

Ахметова А.Ж., научн. рук. к.т.н. проф. Кадыров А.С.

Карагандинский Технический Университет, Казахстан

Определение зависимости между параметрами фрезерных резцов методами математической статистики

В целях экспериментальной проверки зависимостей, полученных аналитическим путем, спроектирован и изготовлен стенд моделирования вращательного движения фрез и бурильных молот СМФ – 2 (рис.1).

Стенд состоит из герметичной камеры 3, наполненной раствором, привода вращения испытываемых рабочих органов 1, измерительных валов 8 с магнитоэлектрическими датчиками частоты вращения 6 и токосъемными устройствами 5. В камеру вмонтированы тензометрические датчики давления 2. Для дополнительного визуального контроля характера течения раствора стенд оснащен тахометром 10. Передняя стенка стенда выполнена из прозрачного оргстекла. Стенд позволяет испытать рабочие органы, вращающиеся как вокруг горизонтальной, так и вертикальной оси. Стенд основанием 4 устанавливается на фундамент или крепится к вертикальной раме. Для изменения расстояния между попарно испытываемых рабочих органов в задней камере предусмотрены четыре подшипниковые коробки для крепления валов. Измерительные валы с датчиками закреплялись в переднем и заднем подшипниках качения, что позволило существенно уменьшить влияние радикальных биений при записи крутящего момента [1].

Вращение рабочих органов стенда производилось в среде глинистого раствора. При изготовлении глинистого раствора обеспечивались следующие значения кинематической вязкости раствора $\nu=28...60\text{с}$ и предельного касательного напряжения сдвигу $\tau_0 = 10\text{Н/м}^2$, плотность раствора изменялась от $1,0 \cdot 10^3$ до $1,1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.

Экспериментальные исследования производились с различной угловой скоростью вращения рабочих органов, скорость менялась в пределах $0...15\text{с}^{-1}$.

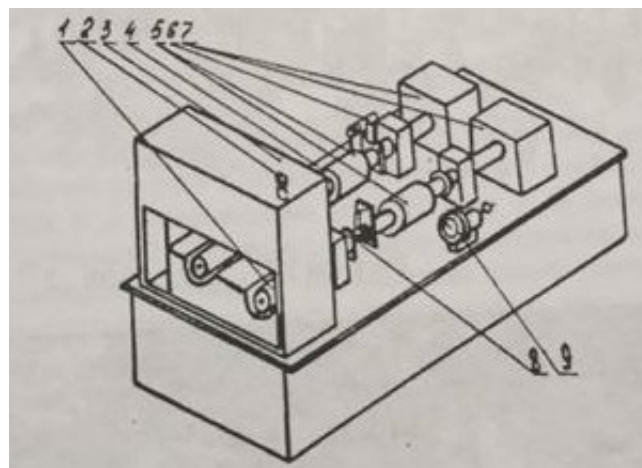


Рисунок 1 – Схема стенда СМФ2

По полученным в процессе выполнения эксперимента данными были определены значения силы резания при различных значениях усилия, угла резания и толщины стружки [1].

Эксперимент планировался классическим планом. При этом один из параметров варьировался, а другие принимали среднее значения. Диапазоны изменения параметров рабочего органа и их фиксированные значения были следующие: диаметр рабочего органа $D=0,1\text{м}$ длина $L=0,3\text{м}$, число резцов $i=12$, шероховатость гладких рабочих органов при ($i=0$) R_z80 .

Целью любого эксперимента является установление функциональной связи между независимой и зависимыми переменными и описание этой связи математической формулой. Для получения формулы, описывающей связь между переменными величинами, результаты экспериментов подвергают обработке [2].

Обработка опытных данных может производиться различными способами. В качестве примера рассмотрим нахождение связи между силой резания Q и элементами режима резания - глубиной h , углом резания δ и усилием P .

Формула, связывающая эти параметры, имеет вид

$$Q = (h, \delta, P) \quad (1)$$

Для определения такого вида зависимости, как правило, используется однофакторный эксперимент, когда варьируется тот фактор процесса резания, влияние которого изучается, а все остальные факторы во время опыта остаются

постоянными. Так, например, если устанавливается влияние глубины резания на силу P то изменяется только его глубина, а все остальные факторы процесса резания остаются постоянными: обрабатываемый и инструментальный материал, геометрия инструмента, подача и угол резания, применяемая СОЖ. После проведения серии опытов по влиянию какого-либо параметра процесса резания (Q, P, δ) на силу резания, необходимо провести обработку результатов экспериментов и выразить взаимосвязь силы P от элементов режима резания математической зависимостью [2].

Обработка результатов измерений осуществлялась методами математической статистики. Среднее арифметическое значение выборки (математическое ожидание):

$$\bar{x} = \frac{1}{n_i} \sum_{i=1}^n x_i \quad (2)$$

где x_i - результат i -того измерения,

n_i - предварительно задаваемое число измерений.

Зная среднее арифметическое выборки, можно найти дисперсию измеряемой величины [3]:

$$D = \sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \bar{x})^2}{n-1} \quad (3)$$

Оценка гипотезы нормальности распределения проводится по критериям согласия:

$$|A| = \frac{|\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3|}{nS^3} \quad (4)$$

где A – асимметрия распределения измеряемой величины,

S – среднее квадратичное отклонение $S = \sqrt{D}$

Эксцесс распределения измеряемой величины:

$$|E| = \frac{|\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4 - 3|}{nS^4} \quad (5)$$

Поскольку выборочная асимметрия и эксцесс являются случайными величинами, то для из оценки использовались дисперсии [3]:

$$D(A) = \frac{6(n-1)}{(n+1)(n+3)} \quad (6)$$

где $D(A)$ – дисперсия асимметрии,

$$D(E) = \frac{24(n-1)(n-3)n}{(n+1)^2(n+3)(n+5)} \quad (7)$$

где $E(A)$ – дисперсия эксцесса.

С учетом указанных дисперсий критерии согласия записываются в виде неравенств [4]:

$$A \leq 3\sqrt{D(A)} \quad (8)$$

$$E \leq 3\sqrt{D(E)} \quad (9)$$

Ассиметрия и эксцесс удовлетворяют этим неравенствам, значит распределение измеряемой величины является нормальным.

При определении числа опытов исходили из условия нормального распределения исследуемых параметров и обеспечения допустимой величин погрешности измерений [4]. Количество параллельных опытов определялось из выражения:

$$n = \left(\frac{tW}{\varepsilon}\right)^2 \quad (10)$$

Была получена зависимость значения Q от стружки резания. Ниже предоставлен график зависимости этих величин (рис. 2).

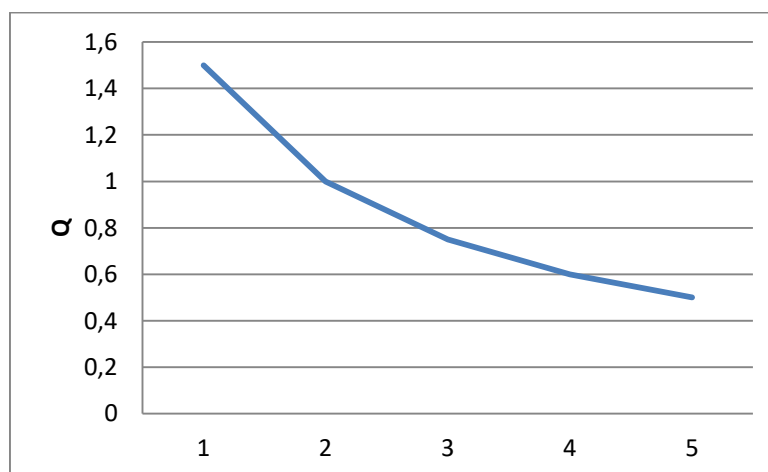


Рисунок 2 – График зависимости силы резания и толщины стружки

Зависимость силы резания от угла резания показано на рисунке 3. Видно, что кривая представляет собой слабо выраженную параболу.

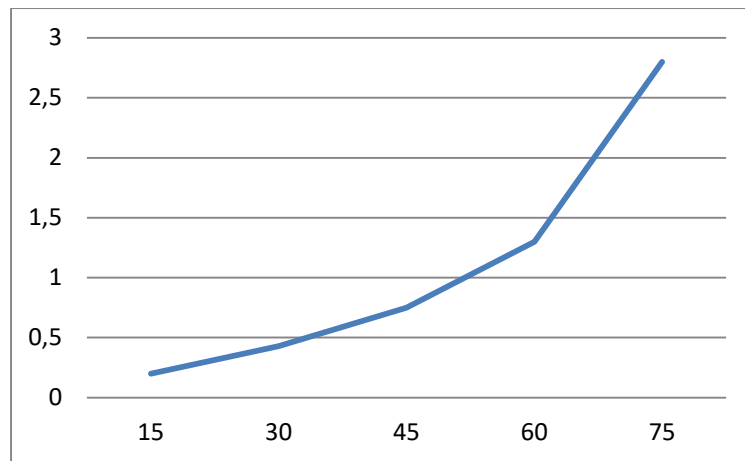


Рисунок 3 – График зависимости силы резания от угла

Между Q и усилием резания выявлена полная корреляционная связь и пропорциональная зависимость что указана на рисунке 4.

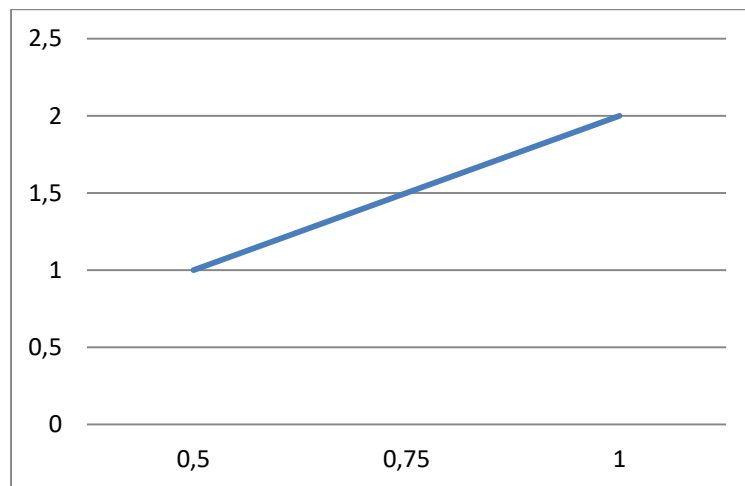


Рисунок 4 – График зависимости между усилием и силой резания

Литература;

1. Теоретические основы проектирования и расчета бурильных и фрезерных землеройных машин/ Кадыров :А.С., Мулдагалиев З.А., Нурмаганбетова А.С., Курмашева Б.К., Жунусбекова Ж.Ж. – Караганада 2010.–54-163с.
2. Основы планирования научно-исследовательского эксперимента/ М. Аугамбаев, А.З. Иванов, Ю.И. Терехов; под ред. Г.М. Рудакова. – Ташкент: Укитувчи, 2004. – 336 с.
3. Теория и техника эксперимента: Учеб. пособие для вузов / Ю.Ф. Гортышов, Ф.Н. Дресвянников, Н.С. Идиатуллин и др.; Под ред. В.К. Щукина. – М.: Энергоато-миздат, 1985. – 360 с.
4. Степнов М.Н. Статистические методы обработки результатов механических испытаний: Справочник. – М.: Машиностроение, 1985. – 232 с.