УДК 621.906.-529

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОГРАНИЧЕНИЙ РЕЖИМОВ СВЕРЛЕНИЯ

О. А. МЕДВЕДЕВ, В. Ф. ГРИГОРЬЕВ
Учреждение образования
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Брест, Беларусь

Определение оптимальных режимов резания материалов необходимо при проектировании высокоэффективных концентрированных операций механической обработки, выполняемых на дорогостоящих станках с ЧПУ, в гибких производственных системах и на автоматических линиях. Традиционные методики расчета режимов сверления, изложенные в учебной и справочной литературе, не обеспечивают определение оптимальных режимов сверления при комплексном учете ограничивающих факторов, что приводит к необходимости последующей трудоемкой корректировки режимов. Для усовершенствования методики расчета режимов сверления необходимо: обоснование выбора объективной функции оптимизации режимов и составление ее математического выражения; разработка математических выражений для наиболее существенных ограничений режимов сверления; разработка процедуры определения оптимальных режимов сверления.

Наиболее комплексным показателем эффективности сверления, зависящим от режимов является себестоимость, пропорциональная штучному времени сверления. В состав штучного времени входят лишь две составляющие, непосредственно зависящие от режимов резания: основное технологическое время и доля времени на смену инструмента в расчете на одну деталь. Анализ нормативов времени на сверление показал, что вторая составляющая пренебрежимо меньше первой, что дает возможность принять в качестве функции оптимизации минутную подачу сверла ($n \cdot s = max$), так как ее максимум достигается практически при тех же значениях входных управляемых параметров режима (частота вращения сверла n и оборотная подача s), что и минимум себестоимости. Теоретически, максимум минутной подачи будет достигнут при бесконечно больших значениях n и s, которые нельзя реализовать ввиду действия ряда технологических ограничений. В ходе исследования математические модели основных ограничений получены на основе дополнений и преобразований известных выражений для скорости резания, осевой силы, крутящего момента при сверлении.

Ограничение по стойкости сверла

$$n \cdot s^y \le \frac{1000 \cdot C_v \cdot D^q \cdot K_v}{\pi \cdot D \cdot T^m}.$$

Ограничение по мощности привода главного движения станка

Электронная библиотека Белорусско-Российского университета

$$n \cdot s^{y} \le \frac{975 \cdot N \cdot \eta}{C_M \cdot D^{q} \cdot K_p}.$$

Ограничение по предельной силе, привода осевой подачи станка

$$s^{y} \le \frac{P_T}{10 \cdot C_p \cdot D^{q} \cdot K_p}.$$

Ограничение по крутящему моменту, передаваемому хвостовиком сверла с конусом Морзе

$$s^{\left(y_M - y_p\right)} \le \mu \frac{C_p \cdot \left(D_K + d_K\right) \cdot \left(1 - 0{,}04\Delta\alpha\right)}{4 \sin \alpha/2 \cdot C_M \cdot D^{\left(q_M - q_p\right)}}.$$

Ограничения по предельным паспортным частотам вращения и подачам шпинделя станка

$$n \ge n_{\min}; \; n \le n_{\max} \quad s \ge s_{\min} \; s \le s_{\max}.$$

В формулах ограничений приняты следующие обозначения: n – частота вращения сверла, мин$^{-1}$; s – оборотная подача, мм/об; C_v и $C_м$ – параметры обрабатываемости; D – диаметр сверла, мм; T – нормативная стойкость сверла, мин; K_v и K_p – поправочные коэффициенты на скорость резания и силовые факторы; $m, y, y_p, y_м, q, q_м, q_p$ – показатели степени; η – кпд привода главного движения станка; μ – коэффициент трения; P_T – сила привода осевой подачи станка, н; $D_к$ – больший диаметр конуса Морзе, м; $d_к$ – меньший диаметр конуса Морзе, м; α – угол конусности хвостовика сверла; $\Delta\alpha \approx 10'$ – погрешность угла конусности хвостовика.

Определение оптимумов n и s на основе предлагаемых моделей функции оптимизации и технологических ограничений можно выполнить наглядно путем построения их графиков. Для упрощения графического определения целесообразно привести эти выражения к линейному виду путем логарифмирования.

Для удобства практического использования предлагаемой методики в табличном редакторе Excel разработана компьютерная программа для совместного решения неравенств ограничений и функции оптимизации для определения оптимальных режимов сверления без трудоемких графических построений. Предлагаемая методика может быть полезна разработчикам техпроцессов механической обработки деталей.

Электронная библиотека Белорусско-Российского университета