

Хак А.К.М. Нурул, А.И.Кочергин,
канд. техн. наук, Н.И.Тимофеева (БПИ)

ИССЛЕДОВАНИЕ РАССЕЙВАНИЯ ИЗНОСА И СТОЙКОСТИ ИНСТРУМЕНТОВ

В данной статье приведены эмпирические распределения величин износа инструментов, при которых они снимаются со станков-автоматов и полуавтоматов в условиях крупносерийного и массового производства деталей. Представлены также результаты, полученные в лабораторных условиях при исследовании влияния режимов резания на коэффициент вариации стойкости.

Диапазон рассеивания величин износа инструментов по задней поверхности, при которых они снимаются со станков, имеет пределы: 0,1 и 1,5 мм – для трехгранных неперетачиваемых твердосплавных пластинок и червячных фрез; 0,1 и 1,2 мм – для долбяков из стали P18; 0,1 и 0,7 мм – для долбяков из стали P6M5. Износ сверл диаметром 10–18 мм изменялся в следующих пределах: по уголку – от 0,3 до 1,2 мм; по перемычке – от 0,1 до 0,8 мм; по задней поверхности – от 0,1 до 0,7 мм; по ленточке – от 1 до 3 мм. Коэффициент вариации для разных инструментов составлял от 0,3 до 0,8. В связи с тем что в момент смены инструмента его износ является случайной величиной, изменяющейся в широком диапазоне, необходимо изучить ее распределения и использовать последние при лабораторных исследованиях стойкостных зависимостей.

Некоторые эмпирические распределения величин износа приведены на рис. 1. Проверка с помощью вероятностной бумаги показала, что экспериментальные данные не противоречат гипотезе о нормальном распределении износа сверл по ленточке и червячных фрез, о логарифмически нормальном распределении неперетачиваемых твердосплавных пластинок и твердосплавных ножей торцовых фрез, об экспоненциальном распределении износа сверл по перемычке, задней поверхности и уголку, а также износа червячных фрез.

Распределения величин износа инструментов, при которых в производственных условиях они снимаются со станка, могут быть использованы при лабораторных испытаниях инструментов с целью оптимизации их геометрии и получения наиболее общих зависимостей стойкости от режимов резания.

Эксперименты, с помощью которых стойкость устанавливается при строго определенной величине износа, позволяют получать стойкостные зависимости частного типа. Параметры этих зави-

симостей обусловлены принятым критерием затупления. При этом из графиков износа извлекается весьма малая информация. С целью устранения этих недостатков, а также для приближения условий лабораторных испытаний к производственным целесообразно стойкостными испытаниями определять вероятную стой-

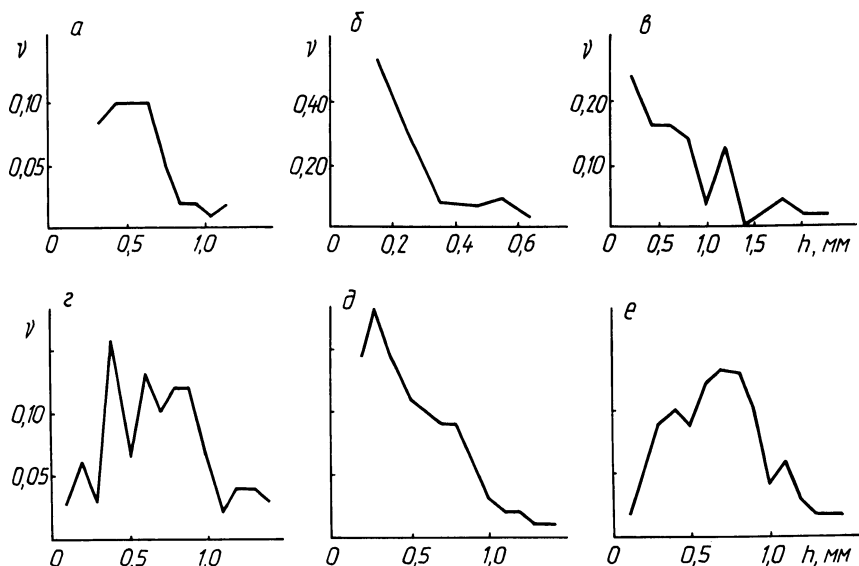


Рис. 1. Эмпирические распределения величин износа: а – сверл О 10–18 мм по уголку; б – долбяков $m = 4,5$ мм, в – червячных фрез $m = 4$ мм; г – пяти-гранных неперетачиваемых пластинок из твердого сплава Т15К6, д – трехгранных неперетачиваемых пластинок из твердого сплава Т15К6; е – твердосплавных торцовых фрез $\varnothing 120$ мм.

кость T_B , которая может быть установлена на основе графика износа 1 (рис. 2), полученного в лабораторных условиях, и распределения 2 величин износа, при которых инструменты снимаются со станка. Вероятная стойкость

$$T_B = \frac{\sum P_i T_i}{\sum P_i},$$

где P_i – вероятность события, состоящего в том, что инструмент, имеющий данный износ, будет снят со станка; T_i – стойкость инструмента при этом износе.

Опыты по определению влияния режима резания на коэффициент вариации стойкости выполнялись на токарно-винторезном станке модели 1А616. Втулки из стали 45, имеющие наружный диаметр 125 мм и внутренний 90 мм, обрабатывались с поперечной подачей резцами с неперетачиваемыми квадратными пластинками из Т15К6. В первой серии на трех уровнях изменялась частота вращения шпинделя ($n = 1120; 1400$ и 1800 об/мин);

во второй – подача ($s = 0,065; 0,114$ и $0,193$ мм/об); в третьей – глубина резания ($t = 0,10; 0,25$ и $0,40$ мм). Постоянные параметры режима резания были следующие: $t = 0,25$ мм, $s = 0,114$ мм/об, $n = 1400$ об/мин. Через каждые 5 или 10 проходов определялась наибольшая величина износа на задней поверхности. Для десяти резцов, исследованных на каждом режиме резания, установлен значительный разброс износа и стойкости (рис. 3, 4).

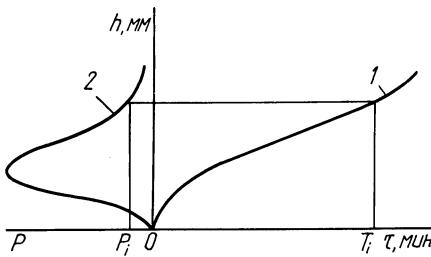


Рис. 2. Схема, поясняющая определение вероятной стойкости инструментов.

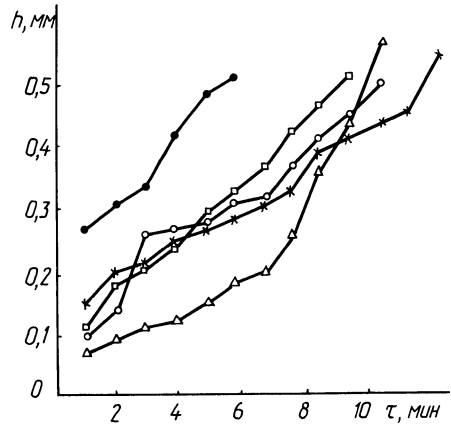


Рис. 3. Графики износа резцов при $t = 0,25$ мм, $s = 0,065$ мм/об, $n = 1400$ об/мин.

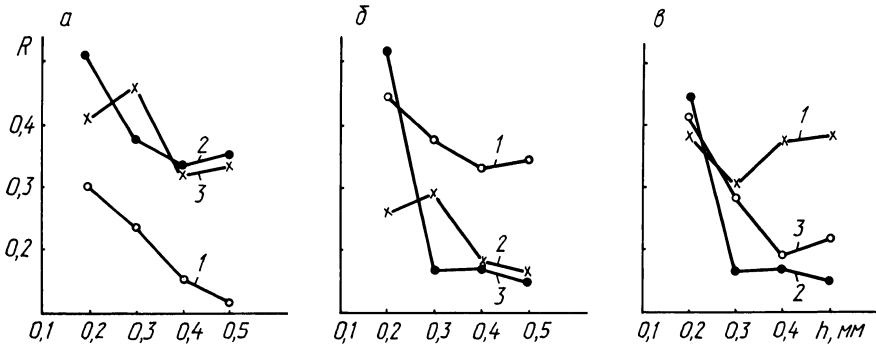


Рис. 4. Влияние износа на коэффициент вариации стойкости: а – при разных скоростях резания (1 – $n = 1120$ об/мин; 2 – $n = 1400$ об/мин; 3 – $n = 1800$ об/мин); б – при разных подачах (1 – $s = 0,065$ мм/об; 2 – $s = 0,114$ мм/об; 3 – $s = 0,193$ мм/об); в – при разных глубинах резания (1 – $t = 0,10$ мм; 2 – $t = 0,25$ мм; 3 – $t = 0,40$ мм).

Для каждого режима резания при различных величинах износа вычислены средняя стойкость \bar{T} , среднее квадратическое отклонение σ и коэффициент вариации стойкости $R = \sigma / \bar{T}$. При

достаточно большом износе (0,4–0,5 мм) повышение глубины резания и подачи приводит к уменьшению R , а повышение скорости резания сопровождается увеличением R . Эти результаты следует учитывать при определении числа инструментов, необходимых для стойкостных испытаний на различных режимах резания.

УДК 620.179.188

Хак А.К.М. Нурул, А.И.Кочергин,
канд. техн. наук, Е.П.Черкасский (БПИ)

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СТОЙКОСТИ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ

Известно, что износ и стойкость инструментов имеют стохастическую природу. Поэтому появляется необходимость прогнозирования средней стойкости и распределения стойкости. Разработка метода прогнозирования средней стойкости включает в себя: 1) оценку износа и стойкости инструментов на основе доведения большой их совокупности до достаточно высокого уровня износа; 2) оценку износа и стойкости инструментов по результатам ускоренных испытаний их небольшой выборки; 3) определение погрешности прогнозирования путем сравнения названных оценок средней стойкости.

Опыты выполнены при поперечном точении резцами, оснащенными пятигранными неперетачиваемыми пластинками твердого сплава Т15К6, втулок из стали 9ХС, имеющих наружный диаметр 40 мм и внутренний 18 мм. Точение выполнялось на токарно-винторезном станке модели 1А616 с режимами: $t = 0,25$ мм, $s = 0,065$ мм/об, $n = 2240$ об/мин. Износ h на задней поверхности резца измерялся с помощью инструментального микроскопа через каждые 3 мин резания. Всего исследовано 30 резцов. Их периоды стойкости при износе 0,4 мм составляют 12; 13,5; 14; 14; 15; 20,5; 21; 22; 22,5; 23; 24; 24; 26; 26,5; 27; 27,5; 28; 28; 28; 29; 30; 30; 30,5; 32; 32; 32; 34,5; 41; 41; 42,5 мин.

Гипотеза о нормальном распределении периодов стойкости резцов не отвергается. Точечная оценка среднего периода стойкости $\bar{T} = 26,2$ мин; точечная оценка дисперсии $\sigma^2 = 57,05$; выборочное среднее квадратическое отклонение периодов стойкости $\sigma = 7,53$ мин. При уровне значимости 0,05 получена интервальная оценка генерального среднего периода стойкости резцов: $23,4 \leq T \leq 29,0$ мин. Средняя величина износа 30 исследу-