

Резюме. Полученные результаты позволяют сделать вывод, что для ШВМ необходимо проводить аттестацию не только винта, гайки, шариков и диаметального зазора, но и осевого зазора пары в сборе, количественно определяющего несовпадения осей винта и гайки.

УДК 621.91,681.322

Э.М. Дечко, канд.техн.наук, М.М. Дечко

### ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ ПРИ ГЛУБОКОМ СВЕРЛЕНИИ

Установленные закономерности процесса резания при сверлении сталей и зависимости точностных параметров отверстий от различных факторов позволяют рассчитать такие численные значения режимов резания, при которых с наибольшей производительностью обеспечивается определенное качество обработки.

В качестве критериев оптимальности режимов резания чаще всего берется себестоимость или производительность операции. Трудоемкость расчетов значительно уменьшается при использовании штучного времени в качестве критерия оптимальности вариантов обработки. Известно, что в общем случае экономический режим по величине не совпадает с режимом максимальной производительности, который всегда выше режимов минимальных расходов на режущий инструмент. Однако чем меньше затраты, связанные с инструментом, тем ближе экономический режим к режиму максимальной производительности.

Для шнекового сверла дробление и отвод стружки из зоны резания осуществляется введением специальной трапецеидальной заточки режущей части с использованием увеличенного угла наклона винтовых (стружечных) канавок. Кроме того, сам процесс резания сопровождается низкочастотными колебаниями, способствующими дроблению и отводу стружки из зоны резания.

При сверлении стали 45 шнековые сверла имели следующие геометрические параметры:  $2\varphi = 90^{\circ}$ ;  $\alpha = \gamma = 14 - 16^{\circ}$ ;  $\omega = 60^{\circ}$ . Сверление выполнялось на станке 2А135 с использованием СОЖ. Метод линейного программирования позволяет учесть взаимосвязь переменных факторов с наложенными ограничениями.

В качестве оценочной функции принимается уравнение вида

$f = \frac{C}{v \cdot S}$ , которое рекомендуется при использовании в ка-

честве критерия оптимальности максимальной производительности ( f ) процесса.

При разработке математической модели оптимального режима резания введен ряд ограничений: режущие возможности шнековых сверл из быстрорежущей стали; наименьшая скорость резания, учитывающая условия стружкообразования; наибольшая подача, допустимая жесткостью сверла и обеспечивающая стабильный отвод стружки из зоны резания; шероховатость поверхности не ниже 4-го класса (ОСТ 2789-73); точность диаметрального размера по 4 - 5 классам (ГОСТ 1015); погрешность расположения оси отверстия по X - XI степени точности (ГОСТ 10356-63).

Следующие уравнения представим в логарифмической форме (чтобы исключить отрицательные значения параметра  $\lg s$ , величина подачи умножается на 100):

$$0,4 \lg v + 0,15 \lg s \leq \lg \frac{0,03 \delta}{d^{0,3}}, \quad (1)$$

$$-0,25 \lg v + 0,11 \lg s \leq \lg 0,87 \cdot \Delta d^{0,3}, \quad (2)$$

$$0,4 \lg v + 0,25 \lg s \leq \lg \frac{1,42 R_a}{d^{0,5}}, \quad (3)$$

$$\lg v + 0,58 \lg s \leq \lg \frac{5,0 d^{0,4}}{T^{0,12}}; \quad (4) \quad \lg s \leq \lg 0,023 d^{0,8}, \quad (5)$$

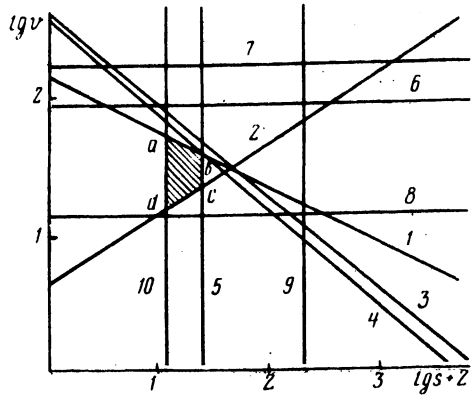
$$\lg v \leq \frac{\pi d n_{\max}}{1000}, \quad (6) \quad \lg v \leq \lg 35, \quad (7) \quad \lg v \geq \lg 5, \quad (8)$$

$$\lg s \leq \lg 1,4 \cdot 100, \quad (9) \quad \lg s \geq \lg 0,06 \cdot 100. \quad (10)$$

Максимальные и минимальные скорости резания и подачи приняты с учетом режущих свойств сверла из быстрорежущей стали Р18, условий стабильного дробления стружки и прочности инструмента. Данная математическая модель была реализована на ЭВМ "МИР-2" с отображением решения геометрической интерпретации оптимального режима резания на экране (рис. 1). Установлено, например, что при выбранных ограничениях максимальная производительность для сверла диаметром 10 мм и глубине сверления 200 мм обеспечивается при скорости реза-

ния 20,7 м/мин, подаче 0,14 мм/об. Стойкость сверла при данных условиях составляет 200 мин. Точностные параметры находятся в пределах:  $R_a = 9,2$  мкм;  $\delta = 0,15$  мм;  $\Delta = 0,16$  мм.

Рис. 1. Геометрическая интерпретация математической модели оптимального режима резания для шнековых сверл  $d = 10$  мм:  $abcd$  - многоугольник возможных решений; ограничения: 1 - по отклонению размеров диаметра,  $\delta$ ; 2 - по отклонению оси отверстия,  $\Delta$ ; 3 - по шероховатости поверхности,  $R_a$ ; 4 - по стойкости сверла,  $T$ ; 5 - по максимально допустимой подаче,  $S_{max}$ ; 6 - по максимально допустимой скорости резания,  $v$ ; 7 - 8 - по максимальной и минимальной скорости вращения шпинделя,  $n$ ; 9 - 10 - по максимальной и минимальной подачам станка.



Резюме. Использование метода линейного программирования, установленных ранее закономерностей процесса резания и изменения точностных параметров отверстий позволяет разработать математически обоснованные рекомендации по рациональному применению шнековых сверл при сверлении сталей.

УДК 621.9.06-82

В.П. Леневиц

## МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ГИДРОПРИВОДОВ С ОБЪЕМНЫМ РЕГУЛИРОВАНИЕМ

В металлорежущих станках широкое применение нашли гидроприводы с объемным регулированием, построенные на базе регулируемого насоса, гидроцилиндра и напорного золотника. Способность напорного золотника образовывать с гидроемкостями при определенных условиях неустойчивые контуры [2] и наличие такой возможности в рассматриваемых гидроприводах (рис. 1) обуславливают необходимость разработки математических моделей, позволяющих исследовать влияние напорного золотника на динамические характеристики гидроприводов.

При разработке математических моделей, общих для представленных на рис. 1 принципиальных схем гидроприводов, принимаем следующие допущения [2]: звенья систем представляем сосредоточенными параметрами; пренебрегаем волновыми процессами в предпосылке малой длины магистралей; рабочий