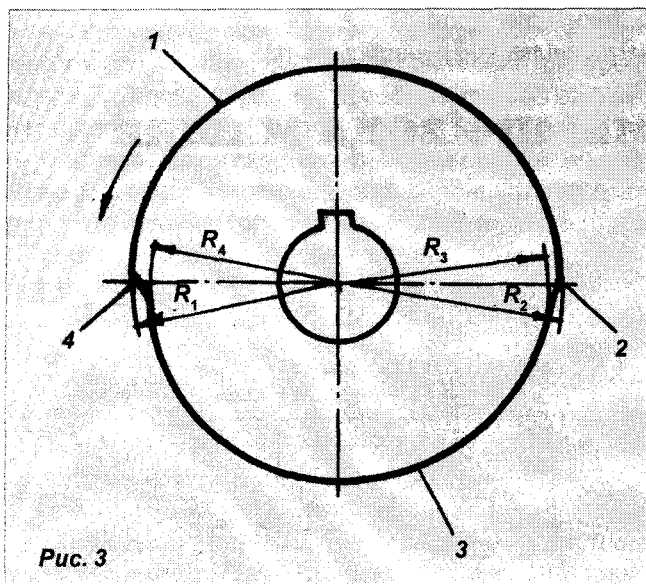


Рис. 2



стью поступательно-возвратного движения гильза 4, в которой установлен шпиндель 1, несущий долбяк 9. Суппорт закреплен на стойке 19 с обеспечением качательного движения относительно оси червяка 18 делительной червячной передачи шпинделя 1. Качательное движение суппорта осуществляется кулачковым механизмом, включающим кулачок 15, толкатель 12, соединенный шарниром 10 с суппортом, и пружину 11, обеспечивающую силовое замыкание. Кулачок 15 кинематически связан с ведущим звеном 16 (приводной вал станка) кулисного механизма 2 привода поступательно-возвратного движения гильзы 4. Источником энергии для кулисного механизма является электродвигатель 17. Червяк 18 делительной червячной передачи шпинделя посредством настраиваемой цепи обката 14 соединен с червяком 8 червячной передачи делительного стола 6, на котором устанавливаются обрабатываемые заготовки 5. Привод круговых подач обеспечивается электродвигателем 13, кинематически связанным с цепью обката. Привод радиального врезания на высоту зуба осуществляется от гидроцилиндра 7.

Кулачок кулачкового механизма имеет форму диска с отверстием для его установки на станке (рис. 3). 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 поступательному движению долбяка в поступательно-возвратном движении П, (см. рис. 1),

а дуга 3 - его возвратному движению. При этом конечный радиус R_2 дуги 1 больше ее начального радиуса R_1 , а конечный радиус Я, дуги 3 меньше ее начального радиуса R_3 . Разности радиусов для обеих дуг одинаковы и равны пути дополнительного движения долбяка, рассчитанному по формуле (1), следовательно

$$(Л_2-Л_1) = (Л_3-Л_4) = Д \operatorname{tga}.$$

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 подвода-отвода долбяка в движении П₂ (см. рис. 1).

Станок работает следующим образом (см. рис. 2). Заготовка нарезаемого колеса устанавливается на делительном столе. Затем включается электродвигатель 17, сообщая вращательное движение приводному валу 16. От этого вала долбяк 9 с помощью кулисного механизма 2 получает поступательно-возвратное движение П₁ резания и синхронно с ним посредством кулачкового механизма - поступательно-возвратное радиальное движение, представляющее собой геометрическую сумму поступательно-возвратного движения П₂ подвода-отвода долбяка на участках верхнего и нижнего перебегов и дополнительного равномерного движения П₃. В итоге долбяк совершает поступательно-возвратное движение по траектории в виде прямой, наклоненной по отношению к оси заготовки на угол, равный углу наклона зубьев колеса. При включении электродвигателя 13 долбяку и делительному столу с заготовкой сообщается движение обката со скоростью круговой подачи, состоящее из согласованных вращений V_5 делительного стола и V_6 долбяка. Движение обката обеспечивает воспроизведение профиля зубьев колеса. Одновременно на этапе врезания на высоту зубьев делительному столу придается движение врезания П₄ посредством гидроцилиндра 7. По окончании этапа врезания в течение полного оборота делительного стола выполняется профилирование цилиндрического зубчатого колеса с наклонным по делительной окружности зубом.

Описанную схему модернизации зубодолбежного станка можно также использовать при проектировании станков с ЧПУ, так как привод движений П₁, П₂, П₃, воспроизводящий линию зуба колеса, в этом случае конструктивно не изменяется.