

УДК 621.9

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ СРАВНЕНИЕ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ПРИ ТОРЦЕВОМ И ЦИЛИНДРИЧЕСКОМ ФРЕЗЕРОВАНИИ

Константин Сергеевич Ветров

Студент 5 курса

кафедра «Инструментальная техника и технологии»

Московский государственный технический университет им. Н.Э.Баумана

Научный руководитель: Л.Д. Малькова,

старший преподаватель кафедры «Инструментальная техника и технологии»

В рамках работы была поставлена задача сравнить энергопотребление при торцевом и цилиндрическом фрезеровании с сохранением идентичности условий обработки на основании экспериментально полученных составляющих силы резания при обоих видах фрезерования.

Для осуществления экспериментальных исследований разработан динамометрический стенд на базе динамометра *Kistler*, для которого была специально изготовлена установочная плита с восемью резьбовыми отверстиями М8 для закрепления динамометра к столу вертикально-фрезерного станка, учитывающая габаритные и установочные размеры данного динамометра; а также изготовлена специальная заготовка под фрезерование. Особенностью указанной заготовки являются выполненные отверстия для крепления ее в динамометре и Г-образный профиль с начальной высотой "козырька" 30 мм для реализации цилиндрического фрезерования периферийными режущими кромками концевой фрезы на вертикально-фрезерном станке. Заготовка выполнена из стали 40Х ГОСТ 4543-71. В качестве оборудования использовался вертикально-фрезерный станок модели 6Р12, в качестве режущего инструмента - фреза концевая с четырьмя зубьями Ø30 мм из быстрорежущей стали Р6М5 с коническим хвостовиком по ГОСТ 17026-71.

С целью сохранения идентичности условий обработки экспериментальные исследования для обоих видов фрезерования выполнялись с глубиной резания $t = 1$ мм и частотой вращения шпинделя $n = 200$ мм/об, что соответствует скорости резания $v = 18,8$ м/мин. Составляющие силы резания замерялись при минутных подачах $S_m = 40, 50, 63$ и 80 мм/мин, что при указанных условиях соответствует подачам $S_z = 0,05; 0,0625; 0,07875$ и $0,1$ мм/зуб.

Эксперимент проводился, путем чередования цилиндрического и торцевого фрезерования с повторениями. Ширина фрезерования для обоих видов обработки изменялась дискретно с шагом 3 мм в диапазоне от 30 до 3 мм.

При обработке полученных результатов установлено, что рекомендуемые в литературе [1] и других источниках коэффициенты пересчета ортогональных составляющих силы резания F_x и F_y в окружную силу F_t являются оценочными и не могут быть использованы для сравнительного анализа энергопотребления. Необходимый пересчет был проведен на основании схемы, представленной на рисунке 1 по следующей формуле:

$$F_t = F_x \cdot \cos \Theta - F_y \cdot \sin \Theta,$$

где Θ - угол между проекцией осевой плоскости, проведенной через вершину режущего зуба, и направлением Y в системе координат динамометра.

Поскольку при определении энергопотребления расчет ведется по всему основному технологическому времени, значение F_t определялось как среднее за полный

оборот инструмента.

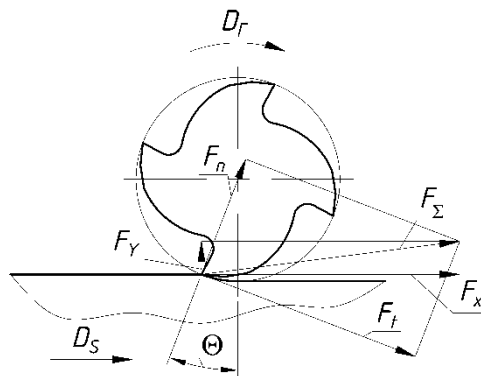


Рисунок 1. Схема пересчета ортогональных составляющих силы резания F_x и F_y в окружную силу F_t на примере цилиндрического фрезерования.

Мощность фрезерования определялась по формуле: $N = F_t \cdot v / 60000$, кВт.

Энергоемкость обработки рассчитывалась по формуле: $E = N \cdot t_o \cdot 60$, кДж, где t_o - основное технологическое время обработки, мин, определяемое по формуле $t_o = L / S_m$. Условная длина обработки L в расчетах принималась 100 мм.

По экспериментальным данным получены зависимости энергопотребления от ширины фрезерования и величины подачи на зуб для цилиндрического и торцевого фрезерования. Проведен сравнительный анализ энергопотребления двух видов фрезерования при одинаковых условиях, включая одинаковый объем снимаемого материала и производительность. Установлено, что цилиндрическое фрезерование является более энергоемким процессом обработки, чем торцевое. В качестве примера в таблицу 1 сведены результаты расчета в некоторой текущей точке с шириной фрезерования 15 мм, в которой превышение энергопотребления цилиндрического фрезерования относительно торцевого составляет 58%.

Таблица 1.

Вид фрезерования	Ширина фрезерования, мм	Глубина резания t , мм	Скорость резания v , м/мин	Подача на зуб S_z , мм/зуб	Окружная составляющая силы резания F_t , Н	Мощность резания N , кВт	Основное технологическое время t_o , мин	Энергопотребление E , кДж
Цилиндрическое	15	1	18,8	0,05	157	0,049	2,5	7,35
Торцевое	15	1	18,8	0,05	101	0,031	2,5	4,65

Литература

1. Справочник технолога-машиностроителя: В 2 т. / Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1985-1986. - Т.2. - 1985. - 496 с.