

УДК 621.9(075.8)

М. З. Хостикоев, к.т.н., проф., РГУ Нефти и газа им. И.М. Губкина, г. Москва

Повышение эффективности многоцелевых станков путем интеграции в их наладки тангенциальных резьбонакатных головок

M. Z. Khostikoev

Показаны способы повышения производительности многоцелевых станков при формообразовании резьбовых поверхностей.

Ключевые слова: резьбовая поверхность, многоцелевые станки, повышение эффективности.

Increased Efficiency Through the Integration of Multi-Purpose Machines in Their adjustment Tangential Thread Rolling Heads

Ways of increase of productivity of multi-purpose machine tools are shown at formation of carving surfaces.

Keywords: carving surface, multi-purpose machine tools, efficiency increase.

Образование на детали поверхности заданной геометрии с использованием определенного метода обработки непосредственно связано с движениями формообразования, которые определяют процесс резания материала или его пластического деформирования накатыванием. Эти движения оказывают прямое влияние на компоновку станка, на достигаемые параметры точности детали и на производительность обработки.

Формообразование на станках с ЧПУ резьбовых поверхностей резанием осуществляется с использованием многопроходных циклов, требующих значительно больших затрат оперативного времени по сравнению с процессом накатывания резьбы тангенциальной головкой. Согласно схеме такого цикла длина L_{pi} перемещение резца на рабочей подаче S_p за проход составляет:

$$L_{pi} = L_d + l_1 + l_2,$$

где L_d – длина нарезаемой резьбы; l_1 и l_2 – соответственно расстояния на врезание и на выход резца.

Расстояние L_{pi} определяется как разность осевых координат $L_{pi} = z_2 - z_1$.

В свою очередь, длина холостых перемещений L_{xi} за один проход на ускоренной подаче S_x составляет:

$$L_{xi} = L_0 + l_1 + l_2,$$

где L_0 – перемещения в осевом направлении $L_0 = L_{pi} = z_2 - z_1$;

l_{x1} и l_{x2} – перемещения в поперечном направлении $l_{x1} = x_0 - x_1$; $l_{x2} = x_3 - x_2$.

Таким образом продолжительность основного технологического t_{om} и вспомогательного времени t_g в многопроходном цикле нарезания резьбы составит:

$$\begin{vmatrix} t_{om} \\ t_g \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \sum_{i=1}^{i=k} L_{pi} & 0 \\ 0 & \sum_{i=1}^{i=k} L_{xi} \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} S_p \\ S_x \end{vmatrix}, \quad (1)$$

где k – количество, выполняемых проходов.

Согласно (1) затраты машинного $T_{маш}$ (оперативного) времени при выполнении цикла многопроходного нарезания резьбы составят:

$$T_{маш} = \sum_{i=1}^{i=k} L_{pi} \cdot S_p + \sum_{i=1}^{i=k} L_{xi} \cdot S_x. \quad (2)$$

В отличие от резбонарезания, формообразование резьбы накатыванием осуществляется роликами одновременно по всей винтовой поверхности за несколько оборотов изделия. При этом используется только поперечная подача головки, которая перемещается один раз на малое расстояние, определяемое практически только высотой резьбы. В соответствии с этим перемещение накатной головки в цикле накатывания резьбы составляет:

на рабочей S_p подаче

$$L_p = h + l_g;$$

на ускоренной S_x подаче

$$L_x = L_p,$$

где h – высота профиля резьбы; l_g – расстояние на врезание ролика.

В результате продолжительность машинного (оперативного) времени при накатывании составит:

$$T_{маш}^* = L_D \cdot \begin{vmatrix} S_p \\ S_x \end{vmatrix}. \quad (3)$$

Сравнение численных значений затрат машинного времени на формирование резьбовой поверхности резцом и накатным роликом показывает:

$$T_{маш} \gg T_{маш}^*$$

$$\left[\sum_{i=1}^{i=k} L_{pi} \cdot S_p + \sum_{i=1}^{i=k} L_{xi} \cdot S_x \right] \gg L_p \cdot \begin{vmatrix} S_p \\ S_x \end{vmatrix},$$

что производительность формообразования резьбовых поверхностей накатывание значительно выше.

Концентрация операций на одном станке, совмещение переходов во времени, использование комбинированных инструментов и многоинструментных наладок дает существенное увеличение производительности при одновременном повышении качества обработки.

Состав $[u_i]$ и количество n инструментов, применяемых в инструментальной наладке станка для обработки конкретной детали, отображает столбчатая матрица инструментов I

$$I = [u_1, u_2, \dots, u_n].$$

В свою очередь, состав и последовательность выполнения технологических переходов, при обработке определенной поверхности детали тем или иным режущим инструментом определяет квадратная матрица структуры P операции, которая имеет размерность $[m \times n]$, где m – соответствующий номер обрабатываемой поверхности:

$$P = \begin{vmatrix} P_{1.1} & P_{1.2} & \cdot & \cdot & P_{1.n} \\ P_{2.1} & P_{2.2} & \cdot & \cdot & P_{2.n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ P_{m.1} & P_{m.2} & \cdot & \cdot & P_{m.n} \end{vmatrix} = |p_{ik}|. \quad (4)$$

Элементами матрицы $P = |p_{ik}|$ являются цифры 0, 1, 2, ..., определяющие количество переходов выполняемых соответствующим инструментом при обработке той или иной поверхности детали.

Если в качестве элементов матрицы P поставить время работы инструмента на соответствующем технологическом переходе $P_t = |t_{ik}|$, то согласно матричному выражению (5) можно рассчитать оперативное время работы каждого инструмента в соответствующей инструментальной наладке:

$$T_{on} = P_t \cdot I, \quad \text{или в развернутой}$$

записи:

$$\begin{vmatrix} t_{on1} \\ t_{on2} \\ \cdot \\ \cdot \\ t_{onm} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} P_{1.1} & P_{1.2} & \cdot & \cdot & P_{1.n} \\ P_{2.1} & P_{2.2} & \cdot & \cdot & P_{2.n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ P_{m.1} & P_{m.2} & \cdot & \cdot & P_{m.n} \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} u_1 \\ u_2 \\ u_3 \\ \cdot \\ \cdot \\ u_n \end{vmatrix}. \quad (5)$$

В общем случае при изготовлении деталей на станках с ЧПУ и на многооперационных станках типа «обрабатывающий центр» машинное время определяется как сумма затрат времени на все несовмещенные во времени основные и вспомогательные переходы, выполняемые в цикле

работы станка. В состав таких переходов входит замена заготовки и спутника t_{cn} , автоматическая замена инструмента $t_{ин}$, холостые перемещения, связанные с поворотом стола t_{nx} с подводом и отводом рабочих узлов t_{xx} , выполнения обработки t_{om} , автоматический контроль в цикле работы станка t_k . С учетом этого затраты вспомогательного времени составляют:

$$T_в = t_{cn} + t_{ин} + t_p + t_{nx} + t_k. \quad (6)$$

Таким образом, продолжительность машинного времени обработки заготовки на многооперационном станке можно рассчитать по формуле:

$$T_{маш} = \sum_{i=1}^{i=k} T_{omi} + t_{cn} + \sum_{i=1}^{i=l} t_{ин} + \sum_{i=1}^{i=m} t_{nx} + \sum_{i=1}^{i=n} t_{xx} + \sum_{i=1}^{i=q} t_{ki}, \quad (7)$$

где k – число несовмещенных технологических переходов;

l , m , n , q – числа, определяющие количество несовмещенных вспомогательных переходов, связанных с заменой инструмента, с поворотом стола, с подводом и отводом рабочих узлов и выполнением автоматического контроля в цикле работы станка.

Продолжительность накатывания резьбы значительно меньше времени, затрачиваемого на переходы продольного и поперечного течения. Поэтому процесс накатывания можно выполнять одновременно с другими переходами, что позволит сократить продолжительность обработки $T_{маш} \Rightarrow min$. Применение тангенциальных резьбонакатных головок в наладках многоцелевых станков обеспечивает расширение технологических возможностей станков и повышение их производительности. Это позволяет уменьшить количество станков в участке и соответственно снизить стоимость всего комплекта оборудования.

Список литературы

1. Проектирование технологии автоматизированного машиностроения под ред. ЮМ. Соломенцева. М.: Высшая школа, 1999. 416с.
2. Хостикоев М.З. Управление геометрией инструмента в процессе обработки. / Кн. «Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)». – М., Горная книга. 2011. – №4. С. 319–321.