

УДК 621.913.3:621.833

## Зубодолбление с касательным врезанием

А. И. Голембиевский

Этот способ зубодолбления улучшает условия резания и повышает стойкость долбяка. Вместе с тем переход к касательному врезанию приводит к снижению производительности зубодолбления, так как путь врезания при движении по касательной к делительным окружностям долбяка и обрабатываемого колеса больше аналогичного пути при зубодолблении с радиальным врезанием. В результате возрастает составляющая машинного времени обработки, связанная с этапом врезания.

Этот недостаток может быть устранен, для чего необходимо изменить правила выполнения движений врезания и профилирования. При зубодолблении сумма скоростей врезания и круговой подачи, определяющей скорость движения обкатывания (профилирования), на этапе врезания ограничивает прочностные возможности долбяка и механизма станка. Для достижения наибольшей производительности круговая подача задается максимально возможной по сравнению с подачей врезания, поэтому по традиции подачу врезания назначают равной 0,1...0,3 от значения круговой подачи. Принимая это во внимание, нужно изменить порядок выполнения приемов врезания и профилирования: на первом этапе обработки осуществлять только врезание, а на втором только профилирование. При этом подачу врезания назначают из условия предельных прочностных возможностей, т. е. равной 1,1...1,3 от значения круговой подачи (а. с. 697265 и 878461). Как показывают расчеты,

при таком изменении правил выполнения приемов врезания и обкатывания машинное время зубодолбления в зависимости от суммы чисел зубьев долбяка и нарезаемого колеса уменьшается в среднем в 1,5 раза благодаря существенному снижению времени врезания.

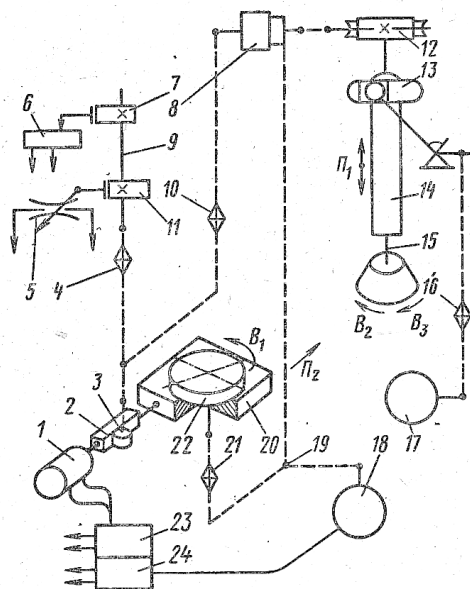
Приведенные правила рационально использовать при черновой обработке зубчатых колес для обеспечения максимальной производительности. Однако при чистовой обработке это может привести к ухудшению качества получаемых колес, так как при последовательном выполнении движений врезания и профилирования к моменту прекращения движения врезания и началу круговой подачи передачи цепи обкатывания станка находятся в ненапрянутом состоянии. Поэтому при включении круговой подачи сначала выбираются зазоры и натягиваются передачи цепи обкатывания и только после этого с некоторым смещением во времени начинается профилирование. Это приводит к тому, что последний профилируемый зуб обрабатываемого колеса смещается по шагу и утоньшается. Для устранения такого недопустимого при чистовой обработке явления возможно другое изменение правил выполнения движений на этапе врезания. При одновременном выполнении движений врезания и обката необходимо эти движения выполнять с переменными скоростями, изменяя их в противофазе. При этом врезание должно начинаться при подаче, равной 1,1...1,3 от круговой подачи, и заканчиваться при подаче, равной 0,1...0,3 от круговой подачи. Круговая подача на этапе врезания должна возрастать от нуля до максимального значения, задаваемого условиями обработки. Чтобы обеспечить максимальную производительность обработки при условии полного

использования прочностных возможностей, необходимо в течение всего этапа врезания сумму подач обоих движений сохранять постоянной. В результате этого к моменту отключения движения врезания цепь обкатывания (профилирования) будет работать с нормальной круговой подачей и составляющие ее передачи будут находиться в натянутом состоянии.

На рисунке представлена схема зубодолбежного станка (а. с. 1180190), реализующая рассмотренные выше модификации способа зубодолбления с касательным врезанием. Она содержит несколько кинематических цепей. Цепь возвратно-поступательного движения  $P_1$  долбяка связывает электродвигатель 17 через орган настройки 16 на скорость резания и кулисный механизм 13 с гильзой 14 штосселя 15, несущего долбяк. Цепь врезания согласовывает поступательное движение  $P_2$  продольного стола 20 с вращением  $B_2$  штосселя 15 долбяка. Эта цепь включает в себя зубчато-реечную передачу 3—2, гитару сменных зубчатых колес 10, планетарный суммирующий механизм 8 и червячную передачу 12. Привод касательного врезания осуществляется от гидроцилиндра 1, шток которого выполнен совместно с рейкой 2, закрепленной на продольном столе 20. Цепь обкатывания согласовывает вращение  $B_1$  делительного стола 22 с вращением  $B_3$  штосселя 15. Эта цепь включает в себя гитару сменных зубчатых колес 21, планетарный суммирующий механизм 8 и червячную передачу 12.

Привод круговых подач осуществляется от управляемого электродвигателя 18, кинематически связанного с цепью обкатывания через общее звено 19. Штоссель долбяка может одновременно участвовать в двух движениях, поэтому цепи врезания и обкатывания имеют общий участок с планетарным суммирующим механизмом 8.

Управление движениями врезания и профилирования осуществляется от устройства, состоящего из блока электропривода 23, гидростанции 24 и блока управления, содержащего два регулятора скорости. Регулятор 5 содержит



дрессель, заслонка которого управляется кулачком 11, а регулятор 6 содержит переменный резистор, ползушка которого управляется от кулачка 7. На сменных кулачках 11 и 7 задана программа управления скоростью врезания и круговой подачи, а их взаимная ориентация на распределительном валу 9 определяет последовательность выполнения движений врезания и профилирования в соответствии с принятыми правилами. Распределительный вал с помощью гитары сменных зубчатых колес 4 связан с приводом врезания.

При включении электродвигателя 17 возвратно-поступательное движение резания передается на штоссель долбяка. Затем блок управления включает гидроцилиндр 1, сообщающий движение  $\Pi_2$  продольному столу 20. Одновременно по цепи врезания сообщается вращение  $B_2$  штосселю долбяка и через гитару сменных зубчатых колес 4 распределительному валу 9.

При включении электродвигателя 18 сообщается движение в цепь обкатывания штосселю 15 (движение  $B_3$ ) и делительному столу 22 (движение  $B_1$ ). На этапе врезания скорость этого движения и круговая подача будут изменяться в соответствии с программой, заданной на кулачках 11 и 7.

По окончании врезания долбяка на высоту зуба гидроцилиндр отключается и движения  $\Pi_2$  и  $B_2$  прекращаются. К этому моменту круговая подача движения профилирования имеет рабочее значение. Согласованные движения  $B_1$  и  $B_3$  в совокупности с движением  $\Pi_1$  обеспечивают в течение одного оборота заготовки профилирование ее зубьев.

Станок может быть оснащен иным устройством управления, например системой ЧПУ. Однако основные кинематические закономерности рассмотренных модификаций способа зубодолбления с касательным врезанием останутся неизменными.