

УДК.: 621.951.45.

СПОСОБЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОЧЕК МАКСИМУМА И ПЕРЕГИБА СТОЙКОСТНОЙ ЗАВИСИМОСТИ

РАГРИН Н.А.
КГТУ им.И.Раззакова
n_ragrin@mail.ru

Предложен способ определения координат точек максимума и перегиба зависимости стойкости быстрорежущих спиральных сверл от скорости резания при обработке углеродистых конструкционных сталей

The way of determination of coordinates of points of a maximum and excess of dependence of firmness of fast-cutting spiral drills from speed of cutting is offered when processing carbonaceous constructional staly.

На промышленных предприятиях спиральные сверла составляют от 11,3 до 22,8 % от общего количества используемого инструмента. В общем объеме производства режущего инструмента наибольший удельный вес занимают спиральные сверла (около 30%). Поэтому большое значение имеет определение стойкости сверл при выбранной скорости резания.

Связь между скоростью резания и периодом стойкости может быть выражена немонотонной экстремальной кривой с одним или двумя перегибами [1]. На рис.1 представлена зависимость стойкости быстрорежущих спиральных сверл, диаметром 10,2 мм от скорости резания [2].

Известно, что математическая обработка результатов лабораторных исследований сводится к применению методов аппроксимации для вывода функциональных зависимостей двух переменных полученных посредством однофакторного эксперимента, например стойкости T и скорости резания V , $T = f(V)$. Известные функциональные зависимости скорости резания и стойкости инструмента получены посредством аппроксимации нисходящей ветви графика этой зависимости для скоростей резания больших точки перегиба в пределах нормативного периода стойкости [3]. При этом точное определение точки перегиба имеет важное значение, т.к. она ограничивает область применения аппроксимированной зависимости, в данном случае минимальную скорость резания.

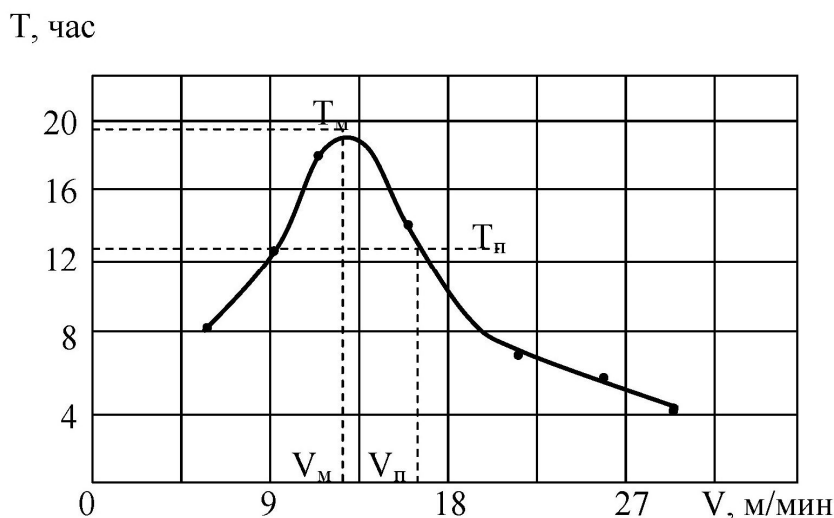
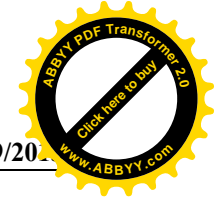
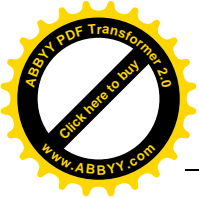


Рис.1. График зависимости стойкости от скорости резания, где скорости резания, обозначенные точками, равны: 6; 9; 12; 16; 21; 26; 30 м/мин

Правильное определение точки максимума также имеет немаловажное значение т.к. скорость точки максимума определяет максимальную стойкость инструментов, и именно эти скорости резания находят повсеместное применение в автоматизированном массовом производстве [4].

Известен [3] аналитический способ определения точек максимума и перегиба графика зависимости стойкости от скорости резания заключающийся в том, что предварительно проводится аппроксимация кривой зависимости $T = f(V)$ посредством уравнения вида:

$$T = C_T V^b e^{-cV}. \tag{1}$$

Числовые значения скорости точки максимума V_M и V_P определяются по формулам $V_M = -b/c$ и $V_P = -(b + \sqrt{b})/c$, где V_M – скорость резания точки максимума, V_P – скорость резания точки перегиба. Коэффициенты b и c определяются посредством последовательного решения системы из трех логарифмических уравнений для трех точек кривой стойкостной зависимости в области ее экстремума

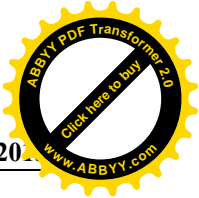
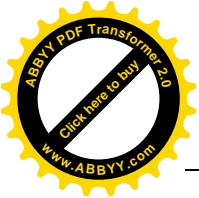
$$b = \frac{(V_2 - V_1)(\ln T_3 - \ln T_1) + (V_1 - V_3)(\ln T_2 - \ln T_1)}{(\ln V_2 - \ln V_1)(V_1 - V_3) + (V_2 - V_1)(\ln V_3 - \ln V_1)},$$

$$c = \frac{b(\ln V_2 - \ln V_1) - (\ln T_2 - \ln T_1)}{(V_2 - V_1)},$$

Коэффициент C_T находят из уравнения

$$C_T = \frac{T_{\text{факт}}}{V^b e^{-cV}}$$

подставляя в него значения стойкостей, использованные для вычисления коэффициентов b и c , и вычислив среднее их трех полученных значений. В результате определения коэффициентов получена следующая зависимость



$$T = e^{-8,86V^{7,6}} e^{-0,59V} \quad (2)$$

В табл.1 представлены фактические и рассчитанные по формуле (2) значения стойкости, и погрешность расчетов.

Таблица 1

Фактическая и рассчитанная стойкость

| | | | |
|---|-------|-------|-------|
| Скорость резания V м/мин | 9 | 12 | 16 |
| Фактическая стойкость T _{факт.} час | 12 | 18 | 15 |
| Рассчитанная стойкость T _{расч.} час | 12,54 | 19,02 | 15,99 |
| Погрешность расчетов, % | 4,5 | 5,55 | 6,5 |

Как видно из представленной таблицы погрешность расчетов не превысила 6,5%, т.е. полученная зависимость с достаточной точностью описывает стойкостную зависимость.

Вычисленные с помощью представленных уравнений координаты точек максимума и перегиба соответственно равны V_м = 12,78 м/мин, T_м = 19,37 час, V_п = 17,5 м/мин, T_п = 13,04. Вычисленные значения скоростей и стойкостей в точках максимума и перегиба помещены на рис.1. Как видно из представленного рисунка рассчитанные значения не совпадают с фактическими. Т.е. предложенный в работе [3] способ определения координат точек максимума и перегиба имеет два существенных недостатка: большая трудоемкость расчетов и низкая точность.

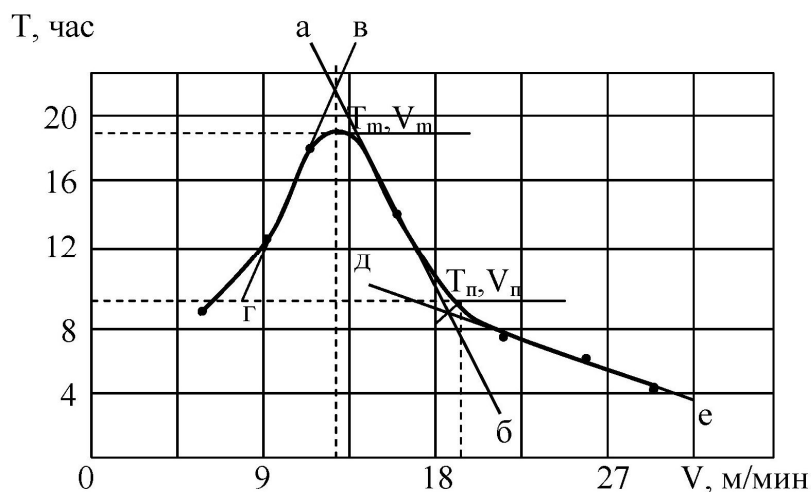
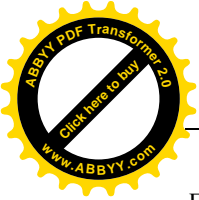


Рис.2. Графический способ определения координат точек максимума и перегиба



Предлагается графический способ определения координат точек максимума и перегиба, представленный на рис.2. Реализация способа заключается в построении двух касательных прямых линий к двум частям кривой графика зависимости двух переменных до их пересечения. Из точки пересечения опускается перпендикуляр на кривую графика, который определяет искомую точку. Для определения точки максимума касательные линии строятся к верхним частям левой и правой ветви графика – линии ав и вг рис.2. для определения точки перегиба касательные линии строятся к верхней и нижней частям одной ветви графика, например линии ав и де рис.2.

Предлагаемый способ легок в исполнении и более точен по сравнению с аналитическим способом. Полученные посредством предлагаемого способа значения координат точек максимума и перегиба, соответственно равны: $V_m = 13,125$ м/мин, $T_m = 18,8$ час, $V_n = 19,5$ м/мин, $T_n = 9,0$ час.

Выводы. Аналитический способ определения координат точек максимума и перегиба обладает двумя существенными недостатками: низкой точностью и большой трудоемкостью расчетов.

Графический способ отличается от аналитического простотой исполнения и высокой точностью.

Литература

1. Бобров В.Ф. Основы теории резания металлов. – М.: Машиностроение, 1975. – 344 с.
2. Рагрин Н.А. Физическая модель стойкостной зависимости. // Технология Машиностроения. – 2012. - № 11. - С. 11 – 17.
3. Грановский Г.И., Грановский В.Г. Резание металлов. – М.: Высшая школа, 1985. - 304 с.
4. Древаль А.Е. Рагрин Н.А. Самсонов В.А. Формирование отказов спиральных сверл в условиях автоматизированного производства. Электронное научно-техническое издание// МГТУ им. Баумана. – Москва. №10. 2011