

УДК 621.9.04

ПРОГРЕССИВНЫЕ СПОСОБЫ ОБКАТНОГО ЗУБОДОЛБЛЕНИЯ И СТАНКИ ДЛЯ ИХ РЕАЛИЗАЦИИ

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

Систематизировано на основе патентных источников обкатное зубодолбление при касательном врезании Рассмотрены пути реализации этого направления зубообработки в кинематической структуре зубодолбежных станков.

В индустриально развитых странах приблизительно десятая часть технологического процесса в машиностроении приходится на зубообработку. Наибольший удельный вес в зубообработке имеет зубофрезерование червячными фрезами. Вторую позицию занимает обкатное зубодолбление. Вместе с тем обкатное зубодолбление более универсально, так как позволяет обрабатывать меньшее колесо в блоке, зубчатые колеса с буртом, зубчатые секторы, внутренние зубчатые венцы. Вероятно, именно поэтому, как показывает анализ патентных источников, значительно большее внимание уделяется обкатному зубодолблению, в частности проблеме повышения производительности этого процесса

Известно, что повысить производительность зубодолбления при традиционном способе обработки с радиальным движением врезания долбяка, изобретенном в 1905 г [1], можно либо путем увеличения скорости резания - частоты двойных ходов долбяка в минуту, либо путем увеличения скорости обката - круговой подачи. Увеличение частоты двойных ходов долбяка приводит к возрастанию динамического воздействия на технологическую систему станка, что, в конечном итоге, снижает технологическую долговечность станка. Поэтому первый путь повышения производительности зубодолбления, очевидно, исчерпал себя достигнутой к настоящему времени быстроходностью зубодолбежных станков

С увеличением круговой подачи возрастает воздействие на размерную стойкость зуборезных долбяков факторов, причины возникновения которых связаны с особенностями традиционного способа зубодолбления, положенного в основу кинематической структуры выпускаемых зубодолбежных станков. К этим факторам относятся явление затирания зубьев долбяка при его свободном ходе, возрастание толщины срезаемой стружки от основания к вершинам зубьев долбяка и неодинаковость толщины стружки, срезаемой входной и выходной режущими кромками зубьев долбяка. Поэтому с целью повышения производительности зубодолбления в этой области зубообработки произошли качественные сдвиги в направлении создания способов обработки с касательным движением врезания, обеспечивающие возможность компоновки станков для нарезания одним стандартным долбяком двух зубчатых колес одновременно на двух делительных столах

Первые изобретения в области обкатного зубодолбления с касательным врезанием сделаны в 70-х годах, независимо, во Франции [2, 3,4] и Беларуси [5, 6].

Схема взаимодействия долбяка и заготовки при зубодолблении с касательным движением врезания

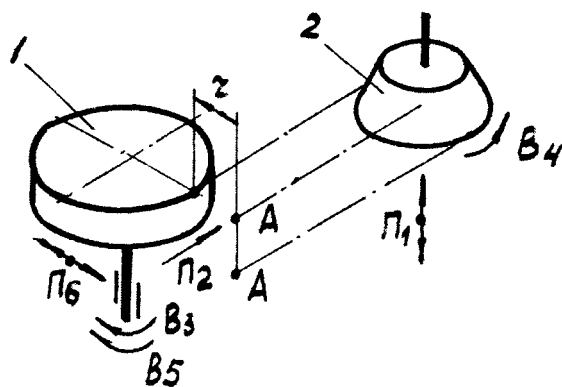


Рис 1 Способ долбления цилиндрических зубчатых колес при касательном движении врезания

приведена на рис 1 Заготовку 1 устанавливают на расстоянии r от плоскости движения врезания, равном половине диаметра делительной окружности долбяка 2. При долблении долбяку 2 сообщают поступательно-возвратное движение P_1 скорости резания и процесс обработки осуществляют в два этапа На первом этапе заготовке 1 сообщают движение P_2 врезания, согласованное с ее вращением B_3 , а долбяку 2 и заготовке 1 – движение обката (профилирования зубьев), состоящее из согласованных вращений B_4 долбяка и B_5 заготовки. Этот этап (касательное врезание) продолжают до тех пор, пока ось долбяка не переместится на линию $A - A$, соответствующую врезанию на высоту зуба нарезаемого колеса Затем движе-

ние врезания (согласованные движения P_2 и B_3) прекращают и на втором этапе в течение одного полного оборота заготовки её профилируют движением обката $B_4 B_5$. На обоих этапах обработки заготовке 1 сообщают также движение «отскока» P_6 , синхронизированное с движением P_1 .

В патенте [4] утверждается, что способ зубодолбления при касательном движении врезания обеспечивает одинаковые условия резания на режущих кромках зубьев долбяка, что позволяет повысить его стойкость. Однако это не является достаточно корректным. Действительно, на этапе касательного врезания условия резания несколько изменяются, так как врезание воспроизводит зубчато-реечное зацепление. На этапе профилирования условия резания для обоих вариантов врезания (касательного и радиального) одинаковы. Поэтому некоторые отличия условий резания на этапе врезания не могут дать существенного повышения периода размерной стойкости инструмента.

Способ зубодолбления при касательном движении врезания несколько сложнее традиционного способа при радиальном врезании, так как заготовка одновременно участвует на этапе врезания в двух сложных движениях: движении врезания $P_2 B_3$, воспроизводящем зубчато-реечное зацепление и движении обката $B_4 B_5$, воспроизводящем зацепление пары зубчатых колес. При реализации способа в зубодолбежных станках с механическими связями это обстоятельство усложнит механику станка из-за необходимости дополнения ее гитарой сменных зубчатых колес для согласования движений P_2 и B_3 и суммирующей механизм для сложения на делительном столе движений B_3 и B_5 . При конструировании аналогичных станков с электронными связями указанный недостаток не имеет значения, так как в этом случае функции различных кинематических механизмов выполняют электронные блоки, собираемые из стандартных интегральных схем. При зубодолблении путь радиального врезания превышает высоту зуба на величину безударного перебега и не зависит от числа зубьев долбяка и обрабатываемого колеса. Путь касательного вращения всегда больше пути радиального врезания. Причем эта разница возрастает с увеличением числа зубьев долбяка и обрабатываемого колеса. Следовательно, вторая составляющая машинного времени, определяющая время врезания, при касательном врезании всегда больше, чем при радиальном времени. Поэтому вполне естественна задача, каким образом можно минимизировать время касательного врезания. Рассмотрим возможные пути решения данной задачи на основе изменения правил выполнения этапов врезания и профилирования. Первый вариант [7] основан на следующем рассуждении. По сложившейся традиции врезание осуществляется одновременно с профилированием. Причем подачу радиального врезания устанавливают равной 0,1 - 0,3 значения круговой подачи. Следовательно, процесс зубодолбления на этапе врезания производится при суммарной подаче, векторное значение которой составляет 1,1 - 1,3 значения круговой подачи. Считая, что суммарная подача на этапе врезания лимитирует технологическую надежность станка, можно уменьшить машинное время выполнения этого этапа посредством перехода к варианту последовательного выполнения касательного врезания и профилирования, установив значение подачи врезания, равное суммарной подаче, например среднее ее значение, составляющее 1,2 значения круговой подачи.

Второй вариант уменьшения времени касательного вращения связан с линейной интерполяцией подач. Врезание на протяжении 2/3 - 3/4 пути осуществляется с подачей 1,2 значения круговой подачи. Затем на оставшемся участке пути врезания подача врезания регрессивно уменьшается, а круговая подача прогрессивно возрастает от нулевого значения так, что суммарная подача сохраняется постоянной. К моменту окончания врезания круговая подача увеличивается до заданного значения, а подача врезания уменьшается до нулевого значения.

По мнению автора первого отечественного изобретения [5], в рассматриваемой области иное расположение долбяка и заготовки при зубодолблении с касательным движением врезания обеспечивает заметное повышение производительности за счет возможности компоновки станков для обработки одним стандартным долбяком двух зубчатых колес одновременно на двух позициях как параллельно, так и последовательно.

Следующие два способа решают задачу удвоения производительности зубообработки за счет одновременного (параллельного) долбления двух зубчатых колес одним стандартным долбяком.

На рис. 2 приведена схема способа [7], согласно которой заготовки 1 и 2 устанавливают симметрично относительно направления A касательного врезания с расстоянием d между делительными окружностями, равным делительному диаметру долбяка 3. Затем долбяку 3 сообщается поступательно-возвратное движение P_1 скорости резания, и процесс зубодолбления выполняется в два этапа. На первом этапе заготовкам 1 и 2 сообщается движение врезания P_2 , согласованное с их вращением B_3 в разные стороны, а долбяку 3 и заготовкам 1 и 2 - движение обката (профилирования), состоящее из согласованных вращений B_4 долбяка и вращений B_5 заготовок в одну сторону. Этот этап продолжается до тех пор, пока не будет достигнуто врезание долбяка на высоту нарезаемых зубьев. После чего движение врезания прекращается, и на втором этапе в течение полного оборота заготовок 1 и 2 профилируются зубья движением обката. На обоих этапах обработки заготовкам сообщаются движения «отскока» P_6 , синхронизированные с движением P_1 долбяка 3 для устранения затирания долбяка по вершинным режущим кромкам при холостом ходе.

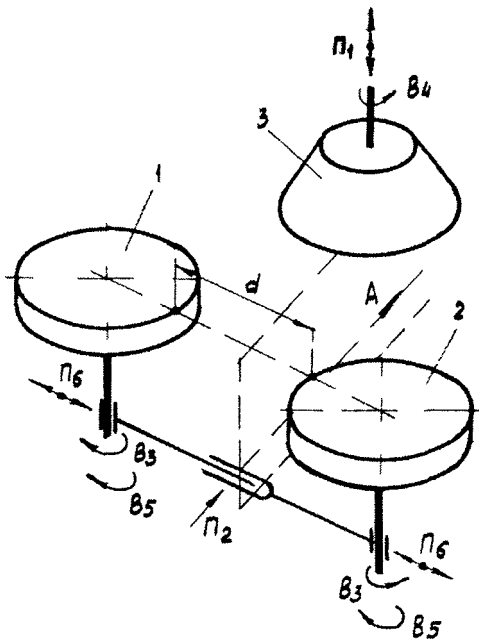


Рис 2 Способ одновременной обработки двух зубчатых колес одним долбяком

движения обката (профилирования), состоящие из вращения B_4 долбяка, согласованного с вращениями B_5 заготовок в ту же сторону, что и при врезании. На обоих этапах заготовкам 1 и 2 сообщаются также движения «отскока» P_6 .

На рис 4 показана схема способа зубодолбления при касательном движении врезания, позволяющая установку каждой последующей заготовки совместить с обработкой предшествующей. По этой схеме заготовки 1 и 2 размещены в плоскости, отстоящей от плоскости касательного врезания 3 на расстоянии r , равном половине диаметра делительной окружности долбяка 4. В процессе обработки долбяк совершает поступательно-возвратное движение P_1 скорости резания и согласованное с ним движение «отскока» P_2 в плоскости, перпендикулярной направлению движения врезания. Профилирование заготовки 1 осуществляется согласованными вращательными движениями B_3 заготовки и B_4 долбяка в течение одного оборота заготовки после прекращения движения врезания. После завершения профилирования заготовки 1 долбяк 4 в движении P_1 выводится в крайнее верхнее положение, движение B_4 долбяка реверсируется (движение B'_4 , а движение B_3 заготовки 1 прекращается). Затем движением P_5 на ускоренном ходе заготовки совместно перемещаются в положение, соответствующее исходному для обработки заготовки 2. В этом положении движение B_5 переключается на подачу врезания, долбяку 4 сообщается движение P_1 , а заготовке 2 - движение B_6 , согласованное с движением P_5 , и движение B'_6 согласованное с движением B'_4 долбяка 4. Этап врезания продолжается до тех пор, пока ось долбяка 4 не переместится на линию $B-B$, соответствующую окончанию врезания на высоту зуба нарезаемого колеса. В этом положении движение P_5 прекращается и одновременно прекращается согласованное с ним движение B_6 заготовки 2. На втором этапе в течение одного оборота за-

Характерной особенностью данного способа зубодолбления является неодинаковость условий резания на этапе врезания на обеих заготовках из-за различных суммарных скоростей подачи на этом этапе. Однако этот недостаток не оказывает принципиального значения на качество получаемых зубчатых колес, так как на этапе профилирования условия резания на обеих заготовках одинаковы.

Указанный недостаток описанного способа устранен в следующей модификации [8]. По этой модификации (рис 3) заготовки 1 и 2 устанавливаются с противоположных сторон долбяка 3 на расстоянии r от плоскости движения врезания, равном половине диаметра делительной окружности долбяка. При обработке долбяку 3 сообщаются поступательно-возвратное движение P_1 скорости резания. На этапе касательного врезания заготовкам 1 и 2 сообщаются движения P_2 навстречу друг другу. Одновременно обеим заготовкам сообщаются вращательные движения B_3 , согласованные с движениями врезания P_2 . Этап врезания продолжается до тех пор, пока ось долбяка и линии $A-A$ не совместятся, что соответствует врезанию на высоту зуба. После этого движения P_2 и B_3 прекращаются, и на втором этапе долбяку и заготовкам сообщаются

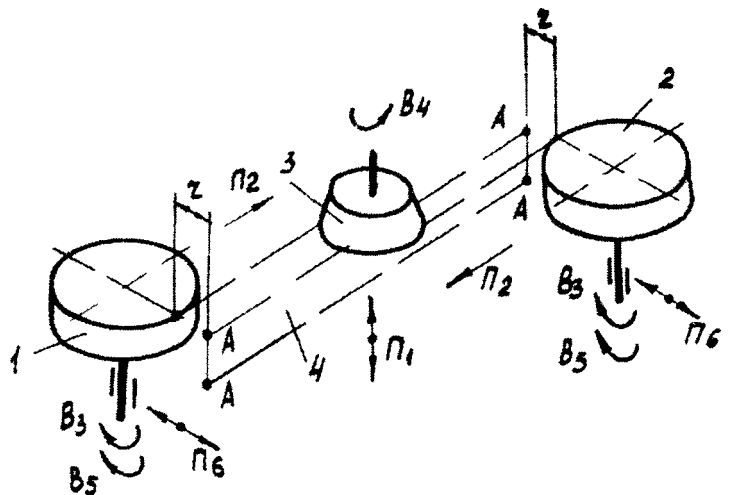


Рис 3 Способ долбления двух зубчатых колес при встречном движении врезания

готовки осуществляется профилирование ее зубьев движением обката, состоящим из согласованных вращательных движений B'_4 долбяка и B'_6 заготовки.

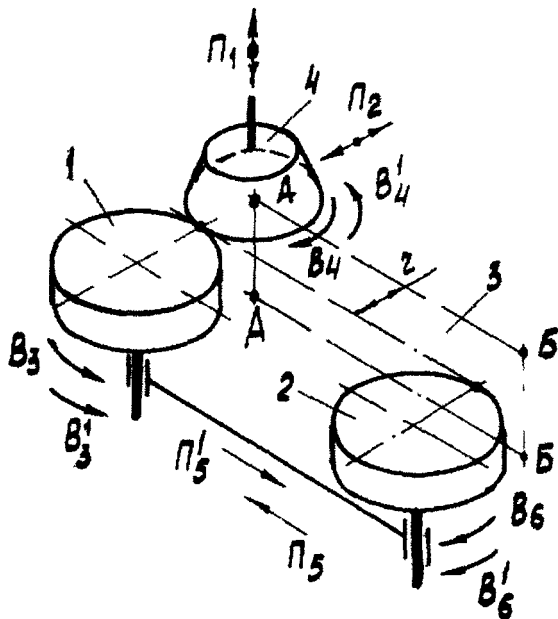


Рис 4 Способ последовательного долбления двух зубчатых колес при касательном врезании

Во время профилирования заготовки 2 заменяют обработанное зубчатое колесо новой заготовкой 1.

После завершения профилирования заготовки 2 долбяк выводится в крайнее верхнее положение, движение B'_4 реверсируется (движение B_4), а движение B'_6 заготовки 2 прекращается. Затем движением P'_5 на ускоренном ходе заготовки перемещаются в положение для обработки заготовки 1. В этом положении движение P'_5 переключается на подачу врезания, долбяку 4 сообщается движение P_1 , а заготовке 1 - движение B'_3 , согласованное с движением P'_5 , и движение B_3 , согласованное с движением B_4 долбяка. Этап врезания продолжается до тех пор, пока ось долбяка 4 не переместится на линию $A - A$. В этом положении движение P'_5 и согласованное с ним движение B'_3 заготовки 1 прекращаются, и в течение полного оборота заготовки 1 осуществляется профилирование ее зубьев движением обката, состоящим из согласованных вращательных движений B_3 заготовки 1 и B_4 долбяка.

Одновременно на этапе профилирования заготовки 1 устанавливают новую заготовку 2 вместо обработанной и т.д.

Данный способ зубодолбления позволяет повысить производительность обработки зубчатых колес за счет совмещения вспомогательного времени, необходимого для замены нарезанного зубчатого колеса очередной заготовкой, с машинным временем обработки на другой позиции.

Рассмотрим возможные пути реализации описанных способов обкатного зубодолбления при касательном движении врезания. В [9, 10, 11] описаны различные модификации кинематической структуры двухстоловых станков, реализующих способ зубодолбления по рис. 2.

На рис. 5 приведена структурная схема аналогичного станка, одновременно решающая задачу устранения явления затирания при холосом ходе долбяка [12].

Электродвигатель 1 посредством кинематической цепи, содержащей орган 2 настройки (сменные шкивы, гитара сменных зубчатых колес), связан с валом 3, несущим кривошипно-ползунный механизм 4, преобразующий вращательное движение вала 3 в поступательно-возвратное движение шпинделя 5 долбяка. По кинематической цепи обката шпиндель 5 посредством червячной передачи 6, кинематической пары 7, гитары сменных зубчатых колес 8, кинематической пары 9, одноименных входов 10 суммирующих механизмов 11, выходов 12 этих механизмов связан с делительными столами 13, симметрично расположенными относительно шпинделя 5. Вал 3 цепью круговых подач, содержащей кривошипно-коромысловый механизм 14, механизм 15 дискретного действия [13], гитару сменных зубчатых колес 16, червячную передачу 6, связан со шпинделем 5. Ведомое звено 17 кривошипно-коромыслового механизма 14 одновременно является ведущим звеном механизма 15 дискретного действия. Этот механизм выполнен в виде кольца (звено 17) с пазами 18 на внутренней стороне, имеющими скосы с одной стороны, охватывающего диск 19, несущего в пазах 20 пальцы 21, опирающиеся на пружины. Пазы 20 расположены на диске 19 с угловым шагом a , большим углового шага β расположения пазов на кольце 17. Разность угловых шагов $\langle p$ задается следующим соотношением:

$$\langle p = \arccos \left(1 - 2l \frac{\beta}{m^2} \right),$$

где $\langle p$ — разность угловых шагов расположения пазов на диске и кольце, рад, l — длина кривошипно-коромыслового механизма, мм; m — длина коромысла кривошипно-коромыслового механизма, мм

Вторая кинематическая цепь обката, содержащая винтовую передачу 22, кинематическую пару 23, гитару сменных зубчатых колес 24, одноименные входы 25 суммирующих механизмов 11, связывает делительные столы 13 и шпиндель 5. Цепь касательного врезания посредством гитары сменных зубчатых колес 26, связывает вал 3 и шпиндель 5.

Орган 2 настройки устанавливает скорость резания (движение Π_1).

Гитары сменных зубчатых колес 8 и 24 служат для наладки цепей обката. Первая из них согласовывает вращение долбяка 5 (движение B_2) с вращением делительных столов 13 (движение B_3), а вторая - касательное врезание (движение Π_4) с вращением делительных столов 13 (движение B_5). Гитары сменных зубчатых колес 16 и 26 устанавливают соответственно скорость круговой подачи и скорость касательного врезания.

Станок работает следующим образом.

При включении электродвигателя 1 начинает вращаться с рабочей скоростью вал 3, каждый оборот которого посредством кривошипно-ползунного механизма 4 преобразуется в один двойной ход (движение Π_1) шпинделя 5 долбяка. Одновременно каждый оборот вала 3 кривошипно-коромысловым механизмом 14 преобразуется в двойное качание ведомого звена 17 на угол π . Движение этого звена в одну сторону, соответствующее прямому ходу долбяка, посредством паза 18 звена 17, пальца 21 и паза 20 диска 19 передается по цепи круговых подач через гитару сменных зубчатых колес 16 и червячную передачу 6 шпинделю 5 (движение B_2) и по цепи обката (деления) через червячную

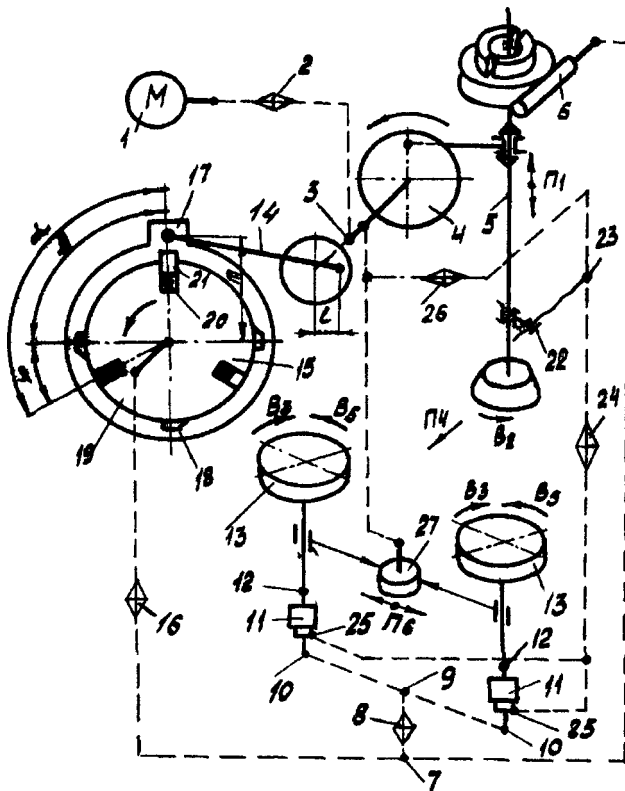


Рис. 5. Кинематико-компоновочная схема станка для параллельной обработки двух зубчатых колес

передачу 9, кинематическую пару 7 и гитару сменных зубчатых колес 8 суммирующим механизмом 11. При ходе качательного движения звена 17 в противоположную сторону, соответствующую обратному ходу долбяка, палец 21 отжимается скосом из паза 18 звена 17. В итоге диск 19 останавливается и движение в цепи круговых подач и цепи обката на время обратного хода долбяка прекращается.

После возвращения звена 17 в первоначальное положение, соответствующее крайнему верхнему положению долбяка, следующий палец 21 выталкивается пружиной в следующий паз 18 звена 17 и механизм дискретного действия будет готов для передачи по цепи круговых подач и по цепи обката движения, соответствующего следующему ходу долбяка. По цепи касательного врезания движение от вала 3 сообщается через гитару сменных зубчатых колес 26, кинематическую пару 23 и винтовую передачу 22 шпинделю 5 (движение Π_4) и по второй цепи обката через гитару сменных зубчатых колес 24, звено 7 разветвления, входы 10 суммирующих механизмов 11. Суммирующие механизмы суммируют движения, поступающие от обеих цепей обката, и результирующие движения сообщаются делительным столам 13 (на одном столе результирующее движение равно сумме движений B_3 и B_5 , на другом - их разности). В итоге такого взаимодействия механических связей осуществляется процесс касательного врезания долбяка на высоту зуба с одновременным движением обката. Причем движение обката осуществляется только при рабочем ходе долбяка. После врезания на высоту зуба касательное движение Π_4 и согласованные с ним движения B_5 делительных столов прекращаются. Далее в течение одного оборота делительных столов осуществляется профилирование обоих зубчатых колес при движении обката B_2 , B_3 и дискретной круговой подаче, т.е. при рабочем ходе долбяка.

В течение всего цикла работы станка делительные столы 13 при холостом ходе долбяка разводятся кулачковым механизмом 27 (движение Π_6), кинематически связанном ненастраиваемой цепью с валом 3.

В описанном станке дискретная круговая подача обеспечивает устранение явления затирания.

На рис 6 приведена структурная схема зубодолбежного станка [14], реализующая способ по рис. 4.

Продольный стол 1, несущий делительные столы 2 и 3, установлен с возможностью движения касательного врезания Π_1 в плоскости осей делительных столов. На продольном столе 1 закреплена зубчатая рейка 4, в зацеплении с которой находится зубчатое колесо 5. Продольный стол 1 и делительные столы 2 и 3 связаны посредством цепи обката, воспроизводящей зубчато-реечную передачу. Эта цепь включает зубчатую рейку 4, зубчатое колесо 5, гитару сменных зубчатых колес 6, вход 7 суммирующего механизма 8, выход 9 этого механизма, после которого цепь разветвляется на два параллельных участка: 1) телескопический вал 10, передача 11, делительный стол 2 и 2) телескопический вал 12, передача 13, делительный стол 3.

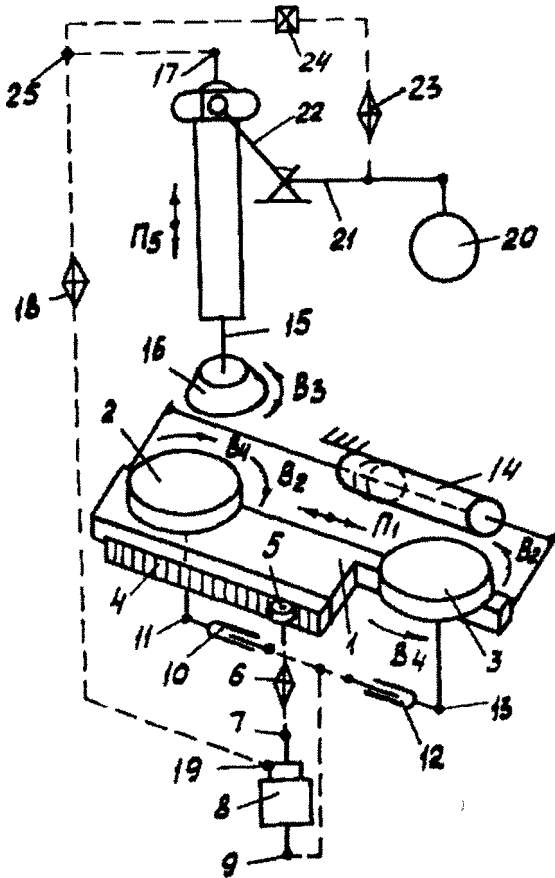


Рис. 6. Кинематико-компоновочная схема станка для последовательной обработки зубчатых колес

Привод продольного стола 1 выполнен в виде симметричного гидроцилиндра двойного действия 14, смонтированного параллельно зубчатой рейке 4. Делительные столы 2 и 3 посредством цепи обката, воспроизводящей зацепление пары зубчатых колес, связаны со шпинделем 15, несущим долбяк 16. Эта цепь включает передачу 17, гитару обката 18, вход 19 суммирующего механизма 8 и далее от этого механизма до делительных столов 2 и 3 участок, общий с цепью обката, продольный стол 1 - делительные столы 2 и 3.

Привод поступательно-возвратного движения долбяка 16 включает электродвигатель 20, приводной вал 21 и кулисный механизм 22.

Привод круговых подач шпинделя 15 долбяка содержит орган настройки 23 на круговую подачу, например гитару сменных зубчатых колес или коробку подач, реверсивный механизм 24 и передачи 25 и 17.

Гитары сменных зубчатых колес 6 и 18 служат для наладки цепей обката. Первая из них согласовывает движение Π_1 касательного врезания продольного стола 1 с вращением B_2 делительных столов 2 и 3 на этапе врезания. Вторая согласовывает вращение B_3 долбяка 16 с вращением B_4 делительных столов 2 и 3 на этапе профилирования.

Подача касательного врезания Π_1 устанавливается регулируемым дросселем в системе управления гидроцилиндра 14. Круговая подача B_3 долбяка 16 задается посредством органа настройки 23.

После установки заготовки на одном из делительных столов, например 3, осуществляется непрерывный рабочий цикл станка. Движением Я, продольный стол 1 перемещается на ускоренном ходе из исходного положения на позицию врезания. Затем гидроцилиндр 14 переключается на подачу врезания в движении Π_1 . Одновременно долбяку 16 сообщается поступательно-возвратное движение Π_5 и круговая подача B_3 . В результате на этапе врезания делительный стол 3 будет одновременно участвовать в двух движениях: движении B_2 , согласованном с движением Π_1 продольного стола 1, и движении B_4 , согласованном с движением B_3 долбяка 16. Период врезания продолжается до тех пор, пока не произойдет врезание долбяка 16 на высоту зуба обрабатываемого колеса. После этого движение Π_1 и согласованное с ним движение B_2 прекращаются. По окончании врезания в течение полного оборота делительного стола 3 согласованными движениями B_2 долбяка 16 и B_4 делительного стола 3 осуществляется профилирование колеса.

На этапе профилирования, когда продольный стол 1 неподвижен, на делительном столе 2 устанавливается заготовка, например, с помощью промышленного робота или встроенного в станок манипулятора.

По окончании профилирования движение Π_5 прекращается и долбяк 16 выводится в крайнее верхнее положение. Затем посредством гидроцилиндра 14 продольному столу 1 в движении Π_1 сообщается ускоренный ход на позицию врезания для обработки заготовки на делительном столе 2. При этом одновременно с началом движения Π_1 происходит включение движения B_2 делительного стола 2. После перемещения делительного стола 2 на позицию врезания гидроцилиндр 14 переключается на подачу врезания

ния. Одновременно переключается реверсивный механизм 24, обеспечивающий изменение направления вращения долбяка в движении B_3 , и включается движение II_5 долбяка и движение B_4 делительного стола 2. В итоге цикл обработки повторяется на делительном столе 2, а на делительном столе 3 в этот период происходит снятие обработанного колеса и установка новой заготовки.

Таким образом, на станке происходит автоматическое чередование обработки зубчатых колес на делительных столах 2 и 3. При этом на каждом столе обеспечиваются одинаковые условия обработки, а у долбяка попеременно меняются входные и выходные режущие кромки его зубьев. Последнее является технологическим приемом, обеспечивающим повышение периода размерной стойкости долбяков.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Феллоу Гир-Шепер Зубодолбежный станок. - М., 1914. - 47 с.
2. Патент 2092985 (Франция), МКИ⁵ В23F 5/12. Precede d usmage de ramures par penetration laterale tangentielle. - 1972.
3. Патент 2098683 (Франция), МКИ⁵ В23F 5/12. Machine perfectionnee pour la taillage tangential den angrenages -1972.
4. Патент 475761 (СССР), МКИ⁵ В23F 5/12. Способ нарезания цилиндрических колес / М. Тиксье // БИ - 1975 - № 24.
- 5 А.с. 574283 (СССР), МКИ⁵ В23F 5/12 Зубодолбежный станок / А.И. Голембиевский // БИ. - 1977. - №36.
6. А.с. 697265 (СССР), МКИ⁵ В23F 5/12. Способ долбления цилиндрических зубчатых колес / А И. Голембиевский // БИ - 1979. - № 42.
- 7 А.с. 878461 (СССР), МКИ⁵ В23F 5/12. Способ долбления цилиндрических зубчатых колес / А.И. Голембиевский // БИ. - 1981. - № 41.
8. А.с. 1265017 (СССР), МКИ⁵ В23F 5/12. Способ одновременного долбления двух зубчатых колёс / А И. Голембиевский // БИ. - 1986. - № 39
9. А.с. 751532 (СССР), МКИ⁵ В23F 5/12. Зубодолбежный станок / А.И. Голембиевский и др. // БИ. - 1980.-№228.
10. А.с. 778962 (СССР), МКИ⁵ В23F 5/12. Зубодолбежный станок / А.И. Голембиевский и др // БИ - 1980.-№242.
11. А.с. 810406 (СССР), МКИ⁵ В23F 5/12. Зубодолбежный станок / А.И. Голембиевский и др. - БИ - 1981 -№29
- 12 А.с. 874284 (СССР), МКИ⁵ В23F 5/12. Зубодолбежный станок / А.И. Голембиевский и др.// БИ - 1981 - № 39.
13. А.с. 339704 (СССР), МКИ⁵ В23F 5/12. Механическая передача / И.И. Порошин и др.// БИ. - 1972. - № 17.
14. А.с. 1641533 (СССР), МКИ⁵ В23F 5/12. Зубодолбежный станок / А.И. Голембиевский, Г.Е. Голембиевская // БИ. - 1991. - № 14.