

АНАЛИЗ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОИЗВОДСТВА К ВЫБОРУ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Малышев Е.Н., Аверкина Д.С.

Ключевые слова: стойкость, вероятность безотказной работы, надежность, сверло, закон распределения стойкости.

Аннотация. Рассматривается зависимость вероятности безотказной работы режущего инструмента от времени. Анализируются результаты проведенного эксперимента, проводится выявление теоретически сформулированной проблемы на практике.

ANALYSIS OF THE SENSITIVITY OF TECHNICAL AND ECONOMIC CHARACTERISTICS OF PRODUCTION TO THE CHOICE OF INSTRUMENTAL MATERIALS

Malyshev E.N., Averkina D.S.

Keywords: resistance, probability of failure-free operation, reliability, drill, law of distribution of resistance.

Abstract. The dependence of the probability of failure-free operation of the cutting tool on time is considered. The results of the experiment are analyzed, the theoretically formulated problem is identified in practice.

В работе [1] представлена зависимость вероятности безотказной работы от времени, которая подчиняется экспоненциальному закону (рис. 1).

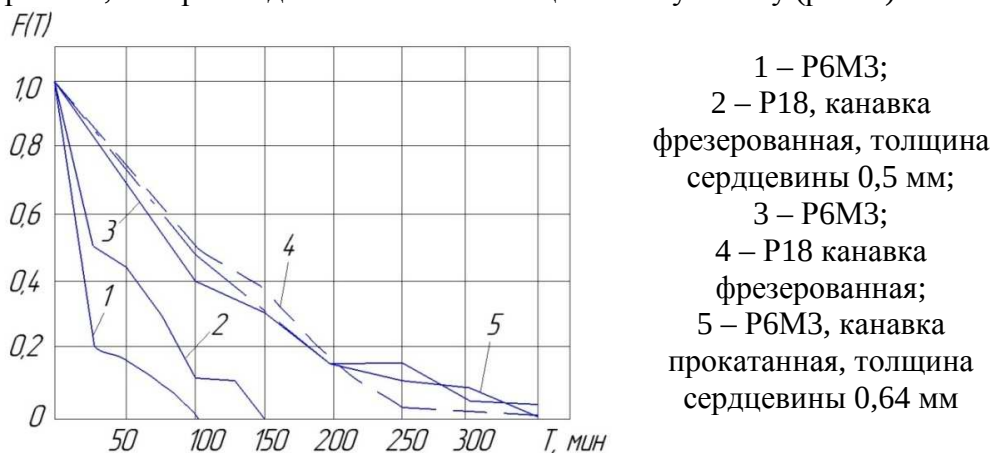


Рис. 1. Зависимость вероятности безотказной работы от времени для сверл диаметром 3 мм из стали

Стойкость при обработке сверлами диаметром до 3 мм стали 10 распределяется по экспоненциальному закону. Автором установлено, что при работе сверл не происходит явлений старения, т.е. накопления повреждений. Следовательно, поломка этих сверл вызвана случайными перегрузками, а не износом. Это подтверждается и тем фактом, что износ поломанных сверл этой партии распределяется по экспоненциальному закону.

При работе сверл по стали 45 были получены характеристики надежности иного вида (рис. 2). Наличие горизонтального участка на кривой $P(\tau)$ - τ свидетельствует об отсутствии в первый период работы отказов. В этом случае стойкость с вероятностью 0,9 значительно повышается и составляет 30-40% от средней стойкости; распределение стойкости сверл подчиняется нормальному закону.

Сверла диаметром более 1 мм, выходят из строя, в основном, в результате достижения определенного критического износа, а аварийные поломки являются следствием дефектов изготовления и эксплуатации (недостаточная точность станка, повышение биения сверл при закреплении в патроне, низкая квалификация оператора и т.п.) [2].

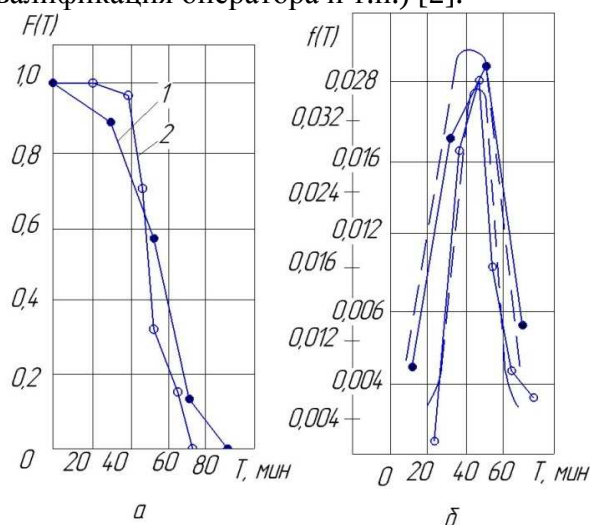


Рис. 2. Характеристики надежности сверл:
1 – диаметром 3 мм; 2 – диаметром 5 мм

При обследовании [3] нескольких партий сверл диаметром 5 мм (рис. 2) в одинаковых условиях установлено, что распределение стойкости сверл подчиняется обоим законам: экспоненциальному и нормальному. Вид закона распределения стойкости связан с преобладающим действием накопленных повреждений, например, износа или случайных перегрузок в работе сверл, что определяется как качеством инструмента, так и условием работы.

Для научной работы был проведен эксперимент, в котором были сделаны расчеты затрат времени на операцию (1), состоящие из: затрат времени, не зависящих от режимов обработки; время выполнения рабочих ходов; время на замену 1 шт. инструмента.

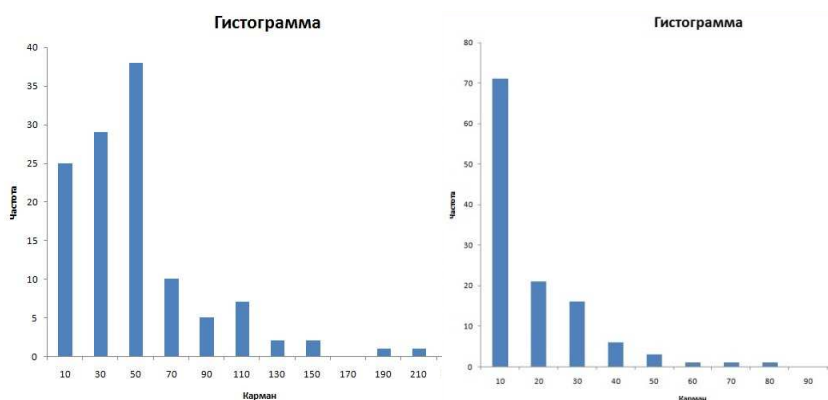
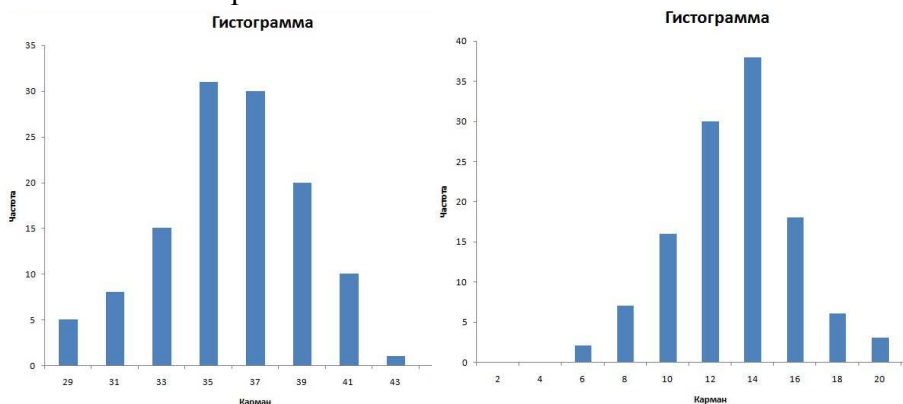
$$F_T = T_n + T_{p.x.} + T_{инс}. \quad (1)$$

Исходные данные для эксперимента представлены в табл. 1.

Полученные значения гистограммы стойкости в эксперименте по характеру распределения совпадают с данными литературных источников. Установлено, что распределение стойкости сверл подчиняется обоим законам: от экспоненциального до нормального.

Табл. 1.

Диаметр заготовки, мм	Станок	Материал режущего инструмента	Обрабатываемый материал	СОЖ
3	Сверлильный станок с ЧПУ	P6M5	12MX	эмульсия
Твердость обрабатываемого материала, НВ		Скорость резания, м/мин	Глубина сверления, мм	Подача, мм/об
157		8; 10		

Рис. 3. Распределение стойкости по экспоненциальному закону, при скорости резания $V=8$ м/мин и $V=10$ м/минРис. 4. Распределение стойкости по нормальному закону, при скорости резания $V=8$ м/мин и $V=10$ м/мин

По выполненным расчетам были выведены гистограммы затрат времени на операцию. Этот показатель также распределяется по экспоненциальному и нормальному законам. С помощью гистограмм можно найти вероятность того, что затраты времени F_T не превысят какого-либо отрезка времени (предположим 500 мин) в процентном соотношении. Например, согласно полученным данным гистограммы (рис. 5), при скорости

резания $V=8\text{ м/мин}$, вероятность того, что затраты времени F_T не превысят 500 мин: $P(F_T) = \frac{106}{120} \cdot 100 = 88\%$.

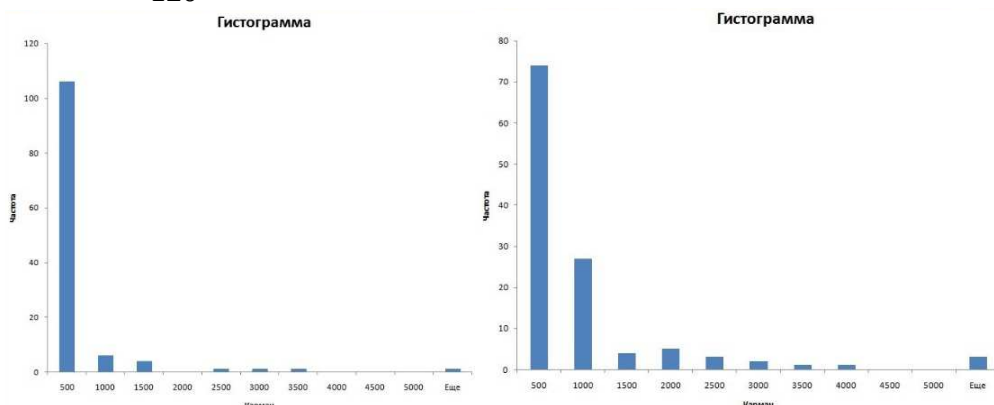


Рис. 5. Закон экспоненциального распределения, при скорости резания $V=8\text{ м/мин}$ и $V=10\text{ м/мин}$

Также и для нормального закона распределения. Согласно полученным данным гистограммы (рис. 6), при скорости резания $V=10\text{ м/мин}$, вероятность того, что затраты времени F_T не превысят 300 мин: $P(F_T) = \frac{80}{120} \cdot 100 = 67\%$.

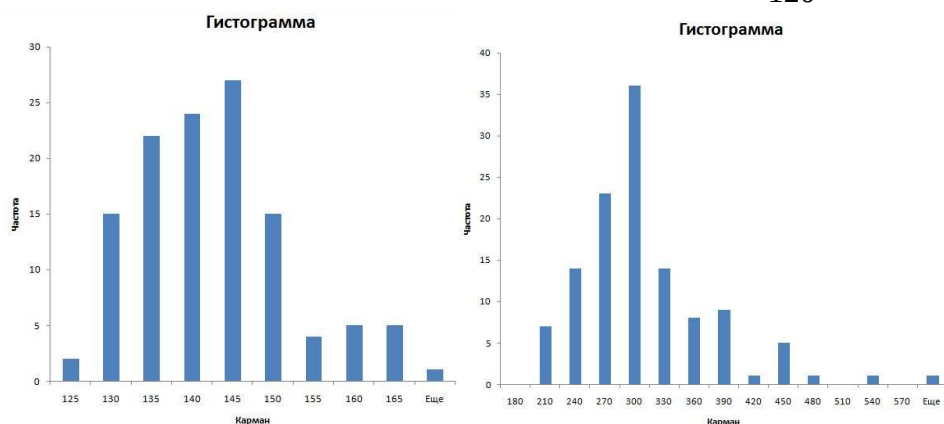


Рис. 6. Закон нормального распределения при скорости резания $V=8\text{ м/мин}$, $V=10\text{ м/мин}$

Список литературы

1. Григорьев С.Н. Методы повышения стойкости режущего инструмента: учебник для студентов вузов. – М.: Машиностроение, 2011. – 368с.
2. Высоцкий Ю.И. Надежность твердосплавных отрезных резцов в зависимости от геометрических параметров их режущей части у вспомогательного лезвия // Надежность режущего инструмента / Бетанели А.И.-Киева, 1972: Техника. – С.210-217.

3. Добрянский Р.И. Приемочные испытания инструмента на надежность с использованием метода последовательного анализа//Надежность режущего инструмента / Бетанели А.И. - Киева, 1972: Техника. – С.82-88.

References

1. Grigoriev S.N. Methods to improve the resistance of the cutting tool: a textbook for students of technical colleges. – M.: Mashinostroenie, 2011. – 368 p.
2. Vysotsky Yu.I. Reliability of carbide cutting cutters depending on the geometrical parameters of their cutting part of the auxiliary blade // Reliability of the cutting tool / Betaneli AI-Kiev, 1972: Technique. – P. 210-217.
3. Dobriansky R.I. Acceptance testing of the tool for reliability using the method of sequential analysis // Reliability of the cutting tool / Betaneli AI-Kiev, 1972: Technique. – P. 82-88.

Малышев Евгений Николаевич – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Машиностроительные технологии», m1@bmstu-kaluga.ru	Malyshev Evgeny Nikolaevich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of "Engineering Technology", m1@bmstu-kaluga.ru
Аверкина Дарья Сергеевна – студент, daryaaverkina@yandex.ru	Averkina Darya Sergeevna – student, daryaaverkina@yandex.ru
Московский государственный технический университет им. Н.Э.Баумана – Калужский филиал, г.Калуга, Российская Федерация	Bauman Moscow State Technical University – Kaluga branch, Kaluga, Russian Federation

Received 24.06.2019