

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗНОСА ХОНИНГОВАЛЬНЫХ БРУСКОВ ПРИ ОБРАБОТКЕ ГЛУХИХ ОТВЕРСТИЙ

А. А. Карпов, С. Л. Леонов, Т. А. Аскалонова

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова,, г. Барнаул, Россия

Совершенствование обработки точных отверстий хонингованием остается одной из актуальных задач машиностроения. Хонингование глухих отверстий, наряду с обработкой сквозных, имеет дополнительные трудности. Это связано с невозможностью выхода хонинговальной головки на величину перебега у дна отверстия, как правило, равной 1/3 длины бруска. Отсутствие перебега приводит к повышенному изнашиванию хонинговальных брусков в нижней части, в результате чего происходит неравномерный съем металла и образование конусности, с уменьшением диаметра к дну отверстия.

Для решения этой задачи разработана имитационная модель процесса хонингования, описывающая особенности формообразования обработки глухих отверстий. В качестве основных рабочих гипотез при анализе формообразования поверхности приняты [1]:

- формирование параметров качества поверхности и точности обработки необходимо рассматривать как результат последовательного (от оборота к обороту, прохода к проходу) съема металла, происходящего вследствие взаимодействия двух случайных профилей хонинговального инструмента и заготовки.
- управление процессом хонингования должно выполняться с учетом характерных особенностей износа хонинговального инструмента.
- неравномерность износа хонинговального инструмента может быть компенсирована механизмом разжима брусков.

При анализе процесса хонингования глухих отверстий приняты следующие допущения [2]:

1. хонинговальный брусок и заготовка являются однородными и изотропными телами.
2. упругие деформации металла заготовки не оказывают существенного влияния на величину ее радиус-вектора.
3. упругие и температурные деформации

абразивного инструмента и заготовки постоянной [1,3].

Первое допущение может быть аргументировано обязательным соответствием используемых хонинговальных брусков стандартам. Второе допущение обосновывается тем, что упругие деформации металла значительно меньше величины его радиального съема. Третье допущение принято с целью упрощения расчетов, исходя из условия, что процесс обработки считаем установившимся.

Учитывая принятые допущения и размерный анализ процесса хонингования была получена формула расчета фактической глубины резания алмазных зерен t_{ϕ} за один проход инструмента

$$\left. \begin{aligned} t_{\phi} &= t - \Delta y - \Delta R_{\Sigma} - \Delta r_{\Sigma} \\ \Delta r_{\Sigma} &= K_1 \sum_{i=1}^{N_{об}} t_{\phi_i} \\ \Delta R_{\Sigma} &= K_2 \sum_{i=1}^{N_{об}} t_{\phi_i} \\ \Delta y &= K_3 \cdot S \sum_{i=1}^n t_{\phi_i} \end{aligned} \right\} (1)$$

где Δr_{Σ} – накопленный съем металла за один проход; ΔR_{Σ} – суммарный износ алмазного инструмента за один проход; Δy – величина упругих отжатий; K_1, K_2, K_3 – эмпирические коэффициенты; K_1 – коэффициент съема металла; K_2 – коэффициент износа алмазного бруска; K_3 – коэффициент упругих отжатий.

Работа алмазного инструмента (АИ) при хонинговании глухих отверстий характеризуется тремя основными этапами: врезание, резание всем инструментом, выход алмазного инструмента на величину перебега. Динамику перемещения инструмента можно проследить по схеме, представленной на рисунке 1.

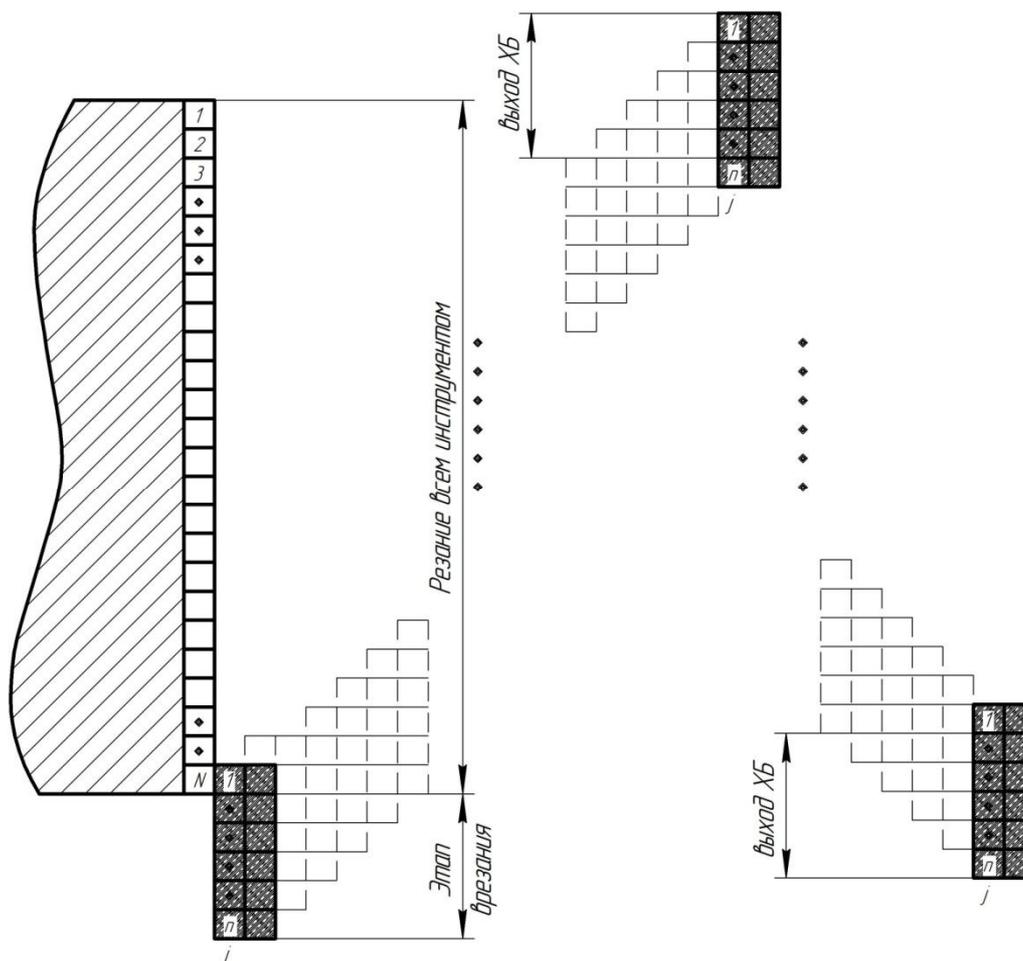


Рисунок 1 – Схема перемещений хонинговального бруска относительно поверхности заготовки

N – высота хонинговального бруска; N – количество участков (сечений) заготовки; n – количество участков (сечений) инструмента; j – количество перемещений (ходов) инструмента от этапа врезания до полного выхода; i – номер сечений заготовки и абразивного инструмента, участвующих в резании попарно.

Анализ данного процесса показывает, что j будет находиться в пределах от 1 до $N_{кас}$, а количество касаний рассчитываться по формуле:

$$N_{кас} = N + n - 1, \quad (2)$$

где $N = \frac{l}{S} + 1$ количество сечений заготовки;

$n = \frac{H}{S} + 1$ – количество сечений инструмента.

В итоге получаем:

на этапе врезания: $j < n$

$$\left. \begin{aligned} \Delta y_j &= \frac{K_3 \cdot S \cdot \left(j \cdot t - \sum_{i=1}^j \Delta R_i - \sum_{i=N+1-j}^N \Delta r_i \right)}{1 + j \cdot K_3 \cdot S} \\ \Delta r_i &= \Delta r_i + K_1 \cdot t_{\phi_i} \\ \Delta R_i &= \Delta R_i + K_2 \cdot t_{\phi_i} \\ t_{\phi_i} &= j \cdot t - \Delta y - \sum_{i=1}^j \Delta R_i - \sum_{i=N+1-j}^N \Delta r_i \end{aligned} \right\} (3)$$

Для t_{ϕ_i} i берется в пределах $i = 1 \dots (n - 1)$.

на этапе резания всем инструментом: $n \leq j \leq N$

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗНОСА ХОНИНГОВАЛЬНЫХ БРУСКОВ
ПРИ ОБРАБОТКЕ ГЛУХИХ ОТВЕРСТИЙ

$$\left. \begin{aligned} \Delta y_j &= \frac{K_3 \cdot S \cdot \left(n \cdot t - \sum_{i=1}^n \Delta R_i - \sum_{i=N+1-j}^N \Delta r_i \right)}{1 + n \cdot K_3 \cdot S} \\ \Delta r_i &= \Delta r_i + K_1 \cdot t_{\phi_i} \\ \Delta R_i &= \Delta R_i + K_2 \cdot t_{\phi_i} \\ t_{\phi_i} &= n \cdot t - \Delta y - \sum_{i=1}^n \Delta R_i - \sum_{i=N+1-j}^N \Delta r_i \end{aligned} \right\} (4)$$

Для t_{ϕ_i} i берется в пределах $i = 1 \dots n$.

на этапе выхода инструмента: $j > N$

$$\left. \begin{aligned} \Delta y_j &= \frac{K_3 \cdot S \cdot \left((N + n - j) \cdot t - \sum_{i=j+1-N}^n \Delta R_i - \sum_{i=1}^{N+n-j} \Delta r_i \right)}{1 + (N + n - j) \cdot K_3 \cdot S} \\ \Delta r_i &= \Delta r_i + K_1 \cdot t_{\phi_i} \\ \Delta R_i &= \Delta R_i + K_2 \cdot t_{\phi_i} \\ t_{\phi_i} &= (N + n - j) \cdot t - \Delta y - \sum_{i=j+1-N}^n \Delta R_i - \sum_{i=1}^{N+n-j} \Delta r_i \end{aligned} \right\} (5)$$

Для t_{ϕ_i} i берется в пределах $i = (n - 1) \dots 1$.

Данный алгоритм был внедрен в программу Excel, что позволило автоматизировать процесс расчетов. Разработанная программа для ЭВМ позволяет также:

- получать зависимости изменения величины съема металла Δg , шероховатости

обработанной поверхности R_a , износа алмазного инструмента ΔR в пределах одного прохода;

- производить расчеты размерных составляющих для нескольких проходов инструмента.

Это даст возможность анализировать динамику процесса хонингования и оценивать величину съема металла Δg , износа алмазного инструмента ΔR , шероховатость обработанной поверхности R_a

Список литературы:

1. Карпов А.А. Проектирование хонинговального инструмента и операционной технологии обработки глухих отверстий повышенной точности. Дис. на соиск. учен. степени магистра техн. наук. - Барнаул, 2012. - 113с.
2. Шевелева Е.А. Совершенствование чистовых операций изготовления прецизионных деталей топливной аппаратуры путем применения сложноимпрегнированного инструмента / Е.А. Шевелева, С.Л. Леонов, Е.Ю. Татаркин // Ползуновский вестник. - № 2007. - № 4. - с.224-230.
3. Леонов С. Л. Технологические предпосылки прогнозирования показателей качества круглого наружного врезного шлифования с разработкой имитационной модели процесса: дисс. канд. техн. наук / С.Л. Леонов. - Барнаул, 1982. - 234 с.