

ван способ тангенциального врезания, позволяет повысить производительность и качество обработки и с наибольшим эффектом может быть использован в крупносерийном производстве.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пат. 475761 (СССР). М. Тиксье. Способ нарезания цилиндрических колес. 2. Пат. 2098683 (Франция). Усовершенствованный тангенциальный зуборезный станок. 3. Г о л е м б и е в с к и й А.И., Т е р е н ь е в В.А., Т р о ф и м о в А.И. Повышение производительности зубодолбления // Машиностроитель. — 1979. — № 3. — С. 26. 4. А. с. 751532 (СССР). А.И. Голембиевский, В.А. Терентьев, А.И. Трофимов. Зубодолбежный станок. 5. А. с. 1265017 (СССР). А.И. Голембиевский. Способ одновременного долбления двух зубчатых колес. 6. А. с. 1291311 (СССР), В.А. Терентьев, А.И. Трофимов. Способ нарезания зубчатых изделий. 7. А. с. 1324778 (СССР). В.А. Терентьев, А.И. Трофимов. Роторный зубодолбежный станок.

УДК 621.913.3.012:621.833

А.И. ТРОФИМОВ, О.А. АЛЕКСЕЕВ,
В.А. ТЕРЕНТЬЕВ (НПИ)

ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ УСТРАНЕНИЯ ЗАТИРАНИЯ ПРИ ОБКАТНОМ ЗУБОДОЛБЛЕНИИ

Повышение эффективности зубодолбления многими исследованиями связывается с устранением затирания инструмента на холостых ходах за счет замедления [1, 2] или остановки [3, 4] движения обката, а также изменения его направления [1, 5].

На рис. 1 приведены графики подач обката s постоянной скоростью, с замедлением, остановкой и обратной подкруткой (на $1/3$ от подачи рабочего хода) на холостом ходу. При этом для сопоставимости результатов для всех вариантов принята одинаковая средняя подача обката на один двойной ход инструмента.

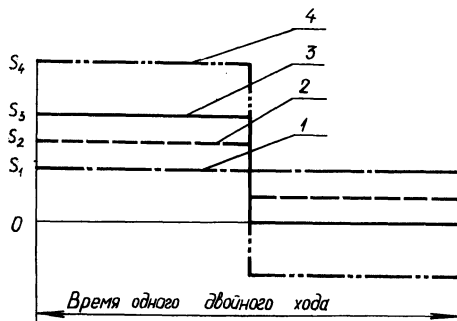


Рис. 1. Подача обката при зубодолблении:

1 — с постоянной скоростью; 2 — по [1, 2]; 3 — по [3, 4]; 4 — по [1, 5]

На рис. 2 приведены соответствующие вариантам рис. 1 траектории перемещения за один двойной ход точки зуба инструмента, лежащей на делительной окружности.

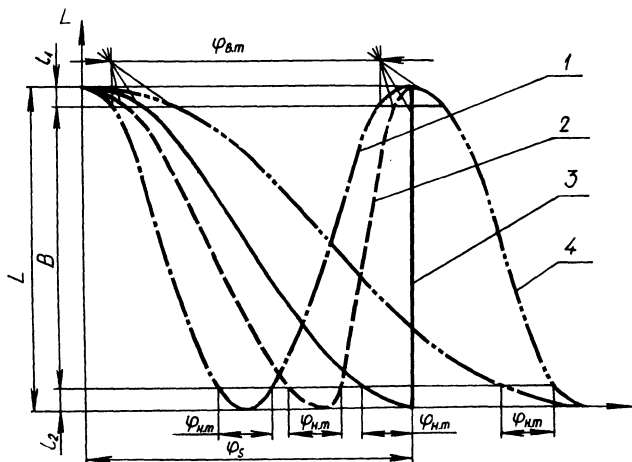


Рис. 2. Траектории перемещения точки зуба инструмента за 1 двойной ход:
 L – ход инструмента; B – высота заготовки; l_1 и l_2 – перебеги инструмента; φ – угловая подача; 1 – с постоянной скоростью; 2 – по [1, 2]; 3 – по [3, 4]; 4 – по [1, 5]

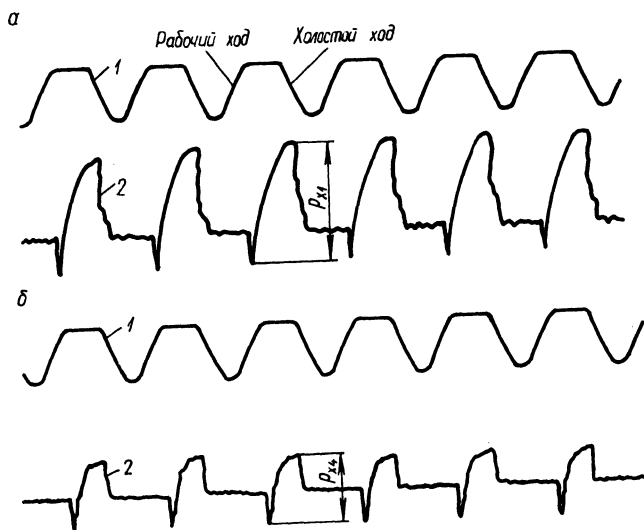


Рис. 3. Голограммы зубодолбления 1 зубом инструмента (участок профилирования):
 а – с постоянной подачей обката; б – по [1, 5]; 1 – перемещение суппортов с инструментом в движении отскока; 2 – окружная составляющая силы резания

На рис. 3 приведен пример годограмм при исследовании зубодолбления одним зубом зуборезного долбяка с $m = 3$ мм и $z = 34$ цилиндрического зубчатого колеса с $z = 48$ и $B = 18$ мм при числе двойных ходов инструмента $n = 200$ 2 х./мин и подаче обката $S_k = 0,3285$ мм/2 х., постоянной по величине и с обратной подкруткой.

Известно, что шероховатость поверхности зубьев находится в прямой зависимости от составляющей подачи обката на рабочих ходах. При одинаковой производительности эта составляющая для второго, третьего и четвертого вариантов должна быть выше средней (т.е. первого варианта) в 1,5; 2 и 3 раза соответственно (см. рис. 1).

Инструмент участвует одновременно как в обкатном движении, так и в поступательно-возвратном вдоль оси зубчатой детали, в результате чего его режущие кромки совершают сложное пространственное движение. Это создает различные условия профилирования по длине обрабатываемых зубьев, т.е. с ростом составляющей подачи обката на рабочих ходах параметры шероховатости поверхности зубьев будут возрастать не только по величине, но и в направлении от верхнего торца детали к нижнему, что подтверждается разным наклоном кривых на рис. 2.

Таким образом, предложенные приемы устранения затирания приведут к ухудшению параметров шероховатости зубьев зубчатых деталей, и, следовательно, они не могут быть использованы при чистовом зубодолблении. Кроме того, угол поворота инструмента за время прохождения его в поступательно-возвратном движении от заданного сечения до нижней мертвой точки и обратно будет оставаться для анализируемых вариантов измерения подачи постоянным, но возрастающим от нижнего торца детали к верхнему ($\varphi_{н.т} < \varphi_{в.т}$) (рис. 2). Постоянство $\varphi_{н.т}$ и особенно $\varphi_{в.т}$ указывает на то, что известные приемы не исключают затирания практически на всех скоростях обката.

Данное обстоятельство получило экспериментальное подтверждение при исследовании явления затирания на разработанном по [6] зубодолбежном станке мод. КН30, позволяющем реализовывать различные способы зубодолбления. В частности, при зубодолблении на вышеуказанных режимах число контактов оказалось одинаковым для всех вариантов. Эффективность приемов устранения затирания оценивалась также и по окружной составляющей сил резания. При этом было установлено, что при зубодолблении с изменяемой скоростью обката происходит снижение окружных усилий резания (рис. 3), особенно при профилирующих резах, а наибольшее их снижение (примерно в 2 раза) достигается при четвертом варианте подачи обката. Наличие же окружных составляющих сил резания в фазах холостых ходов зафиксировано не было, что свидетельствует о несиловом характере контактов инструмента с заготовкой и необходимости пересмотра известных гипотез затирания.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы.

Предложенные способы устранения затирания одинаково неэффективны.

Влияние изменения скорости обката на качество обрабатываемой поверхности противоречиво: с одной стороны, способствует ухудшению параметров шероховатости поверхности зубьев, с другой, через снижение усилий резания способствует снижению погрешностей обработки.

Одним из путей дальнейшего совершенствования процесса обкатного зу-

бодолбления является поиск оптимального закона изменения скорости обката.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.с. 1119796 (СССР). А.И. Голембиевский. Зубодолбежный станок. 2. Г о л е м б и е в с к и й А.И. Основы системологии способов формообразующей обработки в машиностроении / Под ред. В.А. Петрова. — Мн., 1986. — 250 с. 3. А.с. 698732 (СССР). А.И. Голембиевский. Способ долбления цилиндрических зубчатых колес. 4. А.с. 797849 (СССР). Б.А. Удалов. Устройство для устранения затирания режущего инструмента на зубодолбежном станке. 5. Пат. 123494 (ЧССР). Й. Питра, Й. Паулик, К. Ветровец. Устройство для дополнительного поворота инструмента зубодолбежных станков. 6. А.с. 778961 (СССР). А.И. Голембиевский, А.И. Трофимов. Зубодолбежный станок.

УДК 621.0.06-529:621.833.05

А.И. ГОЛЕМБИЕВСКИЙ, канд.техн.наук (НПИ)

СИСТЕМА СИНХРОНИЗАЦИИ ПРИВодОВ ЗУБОДОЛБЕЖНЫХ СТАНКОВ С ЧПУ ДЛЯ ОБРАБОТКИ КОСОЗУБЫХ КОЛЕС

Кинематическая структура зубодолбежных станков, как правило, объединяет две частные структуры: для обработки прямозубых колес и для обработки косозубых колес. Первая структура содержит простую группу $\Phi_v (П_1)$ воспроизведения направления линии зубьев и сложную группу $\Phi_s (B_2 B_3)$ воспроизведения профиля зубьев обрабатываемого колеса. Вторую структуру получают посредством преобразования простой группы $\Phi_v (П_1)$ в сложную $\Phi_v (П_1 B_4)$ за счет введения функциональной связи между штосселем 1 долбяка в поступательно-возвратном движении $П_1$ и штосселем 1 или делительным столом 2 во вращательно-возвратном движении B_4 (на рис. 1, а движение B_4 сообщается делительному столу). Таким образом, обе частные структуры имеют одну общую формообразующую группу и одну перестраиваемую группу. При этом в более сложной структуре один из исполнительных органов одновременно участвует в двух качественно различных движениях — вращательном и вращательно-возвратном. Поэтому наиболее рационально в качестве ведомой координаты выбирать именно этот исполнительный орган (на рис. 1, а делительный стол 2), а в качестве задающих координат — два других исполнительных органа: штоссель 1 в движении $П_1$ и штоссель 1 в движении B_2 , входящие в различные кинематические группы. В этом случае система синхронизации, функционально связывающая приводы исполнительных органов, для обеих частных структур будет иметь максимум общих блоков.

Привод обеих задающих координат осуществляется от электродвигателей 3 и 4, управляемых от устройства ЧПУ 17 (рис. 1, б) соответственно через блоки управления 18 и 19, а привод ведомой координаты — от электродвигателя 5, для которого управляющий сигнал вырабатывается системой синхро-