

ИССЛЕДОВАНИЕ ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА СТРУЖКИ ПРИ СВЕРЛЕНИИ МЕДИ

Сверление глубоких отверстий в меди связано с рядом трудностей, обусловленных характером образования и отвода стружки [1, 2]. Формообразование стружки при разных видах обработки является одним из факторов, определяющих производительность, а в ряде случаев — и возможность осуществления резания. Этот процесс рассматривается как основное возмущающее воздействие при разработке средств механизации и автоматизации для удаления стружки. В качестве критериев оценки форм стружки используют радиус ее кривизны, диаметр завитков, длину отдельных кусков и степень увеличения объема. Для этих целей в ряде случаев составляются фотокарты и графики зон дробления [2].

Образующаяся при сверлении меди стружка имеет разные формы и размеры. Существующие методы исследования обеспечивают главным образом ее качественную оценку.

Целью данной работы явилась разработка методики оценки степени дробления стружки при сверлении меди и установление зависимости дробления от режимов резания. Для проведения опытов использовалась медь МЗ (НВ 35...65) и стандартные удлиненные сверла диаметром $d_c = 12$ мм, глубина сверления составляла $l = 8d_c$. Сверление выполнялось по кондуктору в приспособлении на токарно-винторезном станке модели 1К620. Охлаждающая жидкость — смесь сульфозфрезолола с керосином (1:1).

Для оценки фракционного состава стружки и степени ее дробления на разных режимах резания был использован набор сит. Исследования проводились в диапазоне скоростей $v = 15...50$ м/мин и подач $s = 0,07...0,195$ мм/об.

Медная стружка собиралась и рассеивалась на фракции через сита с диаметрами отверстий 10 мм; 7; 5; 3; 2; 1; 0,5 и 0,25 мм. Затем определялось процентное содержание p фракций, строились частные характеристики крупности $p = f(d)$ (рис. 1), вычислялись суммарные выходы P , представляющие собой содержание фракций частиц крупнее заданного размера d и выходы p на единицу длины интервала Δd . Эти данные использовались для построения кривых распределения $p/\Delta d = f(d)$ частиц медной стружки по фракциям и суммарным характеристикам $P = f(d)$ (рис. 2).

Сравнение частных характеристик крупности (рис. 1) вызывает значительные трудности, так как они построены по выходам p с различными интервалами размеров частиц d . По частным характеристикам можно дать только качественную характеристику фракционного состава стружки. Суммарные характеристики (рис. 2, кривые 1) сравнивать между собой значительно проще. Их вид не зависит от интервалов размеров отдельных фракций. Степень изогнутости суммарной кривой позволяет делать выводы о преобладании в смеси мелких или крупных частиц.

Применение методов математической статистики для обработки опытных данных позволяет изобразить полученные данные в виде кривой распределения (по оси абсцисс отложены значения крупности, а по оси ординат — весовые выходы p на единицу длины Δd интервала) (рис. 2, кривые 2).

При построении кривых распределения фракционного состава стружки располагают весьма ограниченным количеством фракций, поэтому получаются ломаные линии, которые можно сгладить искусственно. Все они имеют асимметричный вид с максимумом в области мелких фракций ($d = 2 \dots 3$ мм).

Наиболее простым способом сравнения различных кривых распределения фракционных составов является их выравнивание с последующим подбором аналитического выражения для зависимости $p/\Delta d = f(d)$. Для выражения этой зависимости широкое распространение получило уравнение, близкое к третьему типу кривых Пирсона [3,4]:

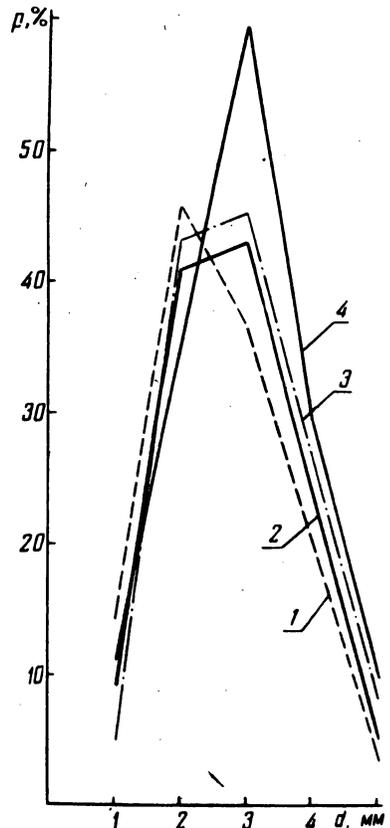


Рис. 1. Частные характеристики крупностей медной стружки при подаче $s = 0,097$ мм/об:
 1 — $n_c = 1330$ об/мин; 2 — $n_c = 935$;
 3 — $n_c = 850$; 4 — $n_c = 404$ об/мин.

$$\frac{P}{\Delta d} = 100 m d_e^{-m} d^{m-1} \exp \left[- \left(\frac{d}{d_e} \right)^m \right], \quad (1)$$

где m – параметр, характеризующий однородность по фракциям измельченного материала; d_e – размер частиц, который соответствует суммарному выходу $P = 36,8\%$.

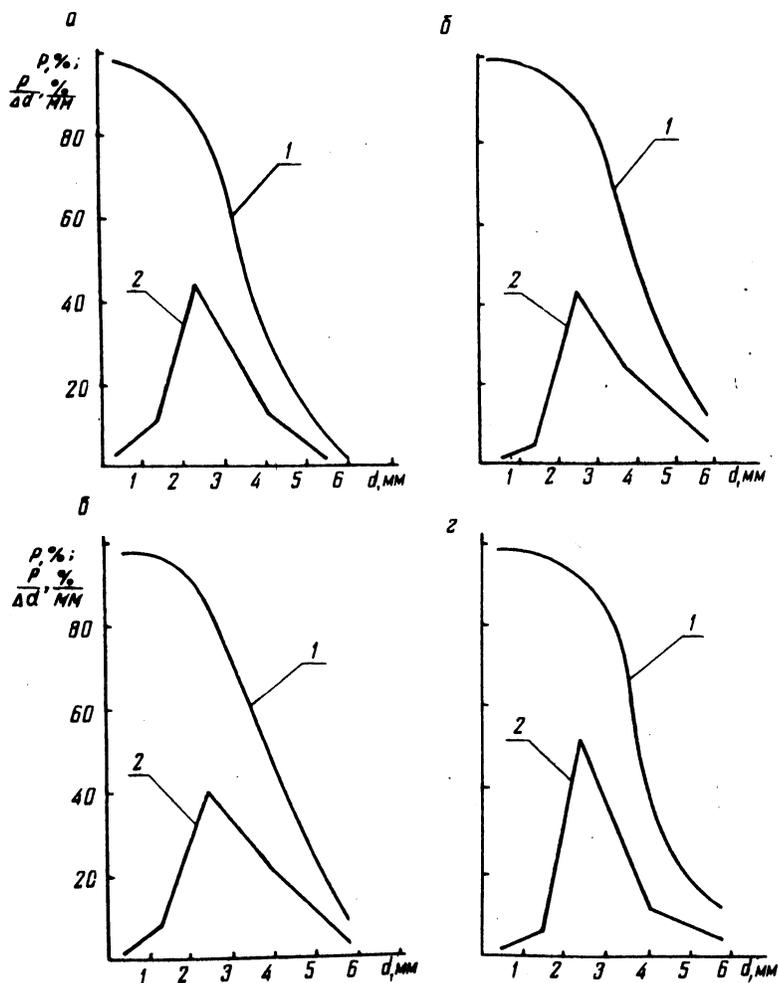


Рис. 2. Суммарные характеристики по плюсу (1) и кривые распределения (2) при $s = 0,097$ мм/об:
 а – $n_c = 1330$ об/мин; б – $n_c = 850$; в – $n_c = 935$; г – $n_c = 525$ об/мин.

Так как суммарные характеристики $P = f(d)$ по отношению к кривым распределения $p/\Delta d = f(d)$ представляют собой интегральные кривые, то

$$P = 100e^{-\left(\frac{d}{d_e}\right)^m} \quad (2)$$

Прологарифмировав это выражение, получим

$$\lg \frac{100}{P} = -\left(\frac{d}{d_e}\right)^m \lg e.$$

Прологарифмируем еще раз:

$$\lg \left(\lg \frac{100}{P} \right) = m \lg d - m \lg d_e + \lg (\lg e).$$

Обозначим

$$y = \lg \left(\lg \frac{100}{P} \right);$$

$$a = \lg (\lg e) - m \lg d_e.$$

Уравнение (2) примет вид

$$y = a + m \lg d,$$

т.е. получается уравнение прямой линии в координатах $\lg \left(\lg \frac{100}{P} \right) - \lg d$.

Поэтому суммарные весовые выходы для различных размеров частиц медной стружки были нанесены на сетку с координатами $\lg \left(\lg \frac{100}{P} \right) - \lg d$ (рис. 3. и 4). Выход P частиц размером $d \leq 1$ мм принимался суммарно, т.е. в наших опытах были изучены фракции медной стружки с размерами 1 ... 5 мм, так как выход фракций размеров $d < 1$ мм для изученных режимов резания не превышает 1 ... 2 %.

Рассмотрение этих графиков показывает, что опытные точки вполне удовлетворительно располагаются на прямых линиях. По виду этих прямых можно сказать, что фракционный состав медной стружки для рассматриваемых диапазонов крупностей ($d \geq 1$ мм) подчиняется закономерности (2).

Наклон прямых при $s = \text{const}$ свидетельствует об относительно однородном фракционном составе медной стружки ($m > 1$). Прямые $P = f(d)$ при $s = \text{const}$ и уменьшении d расходятся веером и каждой из них соответствует определенное значение коэффициента m , т.е. однородность фракционного состава медной стружки зависит от частоты вращения сверла. При постоянной ча-

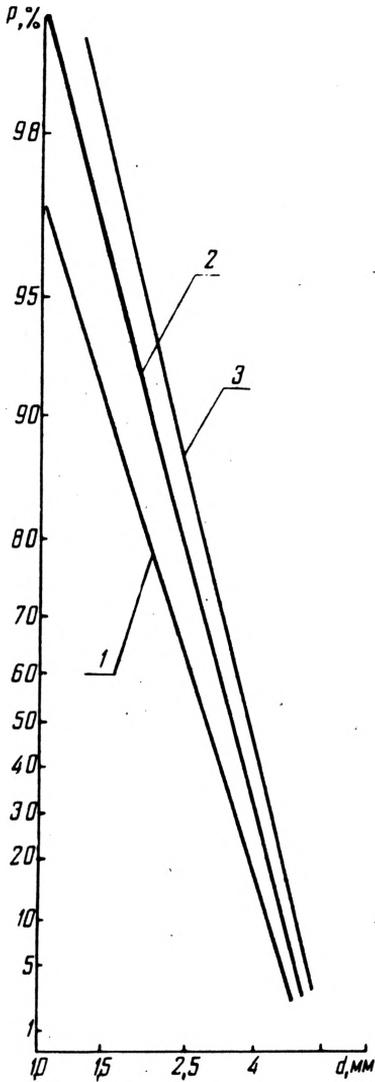


Рис. 3. Зависимость $P = f(d)$
 в координатах $\lg(\lg \frac{100}{P}) - \lg d$
 при $s = 0,097 \text{ мм/об}$:
 1 - $n_c = 1330 \text{ об/мин}$; 2 - $n_c = 935$;
 3 - $n_c = 850 \text{ об/мин}$.

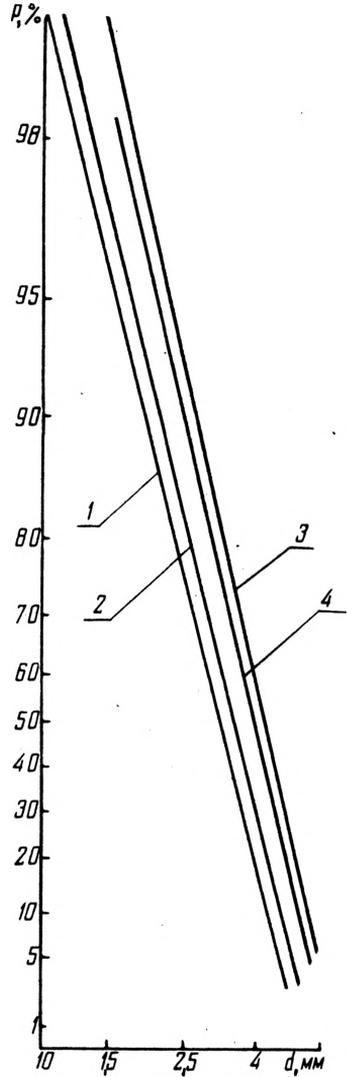


Рис. 4. Зависимость $P = f(d)$
 для $n_c = 778 \text{ об/мин}$:
 1 - $s = 0,070 \text{ мм/об}$; 2 - $s = 0,097$;
 3 - $s = 0,150$; 4 - $s = 0,195 \text{ мм/об}$.

стоте вращения (рис. 4) и увеличении s от 0,07 до 0,195 мм/об наклон прямых несколько возрастает.

Проверка соответствия закономерности (2) суммарным выходам, полученным в результате обработки опытных данных, заключается в вычислении параметров формулы (2) по координатам двух точек. Для этой цели используются формулы

$$m = \frac{\lg \left(\lg \frac{100}{P_1} \right) - \lg \left(\lg \frac{100}{P_2} \right)}{\lg d_2 - \lg d_1} ;$$

$$d_e = \frac{d_2}{\sqrt{m \cdot 2,3 \lg \frac{100}{P_2}}}$$

Результаты вычисления параметров формулы (2) сведены в таблицу.

Анализ данных таблицы показывает, что при постоянной подаче s однородность фракционного состава медной стружки, характеризуемая параметром m , с уменьшением частоты вращения сверла от 1330 до 850 об/мин увеличивается от 3,2 до 4,0. При дальнейшем уменьшении частоты вращения до 404 об/мин однородность фракционного состава уменьшается до 3,4. Следовательно, при $s = \text{const}$ зависимость $m = f(n_c)$ имеет максимум в случае $n_c = 850$ об/мин, т.е. однородность фракционного состава медной стружки для этих условий будет наибольшей.

Т а б л и ц а 1. Параметры формулы (2), характеризующей фракционный состав медной стружки

$s = 0,097 \text{ мм/об}$						
$n_c, \text{ об/мин}$	1330	1060	935	850	525	404
m	3,2	3,8	3,8	4,0	3,7	3,4
$d_e, \text{ мм}$	3,25	3,40	3,60	3,80	3,60	3,70
$n_c = 778 \text{ об/мин}$						
$s, \text{ мм/об}$	0,070	0,097	0,150	0,195		
m	3,8	3,8	3,9	4,0		
$d_e, \text{ мм}$	3,40	3,80	4,50	4,30		

Условный средний диаметр d_e смеси частиц медной стружки также имеет максимум при $n_c = 850$ об/мин.

Увеличение подачи от 0,07 до 0,195 мм/об при $n_c = \text{const}$ приводит к некоторому нарастанию однородности фракционного состава стружки в пределах 3,8...4,0. При этом условный средний диаметр d_e сначала увеличивается до 4,5 при $s = 0,15$ мм/об, а затем уменьшается.

Таким образом, в результате выполненного исследования изучен характер изменения фракционного состава стружки при сверлении меди в зависимости от режимов резания, получена формула (2), характеризующая зависимость суммарного массового выхода фракций медной стружки от их размеров, и показано, что параметры этой формулы m и d_e могут служить мерой количественной оценки однородности смеси частиц медной стружки по фракциям и условным средним размерам этой смеси.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дечко Э.М., Коженкова Т.И., Юдовин Л.Г. Сверление отверстий в меди сверлами Вильнюсского завода сверл. — Материалы НТК. Вильнюс, 1967.
2. Дечко Э.М. Обработка отверстий в металлокерамических деталях. — Мн., 1965.
3. Статистические исследования фракционного состава стружки при глубоком сверлении чугуна / Ю.И. Титов, Э.М. Дечко, Н.И. Бохани и др. — В сб.: Автоматизация процессов сельскохозяйственного производства. Горки, 1977, вып. 28.
4. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. — М., 1969.

УДК 621.822.6.004.58

Н.Т.МИНЧЕНЯ, В.А.ШАПАРЬ,
А.В.ШОЛУХ, Е.С.ЯЦУРА

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ

Как показали результаты экспериментальных исследований [1,2], на кинематику подшипников качения существенное влияние оказывают качество сборки подшипникового узла, условия смазки, режим работы, степень изношенности элементов подшипников, температура и другие факторы. В каждом конкретном случае один или несколько из этих факторов становятся определяющими и оценка их влияния на работоспособность подшипников является важной практической задачей при разработке методов диагностики и прогнозирования надежности машин. Существующие методы диагностики (основанные на измерении темпера-