

## OBRÓBKA MATERIAŁÓW W BUDOWIE MASZYN

К.т.н. Пестунов В.М., к.т.н. Свяцкий В.В., инж. Свяцкая Л.П.  
Кировоградский национальный технический университет

### ЭЛЕМЕНТЫ СИСТЕМЫ СПИД, ОГРАНИЧИВАЮЩИЕ ВЫХОДНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОЦЕССА ГЛУБОКОГО СВЕРЛЕНИЯ

Известно, что в основе оптимизации процесса глубокого сверления лежит функция стойкости инструмента от параметров процесса резания [1]. Математическое описание этого процесса определяется большим числом взаимосвязанных факторов, не поддающихся на сегодняшний день обобщению. Основным элементом системы СПИД, ограничивающим выходные параметры станка при глубоком сверлении, является инструмент. Оптимизация процесса глубокого сверления при этом чаще всего сводится к снятию определенных технических ограничений по устойчивости, прочности или жесткости сверла.

Для повышения производительности процесса сверления необходимо вести обработку с максимально допустимой величиной подачи. В то же время максимально допустимая подача сверления ограничивается прочностью и продольной устойчивостью инструмента.

Подача, допустимая прочностью рабочей части сверла, может быть определена по формуле [2]:

$$S_{II} = y_M \sqrt{\frac{0,02 \cdot d^{3-x_M} \cdot \sigma_{II}}{1,73 \cdot C_M \cdot HB}}, \quad (1)$$

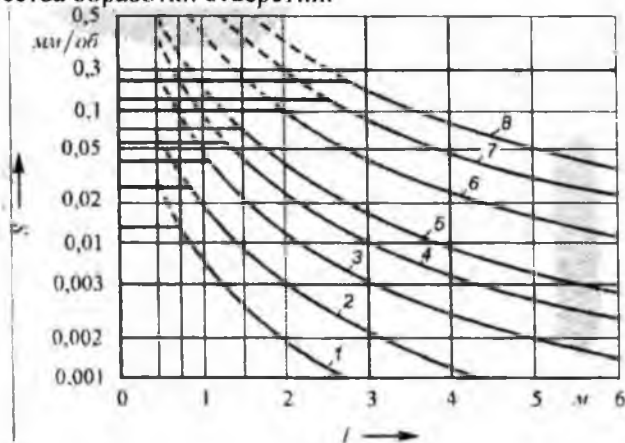
где:  $d$  – диаметр инструмента;  $\sigma_{II}$  – допустимое напряжение для материала инструмента;  $C_M$ ,  $y_M$ ,  $x_M$  – постоянные коэффициенты, зависящие от механических свойств обрабатываемого материала и режущей части сверла;  $HB$  – твердость обрабатываемого материала по Бринеллю.

С увеличением глубины сверления скорость подачи ограничивается продольной устойчивостью стебля инструмента, так как осевая составляющая сил резания не должна превышать критическую силу по Эйлеру, определяемую по формуле:

$$P_{кр} = \frac{E \cdot \pi^3 \cdot I}{(\mu \cdot l)^2} = \eta \frac{E \cdot I}{l^2}, \quad (2)$$

где:  $P_{кр}$  – критическая сила;  $E$  – модуль упругости;  $l$  – длина стебля сверла;  $I$  – момент инерции поперечного сечения инструмента;  $\mu$  – коэффициент приведенной длины;  $\eta$  – коэффициент устойчивости.

Для сохранения продольной устойчивости стебля инструмента по мере увеличения глубины обработки необходимо уменьшать осевую составляющую силы резания путем снижения скорости подачи. Однако, уменьшение скорости подачи вызывает увеличение удельной силы резания, что, в свою очередь, качественно влияет на процесс резания. Обработка глубоких отверстий на малых подачах является мало производительной, а на предельных подачах – ведет к снижению качества обработки отверстий.



Диаметр сверла: 1 – 5 мм; 2 – 7,5 мм; 3 – 10 мм; 4 – 12,5 мм; 5 – 15 мм; 6 – 20 мм; 7 – 25 мм; 8 – 30 мм

**Рисунок 1 – Допустимые подачи при обработке стали 45 из условия прочности стебля сверла по крутящему моменту и сохранения им продольной устойчивости**

На рис. 1 приведены графики допустимой скорости подачи при обработке стали 45 из условия прочности стебля сверла по крутящему моменту и сохранения им продольной устойчивости согласно зависимостям (1) и (2).

Анализ приведенных на рис. 1 графических зависимостей показывает, что рабочая область в системе координат «подача – глубина сверления» определяется двумя показателями: минимальной для данного диаметра сверла величиной подачи, определяемой устойчивым характером стружкообразования и минимальной производительностью; и максимально допустимой величиной подачи исходя из прочности поперечного сечения инструмента и продольной устойчивости стебля сверла.

Изложенное определяет необходимость разработки механизмов приводов станков по условиям оптимальной стойкости инструмента и производительности процесса глубокого сверления [3].

Конструкция одного из таких механизмов привода станков для глубокого сверления, приведена на рис. 2. В корпусе 1 на подшипниках установлен шпindelъ 3, выполненный в виде гидроцилиндра. В цилиндре установленный поршень 2, шток 4 которого жестко соединен со сверлом 5. Для смены сверла шпindelъная группа головки выполнена сменной. Повышение продольной стойкости штока обеспечивается установкой промежуточных опор 7, которые имеют отверстия для прохождения масла, и спиральных пружины 6 равной жесткости. Во время рабочей подачи поршень 2 сжимает последовательно пружины 6, которые, в свою очередь, обеспечивают равномерное перемещение промежуточных опор 7 в направлении подачи.

Полный цикл возвратно-поступательных движений сверла осуществляется гидравлическим механизмом подачи, которая обеспечивает соответственно заданной программе подачу рабочей жидкости в правую или левую полости вращающегося гидроцилиндра. Управление циклом работы гидропривода и настройка на заданную программу поступательных перемещений осуществляется с помощью дорожной автоматики (на схеме не показана).

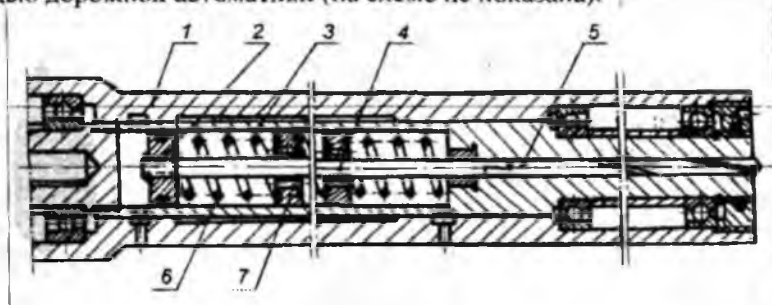


Рисунок 2

Применение механизмов приводов станков для глубокого сверления, которые имеют промежуточные опоры, позволяет увеличить период стойкости инструмента. Использование данных механизмов фактически снимает ограничения процесса обработки глубоких отверстий по критерию продольной устойчивости инструмента.

#### Литература:

1. Пестунов В.М., Свяцкий В.В., Свяцкая Л.П. Решение проблем глубокого сверления в металлообработке // Вестник НТУУ «КПИ». Машиностроение. – К.: НТУУ «КПИ», 2006. – №49. – С. 173 – 178.
2. Лищинский Л.Ю. Оптимизация операций глубокого сверления // Станки и инструмент. – 1971. – №10. – С. 18 – 24.
3. Пестунов В.М., Свяцкий В.В., Свяцкая Л.П. Разработка привода по условиям оптимальной стойкости инструмента и производительности процесса глубокого сверления // Материали за 4-а международна научна практична конференция «Научно пространство на Европа – 2008». – София: Бял ГРАД-БГ ООД. 2008. – Том 27. Технологии. – С. 28 – 30.