

## МОДЕЛЬ РАСЧЁТА РАБОЧЕГО РЕСУРСА КОНЦЕВЫХ ФРЕЗ

©2018 А.Ю. Шалагин, Д.В. Евдокимов

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва,

### THE CALCULATION MODEL OF END MILL WORKING SOURCE

Shalagin A.Yu., Evdokimov D.V. (Samara National Research University, Samara, Russian Federation)

*The model of calculating the wear of the end milling cutter on the basis of experimental data taking into account the cutting speed and mechanical characteristics of the materials of the interacting surfaces of the tool and workpiece was presented in this paper. Also dependences of tool life on cutting speed and wear value on working time were obtained and presented in this paper.*

При производстве деталей авиационной техники значительное количество деталей изготавливается из титановых сплавов, отличительной особенностью которых по сравнению со сталями является высокая прочность, меньшая плотность, что в свою очередь позволяет существенно уменьшить массу деталей. Вместе с тем титановые сплавы относятся к труднообрабатываемым материалам, что в определённой мере обусловлено низкими коэффициентами тепло- и температуропроводности. В результате этого в зоне резания как при лезвийной, так и при абразивной обработке возникают значительные температуры, что может привести к структурным и фазовым изменениям

Остаточные напряжения, формируемые в поверхностном слое заготовок при резании и являющиеся одним из основных параметров, определяющих качество обработки, возникают в результате воздействия силового и температурного полей в зоне резания, а количество теплоты, выделяющееся в зоне обработки, зависит от главной составляющей силы резания и скорости обработки.

Одна из самых распространённых проблем при обработке деталей и заготовок лезвийным инструментом является его быстрый износ. Согласно работам [1, 2, 3, 6] одним из наиболее значимых факторов, влияющих на стойкость режущего инструмента, является скорость резания. Таким образом, в настоящей работе было предпринято получить зависимость стойкости инструмента от скорости резания. Объектом исследования было выбрано фрезерование концевыми фрезами, имеющими диаметр 12 мм, а в качестве об-

рабатываемого материала были выбраны титановые сплавы: ВТ6, ВТ9 и ВТ20. Был спланирован и проведён натурный эксперимент, при котором были подобраны такие режимы обработки, при которых подача на зуб, глубина и ширина фрезерования остаются постоянными.

Экспериментальные данные содержат информацию о состоянии изнашиваемых поверхностей для контрольных временных отрезков.

Таким образом, совокупное влияние всех параметров резания на изнашивание поверхностей инструментов в процессе резания установлено не было, т.е. не учтён одновременный вклад каждого явления и каждого фактора в наблюдаемом суммарном износе инструмента. В качестве критерия износа фрезы была выбрана величина, составляющая 0,3 мм, так как дальнейшая работа фрезами с такой величиной износа и выше по задней поверхности, приводит к стремительному росту температуры и сил в зоне резания, что сильно сказывается на качестве получаемой поверхности в худшую сторону [2, 4].

Для обработки полученных в ходе эксперимента данных была составлена математическая модель, которая также была реализована в виде программы в MathCad. Математическая модель позволяет получать зависимость стойкости инструмента от скорости резания в контексте однофакторного эксперимента. Кроме того, математическая модель позволяет получать функцию, показывающую зависимость величины износа зубьев фрезы по задней поверхности от скорости

резания (рис. 1) и времени её работы (рис. 2) по определённому титановому сплаву.

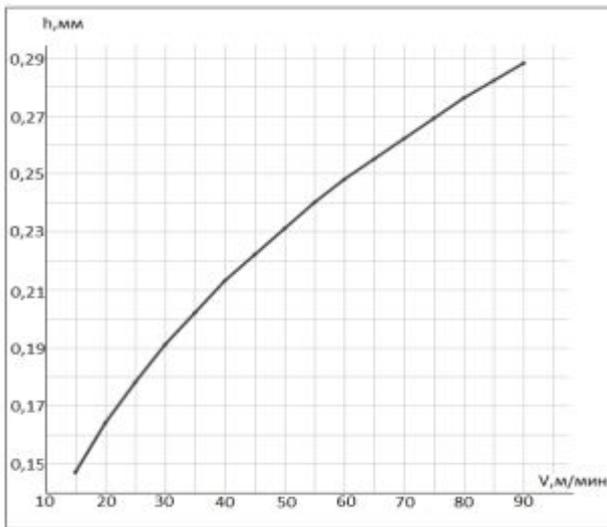


Рис. 1. Зависимость величины износа зуба концевой фрезы по задней поверхности от скорости резания

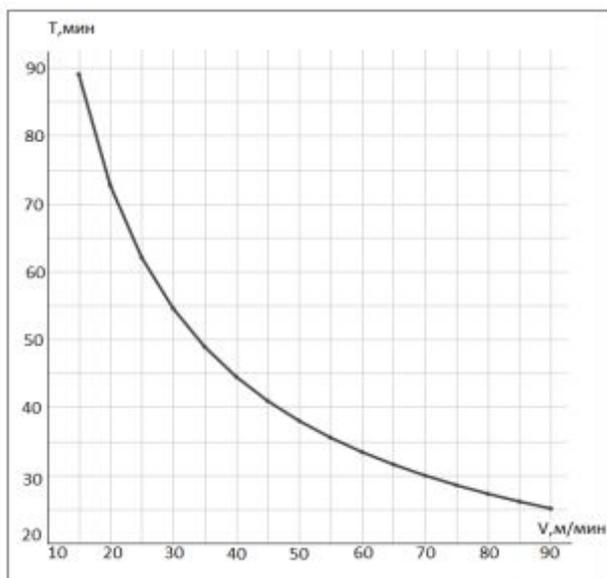


Рис. 2. Зависимость стойкости концевой фрезы от скорости резания

Представленные зависимости были получены на основе обработанного с помощью математической модели, о которой сказано выше, натурного эксперимента.

Далее представлены эмпирические зависимости, отображающие величину износа зуба концевой фрезы по задней поверхности

от скорости резания и зависимости стойкости концевой фрезы от скорости резания.

$$h_z(v) = \frac{(v^{0,376} \cdot S_m^{1,474})}{e^{11,415}},$$

$$T_z(v) = \frac{(S_m^{4,182})}{e^{17,654} \cdot v^{0,707}}.$$

#### Библиографический список

1. Клушин М.И. Резание металлов / М.И. Клушин – М.: Машгиз. 1958. – 454 с.
2. Кравченко, Б. А. и К. Ф. Митряев. Обработка и выносливость высокопрочных материалов. – Куйбышев: Куйбышевское книжное издательство, 1968. – 132 с.
3. Макаров А.Д. Износ инструмента, качество и долговечность деталей из авиационных сплавов: учеб. пособие / А.Д. Макаров, В.С. Мухин, Л.Ш. Шустер – Уфа: Изд-во Уфимского авиационного института им. Орджоникидзе. 1974. – 272 с.
4. Резников А. Н. Теплофизика резания. – М.: Машиностроение, 1969. – 288 с.
5. Грановский Г.И., Шмаков Н.А. О природе износа резцов из быстрорежущих сталей дисперсионного твердения // Вестник машиностроения. 1971. №11. С. 65-70.
6. Зорев Н.Н., Клауч Д.М., Батыров В.А. и др. О природе износа твёрдосплавного инструмента // Вестник машиностроения. 1971. №11. С. 70-73.
7. Силаев Б.М. Обобщённая модель процесса внешнего трения и изнашивания // Машиноведение. 1989. №2. С. 56-65.
8. Силаев Б.М. Термодинамические основы обобщённых модельных представлений процесса трения и изнашивания // Трение и износ. 2017. Т. 38 №6. С. 546-555.
9. Majzoobi, G. H., F. Freshteh-Saniee, S. Faraj et al. Determination of materials parameters under dynamic loading. Part I: Experiments and simulations // Computational Materials Science, 2010. – V. 49. – Is. 2. – P. 192-200.
10. Shrot, A. and M. Bäker. Determination of Johnson-Cook parameters from machining simulations // Computational Materials Science, 2012. – V. 52. – Is. 1. – P. 298-304.