

наносили декоративные покрытия: двухслойные из эмалей ПФ-133 (красно-коричневая), МЛ-12 (цвета морской волны) или АС-150 (алая) или трехслойные из эмали ХВ-124 (серая). Все лакокрасочные материалы наносились пневматическим напылением при 18—20°C; их вязкость в момент применения и режимы сушки приведены в таблице. При этом было установлено, что нанесение фосфатирующей композиции с помощью обычно используемого оборудования не составляет затруднений, но приготовленная фосфатирующая композиция остается пригодной к применению в течение 24 ч; в дальнейшем происходит ее расщепление, сопровождающееся оседанием плотного слоя алюминиевой пудры.

Покрашенные образцы были выставлены в 1966 г. на атмосферной коррозионной станции в условиях умеренного (г. Ростов-на-Дону) и субтропического

(г. Батуми) климатов; в настоящее время их состояние удовлетворительное.

Одновременно была проведена опытно-промышленная окраска изделий с применением предложенной фосфатирующей грунтовки на Харьковском и Челябинском тракторных заводах и Таганрогском комбайновом заводе.

В результате обследования образцов на коррозионных станциях и изделий после опытно-промышленной окраски установлено, что лакокрасочные покрытия, в состав которых входит однослойная грунтовка предложенной фосфатирующей композиции, по коррозионной стойкости не уступают, а по физико-механическим свойствам превосходят покрытия, выполненные по двухслойной — фосфатирующей и защитной — грунтовке.

ОБРАБОТКА ДАВЛЕНИЕМ

УДК 521.787.4:65.011.4

Производительность способов чистовой обкатки сферических поверхностей большого диаметра

Акад. АН БССР Е. Г. КОНОВАЛОВ и канд. техн. наук А. И. ГОЛЕМБИЕВСКИЙ

В технологии ротационной обработки поверхностей пластическим деформированием известны различные способы решения одной и той же технологической задачи. Поэтому при проектировании технологического процесса важно уметь выбрать из них такие, которые были бы в конкретных условиях производства наиболее эффективными. Для этого нужно иметь возможность сопоставлять разные способы обработки.

Наиболее полными показателями эффективности любого технологического процесса являются производительность и стоимость обработки деталей требуемого качества. Следовательно, сравнительный анализ должен давать ответ в виде отношений основного и штучного времени, а также стоимости осуществления одного перехода различными способами [1]. Однако отсутствие достаточно полных сведений о затратах, связанных с применением способов ротационной обработки, не позволяет выполнить анализ ее стоимости. В связи с этим ограничимся пока рассмотрением методики расчета и сравнения производительности различных способов ротационной обработки на примере чистовой обкатки сферических поверхностей большого диаметра.

Основное время t_0 выполнения одного перехода при обкатке поверхности длиной L выражается в общем случае уравнением

$$t_0 = \frac{L}{sn}, \quad (1)$$

где s — подача; n — число оборотов детали в минуту.

Выражая s через расчетную высоту R_z неровностей, достигаемую в процессе обработки, а n через скорость v обкатки, получим зависимость вида

$$t_0 = \frac{1}{R_z v} f(A),$$

где A — геометрические параметры детали и инструмента.

Отношение основного времени t_{01} выполнения перехода одним способом к основному времени t_{02} выполнения этого же перехода другим способом может быть выражено в виде непрерывной функции параметров процесса, детали и инструмента

$$\frac{t_{01}}{t_{02}} = \frac{v_2}{v_1} f(B, C, D, \dots). \quad (2)$$

Отношение такого типа позволяет сравнивать производительность двух способов обработки по основному времени при условии обеспечения одинаковой расчетной шероховатости обработанной поверхности.

От отношения основного времени можно перейти к отношению штучного времени сравниваемых способов.

Штучное время в общем случае определяется выражением

$$t_{шт} = t_0 + t_s + t_{доп},$$

где t_s — вспомогательное время; $t_{доп}$ — дополнительное время, затрачиваемое на обслуживание рабочего места и на отдых. Обычно $t_{доп}$ составляет 6—8% от суммы $t_0 + t_s$.

В таком случае отношение штучного времени сравниваемых способов обработки

$$\frac{t_{шт1}}{t_{шт2}} = \frac{t_{01} + t_{s1}}{t_{02} + t_{s2}}. \quad (3)$$

Конкретизацию выведенных закономерностей рассмотрим на примере обкатки обводкой с круговой подачей деформирующего ролика [2].

Расчетная высота неровностей обработанной поверхности определяется выражением [3]

$$R_z = \frac{s^2}{8R}, \quad (4)$$

где R — профильный радиус деформирующего ролика.

Данное чисто геометрическое соотношение не учитывает влияния неоднородности деформации, упругого последствия и других факторов, искажающих результаты расчетов шероховатости поверхности. Однако многие исследователи отмечают, что эта зависимость при обкатке значительно более точно определяет высоту неровностей, чем при точении.

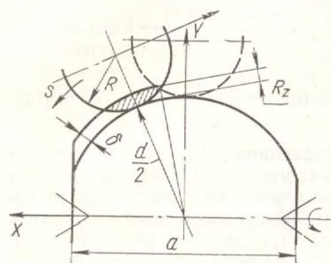


Рис. 1. Схема образования поверхности при обкатке обводкой деформирующего элемента

Для вывода уравнения основного времени выполнения одного перехода в нашем примере определим длину L пути, проходимого деформирующим роликом

по образующей сферы. В обозначениях, принятых на рис. 1,

$$L = d \int_0^{\frac{\alpha}{2}} \frac{dx}{\sqrt{\frac{d^2}{4} - x^2}} = a \left(1 + \frac{a^2}{6d^2} \right).$$

Подставив в формулу (1) найденное значение L , а из (4) — значение s , получим уравнение (5), см. таблицу.

В таблице приведены принципиальные схемы и других способов обкатки сферических поверхностей большого диаметра с указанием для каждого из них аналогично полученных уравнений (6) — (9) основного времени выполнения одного перехода.

При сравнении производительности способов обкатки обводкой (схемы I и II, см. таблицу) деталей одинакового диаметра, принимая $v_I \approx v_{II}$ и $z_{II} = 2$, получим

$$\frac{t_{oI}}{t_{oII}} = \frac{1}{\frac{1}{2} \sqrt{\frac{R_I}{R_{II}}}}. \quad (10)$$

Способ обкатки	Принципиальная схема	Уравнение основного технологического времени
Обкатка обводкой с круговой подачей деформирующего ролика [2]		$t_{oI} = \frac{\pi d a \left(1 + \frac{a^2}{6d^2} \right)}{2800 \sqrt{R_z} v_I \sqrt{R_I}} \quad (5)$
Обкатка обводкой с круговой самоподачей детали [4]		$t_{oII} = \frac{\pi d a \left(1 + \frac{a^2}{6d^2} \right)}{2800 \sqrt{R_z} v_{II} \sqrt{R_{II}} z_{II}} \quad (6)$
Обкатка по копиру с поступательной подачей выпуклого ролика		$t_{oIII} = \frac{\pi d^2 a}{2800 \sqrt{R_z} v_{III} \sqrt{R_{III}} (d + 2R_{III})} \quad (7)$
Обкатка по копиру с поступательной подачей вогнутого ролика [5]		$t_{oIV} = \frac{\pi a (2R_{IV} - d)}{2800 \sqrt{R_z} v_{IV} \sqrt{R_{IV}}} \quad (8)$
Планетарная обкатка многошариковой головкой [6]		$t_{oV} = \frac{\pi^2 d^2}{2800 \sqrt{R_z} v_V \sqrt{R_V} z_V} \quad (9)$

Примечание. В уравнениях (6) и (9) через z_{II} и z_V обозначено число деформирующих роликов,

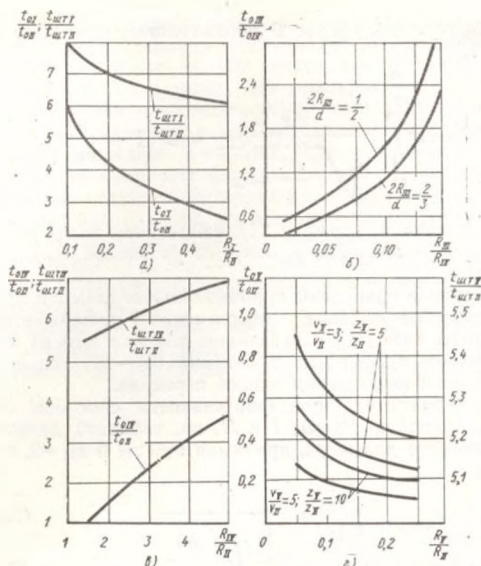


Рис. 2. Кривые сравнения производительности способов обкатки:

а — обводкой (схемы I и II, см. табл.); б — по копиру (схемы III и IV); в — по копиру (схема IV) и обводкой (схема II); г — планетарного (схема V) и обводкой (схема II)

По имеющимся данным для бесцентрового способа обкатки обводкой (схема II) $\frac{t_{oII}}{t_{oI}} = 1$. Этот способ в условиях одного типа производства требует затрат вспомогательного времени примерно в 10 раз меньших, чем при центровых способах обработки. Поэтому при сравнении производительности рассматриваемых способов по штучному времени уравнение (3) приводится к виду

$$\frac{t_{штI}}{t_{штII}} = 0,5 \left(\frac{t_{oI}}{t_{oII}} + 10 \right). \quad (11)$$

Построенные по уравнениям (10) и (11) кривые при различных возможных значениях отношения R_I/R_{II} (рис. 2, а) показывают, что способ с самоподачей детали является более производительным, причем с уменьшением отношения R_I/R_{II} , что равносильно увеличению диаметра обрабатываемой детали, его преимущество возрастает.

Способы обкатки по копиру (схемы III и IV) по сложности реализации, кинематике обработки и затратам вспомогательного времени имеют сходство, причем $v_{II} \approx v_{IV}$ и $t_{oII} \approx t_{oIV}$. Поэтому достаточно сравнить их только по основному времени:

$$\frac{t_{oIII}}{t_{oIV}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{R_3}{R_4} \left(\frac{2R_3}{d} + 1 \right) \left(\frac{2R_4}{d} - 1 \right)}}. \quad (12)$$

Как показывают кривые рис. 2, б, построенные по уравнению (12), сравниваемые способы по производительности примерно равноценны. Учитывая это и принимая во внимание технологические условия реализации, при обкатке поверхностей меньших диаметров следует отдавать предпочтение схеме IV, а при обкатке поверхностей больших диаметров — схеме III.

Сравним теперь более производительные способы обкатки обводкой (схема II) и по копиру (схема IV).

Для этих способов $R_{II} = \frac{d}{2} \ll R_{IV}$ и $v_{II} \approx v_{IV}$.

Поэтому уравнения (2) и (3) приводятся к виду

$$\frac{t_{oIV}}{t_{oII}} = \frac{1}{\frac{1}{2} \sqrt{\frac{R_{IV}}{R_{II}}} \cdot \frac{1}{\frac{R_{IV}}{R_{II}} - 1}}; \quad (13)$$

$$\frac{t_{штIV}}{t_{штII}} = 0,5 \left(\frac{t_{oIV}}{t_{oII}} + 10 \right). \quad (14)$$

Построенные по уравнениям (13) и (14) кривые (рис. 2, в) показывают, что среди способов обкатки по копиру и обводкой наибольшей производительностью обладает бесцентровый способ обкатки с самоподачей детали (схема II). Сравним его производительность с производительностью способа обкатки многошариковой головкой (схема V):

$$\frac{t_{oV}}{t_{oII}} = \frac{\pi}{\frac{v_V}{v_{II}} \sqrt{\frac{R_V}{R_{II}}} \cdot \frac{z_V}{z_{II}}}; \quad (15)$$

$$\frac{t_{штV}}{t_{штII}} = 0,5 \left(\frac{t_{oV}}{t_{oII}} + 10 \right). \quad (16)$$

Построенные по уравнениям (15) и (16) кривые (рис. 2, г) показывают, что при сравнении производительности данных способов по основному времени преимущества на стороне способа планетарной обкатки (схема V), однако при сравнении по штучному времени более производительным оказывается способ обкатки обводкой с самоподачей детали.

Таким образом, по производительности процесса, определяемой основным технологическим временем, из рассмотренных способов обкатки сферических поверхностей большого диаметра предпочтительным является способ планетарной обкатки многошариковой головкой; однако по основному показателю производительности — штучному времени — способ обкатки с круговой самоподачей детали значительно превосходит все остальные способы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Этин А. О. Кинематический анализ методов обработки металлов резанием. М., «Машиностроение», 1964.
2. Шнейдер Ю. Г. Классификация инструментов и способов чистовой обработки металлов давлением. «Станки и инструмент», 1969, № 1.
3. Исаев А. И. Процесс образования поверхностного слоя при обработке металлов резанием. ЦНИИТМАШ, кн. 33. М., Машгиз, 1950.
4. Коновалов Е. Г., Фломенбит А. И. Авт. свид. № 222184. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1968, № 22.
5. Браславский В. М., Бараз А. А. Авт. свид. № 229244. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1969, № 32.
6. Коновалов Е. Г., Яцевич Н. Н. Авт. свид. № 167152. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1964, № 2.