

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СТАНКОВ С ЧПУ

Производительность станка с ЧПУ можно увеличить за счёт сокращения времени основных и вспомогательных перемещений инструмента, которые в нашем случае задаются с помощью управляющей программы. Важнейшим фактором, влияющим на производительность оборудования, является метод, с помощью которого обрабатывается перемещения заданные в кадре. В данной статье анализируется влияние процессов разгона торможения на время отработки программы.

Рассмотрим два варианта обработки: перемещение с постоянной скоростью подачи и перемещение с разгоном и торможением. Сравним скорости время выполнения кадра по тахограмме скорости привода на рис. 1, при условии равенства максимальных скоростей.

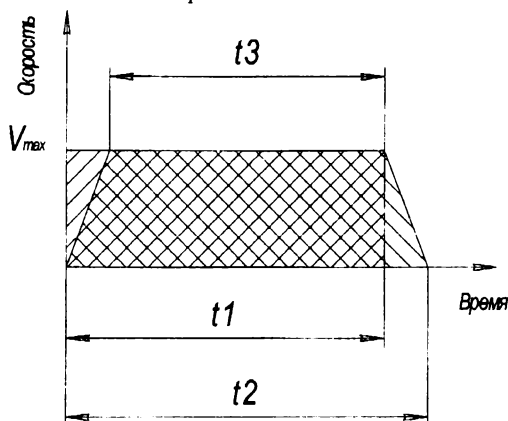


Рис 1 Тахограммы движения привода

Обозначим время, за которое привод проходит участок, заданный в кадре, с постоянной скоростью как t_1 , а время прохода того же участка с разгоном и торможением t_2 . Тогда площадь под тахограммой, определяющая путь пройденный приводом равен:

$$L = \frac{1}{2} \cdot V_{\max} \cdot (t_2 + t_3),$$

где t_3 – время работы станка в установившемся режиме равно

$$t_3 = t_2 - \frac{V_{\max}}{a_p} - \frac{V_{\max}}{a_T}.$$

Приняв, что ускорения разгона и торможения равны по модулю, $|a_p| = |a_T| = a$, получаем

$$t_3 = t_2 - \frac{2 \cdot V_{\max}}{a},$$

$$L = \frac{1}{2} \cdot V_{\max} \cdot \left(t_2 + t_2 - \frac{2 \cdot V_{\max}}{a} \right),$$

$$L = V_{\max} \cdot t_2 - \frac{V_{\max}^2}{a}.$$

Откуда времена выполнения участка, заданного в кадре, при различных алгоритмах, равны соответственно

$$t_2 = \frac{L}{V_{\max}} + \frac{V_{\max}}{a},$$

$$t_1 = \frac{L}{V_{\max}}.$$

По полученным аналитическим выражениям можно сделать следующие выводы:

- время выполнения кадра при наличии алгоритмов разгона/торможения больше, чем в случае их отсутствия;
- чем выше скорость, заданная в кадре, тем, вследствие увеличения второго слагаемого, больше разница между временами выполнения кадра;
- увеличение ускорения позволяет сократить машинное время обработки.

Эти результаты хорошо согласуются с результатами практических экспериментов.

При их проведении использовалось две версии программного обеспечения для управления фрезерным станком с шаговыми приводами подачи. В более ранней версии данной программы отсутствуют алгоритмы разгона и торможения. Усовершенствованная версия, позволяет, при помощи изменения частоты выдачи управляющих импульсов, разогнать приводы подачи по линейному закону до скорости, заданной в кадре, и затормозить их в конце обрабатываемого кадра до нулевой скорости.

Использовались две различные по структуре управляющие программы: чистовой трёхмерной обработки сложной поверхности (множество небольших линейных перемещений, интерполирующих обрабатываемую поверхность) и программа 2,5-координатной черновой обработки (небольшое количество длинных перемещений). В каждой из них использовалась только линейная интерполяция.

Программы тестировались на разных подачах. При выполнении управляющей программы по обработке сложного профиля были получены следующие результаты, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Зависимость времени отработки программы от подачи
(для чистовой трёхмерной обработки)

Подача, мм/мин	t_1 (без р/т), мин	t_2 (с р/т), мин
180	42,45	42,52
300	25,43	25,60
420	18,20	18,50
540	14,17	14,53
660	11,33	12,12
780	9,87	10,42
900	8,62	9,25
1020	7,67	8,40
1140	6,98	7,72
1260	6,50	7,18
1380	5,97	6,75
1500	5,58	6,42
1620	5,33	6,18
1740	5,02	5,93
1860	4,83	5,72

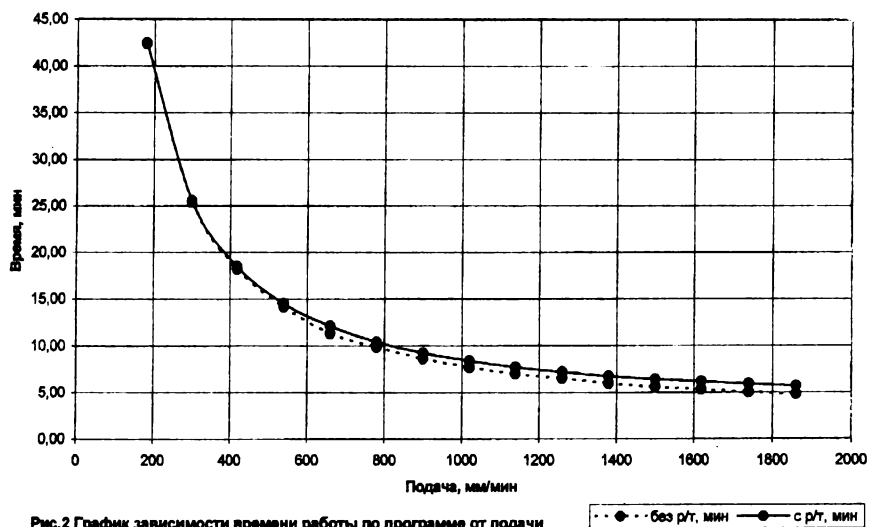


Рис.2 График зависимости времени работы по программе от подачи

Времена, полученные при выполнении управляющей программы по позиционной обработке отверстий, сведены в таблицу 2.

Таблица 2

Зависимость времени отработки программы от подачи (для 2,5-координатной черновой обработки)

Подача, мм/мин	t_1 (без р/т), мин	t_2 (с р/т), мин
240	15,05	15,05
360	10,03	10,05
480	7,58	7,63
600	6,05	5,98
720	5,00	5,10
840	4,27	4,37
960	3,75	3,87
1080	3,30	3,47
1200	3,00	3,17
1320	2,72	2,93
1440	2,52	2,70
1560	2,37	2,57
1680	2,15	2,37
1800	2,00	2,25

Сравнивая две таблицы можно заметить, что разность времени выполнения управляющей программы больше в первом случае.

Необходимость введения алгоритмов разгона/торможения обусловлена физическими возможностями шагового привода. При работе без алгоритмов разгона/торможения в случае резкого изменения траектории движения инструмента наблюдается явление пропуска управляющих импульсов, что приводит к браку заготовки. Применительно к проведённым экспериментам работа без алгоритмов разгона/торможения при $V_{\max} > 400$ мм/мин сопровождается потерями управляющих импульсов.

Учитывая этот фактор, предложенные исследования предполагается вести в следующих направлениях:

- определение оптимальной скорости подачи с $V_{\max} > 400$ мм/мин, позволяющей работать без сбоев станка при применении алгоритмов разгона/торможения.
- определение максимальной величины ускорения.