

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРИТЕРИЕВ ЗАМЕНЫ КОМБИНИРОВАННЫХ ОСЕВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Данная работа является продолжением исследований работоспособности сборных комбинированных осевых инструментов для обработки отверстий в корпусных деталях из серого чугуна на Минском тракторном заводе. По результатам исследований было установлено, что количественным показателем отказа сменных неперетачиваемых пластин (СНП) комбинированных борштанг является величина износа по задней поверхности. В связи с этим, встает задача оценки величины и определения закона распределения износа с целью применения данного показателя в качестве количественного критерия отказа инструмента в производственных условиях.

Для статистической обработки результатов измерений износа пластин разработан алгоритм (рис.1) и на его основе программное обеспечение для определения теоретического закона распределения величины износа.

Были рассмотрены четыре теоретических закона распределения случайной величины: нормальный, логонормальный, экспоненциальный и закон Вейбулла [1-6]. Им в соответствие поставлены эмпирические распределения, полученные в результате статистической обработки результатов измерения износа СНП комбинированных борштанг, используемых на участке механообработки “Корпуса” № 80- 1701025-А и муфты №80-1701025-В [1, 2]. Проверка гипотезы согласия эмпирического и теоретического закона распределения случайной величины проводилась с помощью критерия Колмогорова λ [1-3, 7]. Этот критерий является одним из наиболее применяемых для установления закона распределения генеральной совокупности по большой выборке из нее. Критерий λ дает достаточно точные результаты даже при объеме выборок, состоящих из нескольких десятков членов и прост для вычисления.

В нашем случае выбор этого критерия вполне обоснован, т.к. объем выборок составил 120 исследуемых пластин на каждой ступени инструмента. Не вдаваясь в теоретические подробности обоснования критерия Колмогорова, приведем результаты проверки согласия эмпирических распределений износа пластин комбинированных осевых инструментов различным теоретическим законам (табл. 1). Данные получены при помощи программного обеспечения разработанного в среде программирования MathCAD.

Примеры графиков плотности вероятности и функции распределения износа пластин сборных борштанг фирмы Walter представлены на рис. 2. Графики сравнения функций эмпирического и теоретических распределений износа режущих граней по выбранным законам приведены на рис. 3.

В ходе анализа полученных результатов было установлено, что величины износа имеют большой разброс значений.

Анализ полученных зависимостей показал, что рассеивание износа режущих инструментов, таких как комбинированные осевые инструменты для обработки отверстий, по задней поверхности в момент съема со станка, наилучшим образом описывается нормальным и законом Вейбулла. При этом только при нормальном законе распределения износа критерий $\lambda=1.28...1.33$ имеет доверительную вероятность $p=0.9...0.95$, т.е. $1-p=0.05...0.1$ [1-3, 7]. Это означает, что мала вероятность такого случайного отклонения эмпирической функции распределения от теоретической, которая наблюдалось при опыте. Иначе говоря, наблюдаемое отклонение $F_2(h)$ от $F_1(h)$, по-видимому, не случайно, т. е. что функция $F_2(h)$ недостаточно хорошо согласуется с $F_1(h)$. Для других теоретических законов критерий λ недопустимо велик. При анализе графиков распределения износа пластин (рис.2) видно, что наибольшая погрешность согласия эмпирического и теоретического закона соответствует области малых величин износа $h_3=0...0.1$ мм.

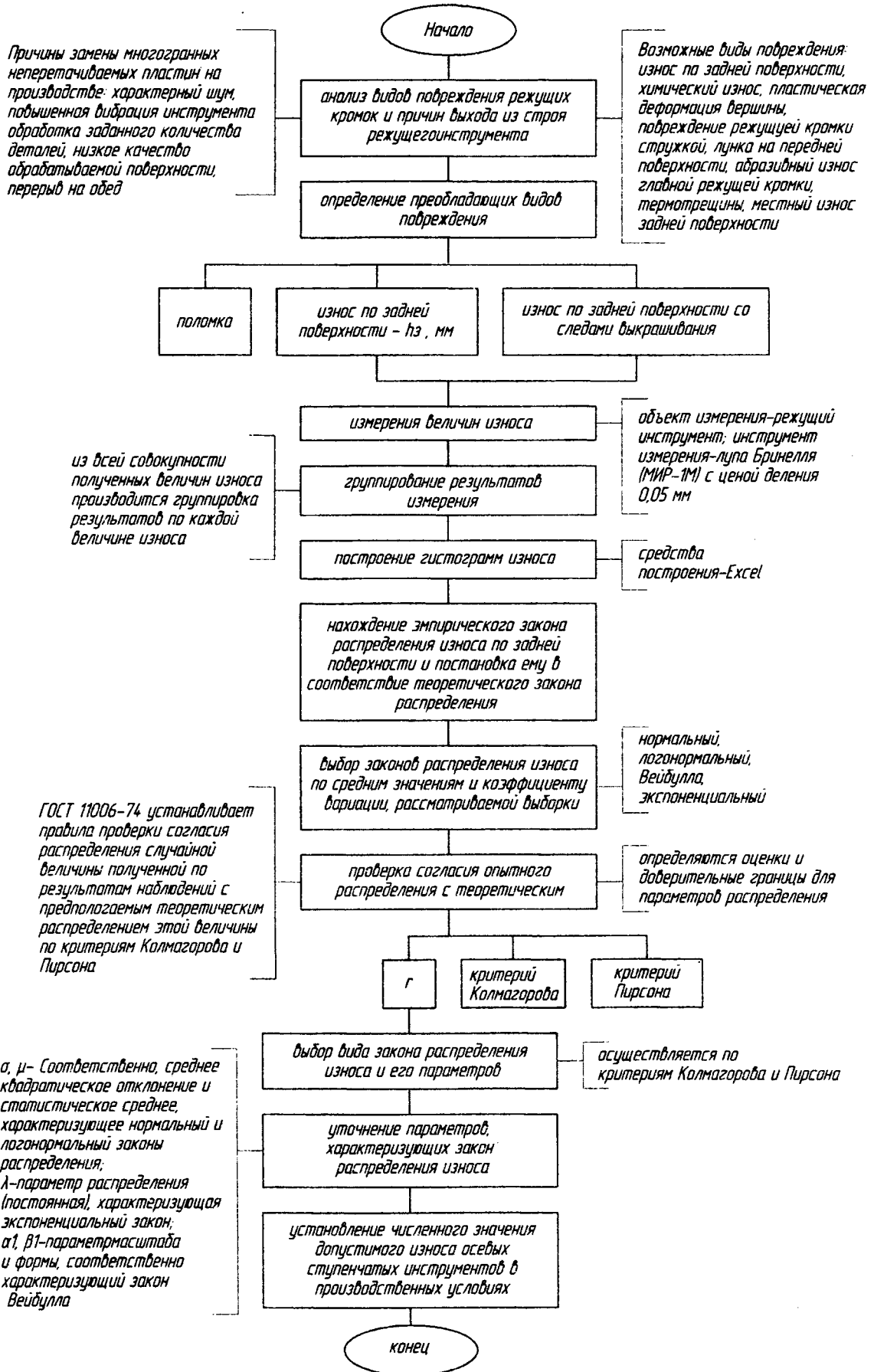


Рис. 1. Алгоритм прогнозирования износа комбинированных инструментов в производственных условиях

При усечении области исследуемых величин до указанного предела критерий согласия принимает значение $\lambda=0,71...0,77$, соответствующее $1-p=0,6...0,7$, что говорит о хорошем согласии эмпирического и теоретического нормального закона распределения износа.

Износ центральных и периферийных пластин подчиняется закону равномерного распределения

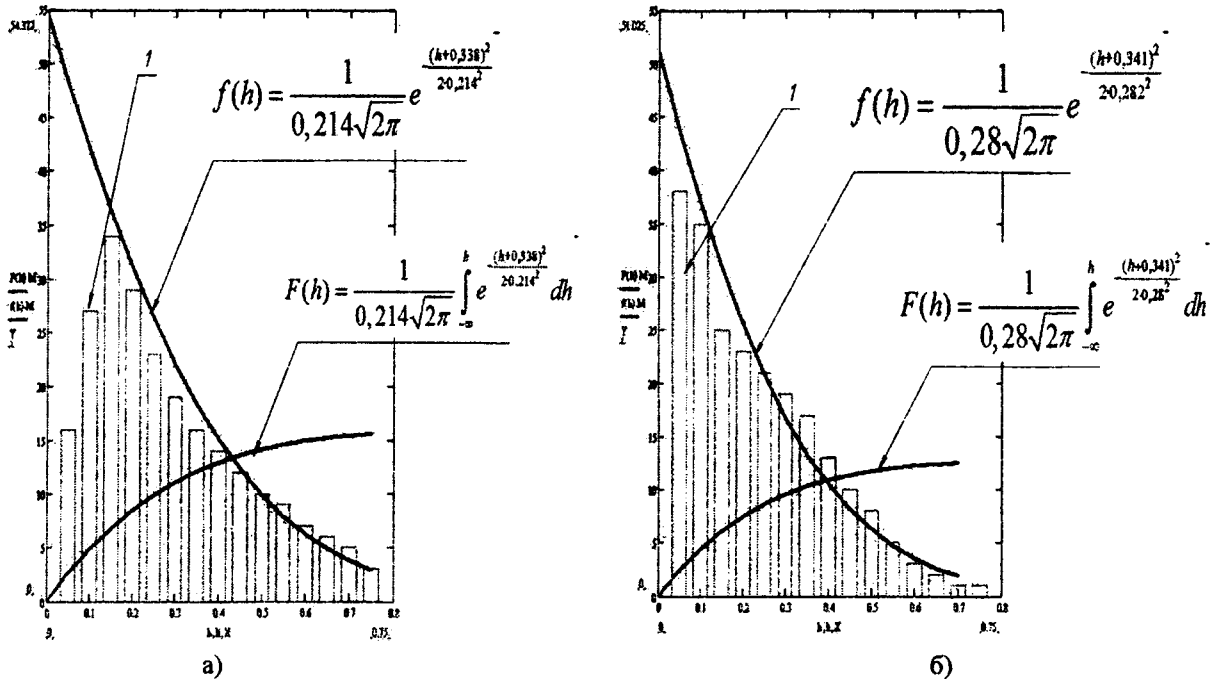


Рис. 2. Графики распределения износа периферийных пластин:
а) борштанга D14 мм; б) борштанга D24,8 мм;

1 - гистограмма распределения износа; $f(h)$ -кривая плотности теоретического распределения износа, подчиняющаяся нормальному закону; $F(h)$ - функция распределения износа

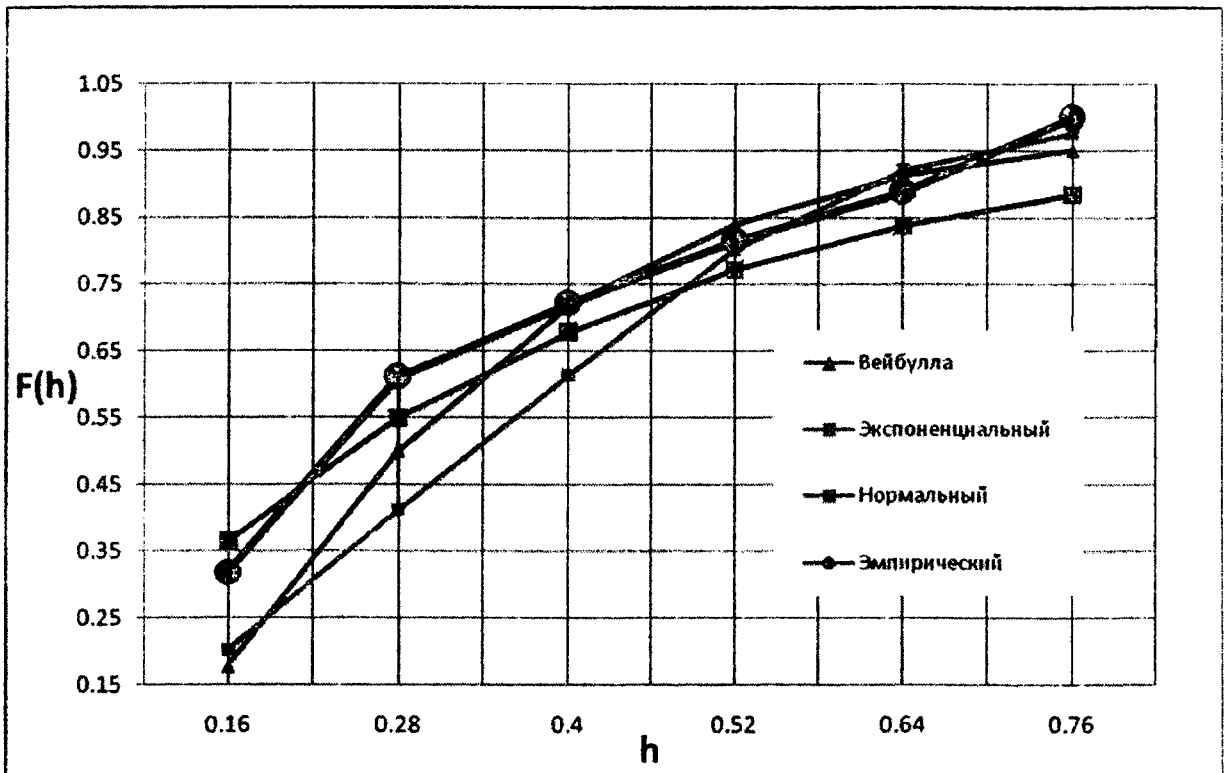


Рис. 3. Сводный график функций распределения износа периферийных пластин борштанг D14 мм

Закон распределения	Борштанга D14 мм		Борштанга D24,8 мм	
	Основные уравнения	Критерий Колмогорова	Основные уравнения	Критерий Колмогорова
Нормальный	$f(h) = \frac{1}{0,214\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(h-0,338)^2}{2 \cdot 0,214^2}}$ $F(h) = \frac{1}{0,214\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^h e^{-\frac{(h-0,338)^2}{2 \cdot 0,214^2}} dh$	$\lambda = 1,31$	$f(h) = \frac{1}{0,28\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(h-0,341)^2}{2 \cdot 0,28^2}}$ $F(h) = \frac{1}{0,28\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^h e^{-\frac{(h-0,341)^2}{2 \cdot 0,28^2}} dh$	$\lambda = 1,28$
Экспоненциальный	$f(h) = 2,842e^{-2,842h}$ $F(h) = 1 - e^{-2,842h}$	$\lambda = 9,21$	$f(h) = 2,921e^{-2,921h}$ $F(h) = 1 - e^{-2,921h}$	$\lambda = 8,9$
Логонормальный	$f(h) = \frac{0,4343}{h \cdot 0,264\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\lg h + 0,553)^2}{2 \cdot 0,264^2}}$ $F(h) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\frac{\log(h)+0,553}{0,264}} e^{-\frac{(h)^2}{2}} dh$	$\lambda = 4,28$	$f(h) = \frac{0,4343}{h \cdot 0,245\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\lg h + 0,562)^2}{2 \cdot 0,245^2}}$ $F(h) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\frac{\log(h)+0,562}{0,245}} e^{-\frac{(h)^2}{2}} dh$	$\lambda = 4,62$
Вейбулла	$f(h) = \frac{2,013}{0,147} h^{2,013-1} \cdot e^{-\frac{h^{2,013}}{0,147}}$ $F(h) = 1 - e^{-\frac{h^{2,013}}{0,147}}$	$\lambda = 3,61$	$f(h) = \frac{2,121}{0,129} h^{2,121-1} \cdot e^{-\frac{h^{2,121}}{0,129}}$ $F(h) = 1 - e^{-\frac{h^{2,121}}{0,129}}$	$\lambda = 3,05$

Выводы:

Теоретические предположения о разной степени износа пластин комбинированных осевых инструментов нашли подтверждение при производственных исследованиях работоспособности. У ступенчатых борштанг наибольшему износу подвержены пластины, лимитирующие по скорости и длине резания. Смена инструмента осуществляется при износе периферийных пластин.

Распределение износа СНП лучшим образом аппроксимируется нормальным законом и законом Вейбулла, что дает возможность использовать величину среднего износа из статистической выборки измерений в качестве количественного критерия затупления инструмента.

Распределение износов центральных и фасочных пластин носит равномерный характер в пределах 0,2..0,3 мм, что соответствует схеме частичного нагружения этих конструктивных элементов инструмента.

Таким образом, результаты работы могут быть использованы для определения и прогнозирования стойкости, нормирования расхода сборных комбинированных инструментов при проведении научных исследований, производственных испытаний и непосредственно при эксплуатации, а также могут быть использованы при разработке мероприятий направленных на увеличение надежности инструментов на этапах подготовки производства.

Разработанный алгоритм и программное обеспечение в среде программирования MathCAD для обработки статистических данных по анализу состояния и измерения износа на производстве могут быть использованы для создания автоматизированной экспертной системы управления процессом механической обработки различными типами режущих инструментов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Р. Шторм. Теория вероятностей. Математическая статистика. Статистический контроль качества. Перевод с немецкого Н. Н. и М. Г. Федоровых под редакцией Н. С. Райбмана - М.: Издательство «Мир», 1970. – 368 с. 2. Шор Я.Б. Статистические методы анализа и контроля качества и надежности – М.: Издательство «Советское радио», 1962. – 552 с. 3. Я.Б. Шор, Ф.И. Кузьмин. Таблицы для анализа и контроля надежности. - М.: Изд-во «Советское радио», 1968. - 288 с. 4. ГОСТ 11.004-74. Прикладная статистика. Правила определения оценок и доверительных границ для параметров нормального распределения. - Введ. 21.02.1974.– М.: Госстандарт СССР, 1974. – 20 с. 5. ГОСТ 11.005-74. Правила определения оценок и доверительных границ для параметров экспоненциального распределения. – Введ. 08.07.1974.– М.: ВНИИС: Всесоюзный научно-исследовательский институт стандартизации, 1974. – 30 с. 6. ГОСТ 11.007-75. Правила определения оценок и доверительных границ для параметров распределения Вейбулла. – Введ. 05.09.1975.– М.: Госстандарт СССР, 1975. – 30 с. 7. ГОСТ 11.006-74. Правила проверки согласия опытного распределения с теоретическим. – Введ. 20.12.1974. – М. ВНИИС: Всесоюзный научно-исследовательский институт стандартизации, 1974. – 24 с.

УДК 621.9.048.4

Луговой И. В.

ОБРАБОТКА ОТВЕРСТИЙ МАЛОГО ДИАМЕТРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДУЛИРОВАННЫХ КОЛЕБАНИЙ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Обработка отверстий малого диаметра в глубоких каналах, криволинейных отверстий и отверстий со сложным поперечным профилем в хрупких твердых и сверхтвердых материалах, представляет определенные трудности. Для этих целей используют различные методы, например, обработку длинномерных каналов осуществляют воздушным потоком абразивных частиц. Другие широко известные методы обработки отверстий малого диаметра в металлах основаны в основном на использовании электрохимических и электрофизических методов [1]. В частности, к этим методам можно отнести электроэрозионную обработку криволинейным электрод-инструментом в металлах, лазерную обработку отверстий малого диаметра в различных материалах, электрохимическую обработку сложных поверхностей и т.д. Несмотря на многочисленность известных методов, одной из сложных технических задач на сегодня считается получение и обработка отверстий малого диаметра в неэлектропроводных хрупких материалах: стекле, камне, кости, керамике, ферритах, фарфоре и пр. Возможное решение поставленной задачи может быть при использовании виброударных ультразвуковых систем [2]. Так, например, известно устройство для ультразвукового полирования (рис.1), содержащее составной волновод, выполненный в виде цилиндра, длиной равной четверти длины волны, и спирали с углом подъема винтовой линии $50-80^\circ$ [3].

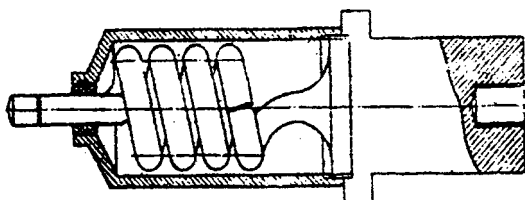


Рис. 1. Устройство для ультразвукового полирования

Процесс обработки с ультразвуком происходит за счет высокочастотных ударов торца рабочего инструмента по абразивным зернам и сопровождаемыми при этом сколами частиц обрабатываемого материала. В общем случае механизм ультразвуковой обработки можно представить как многоэтапный процесс, состоящий из образования микротрещин и выколов при ударе инструмента по частицам абразива, перемещения выколотых частиц обрабатываемого материала и разрушения абразивных частиц под действием