

56 м/мин. Установлено, что производительность шлифования увеличивается пропорционально продольной и поперечной подачам (рис. 2). Сплав СНГН имеет худшую обрабатываемость, чем сплав ПГ-ХН80СР4. Это связано с особенностями его

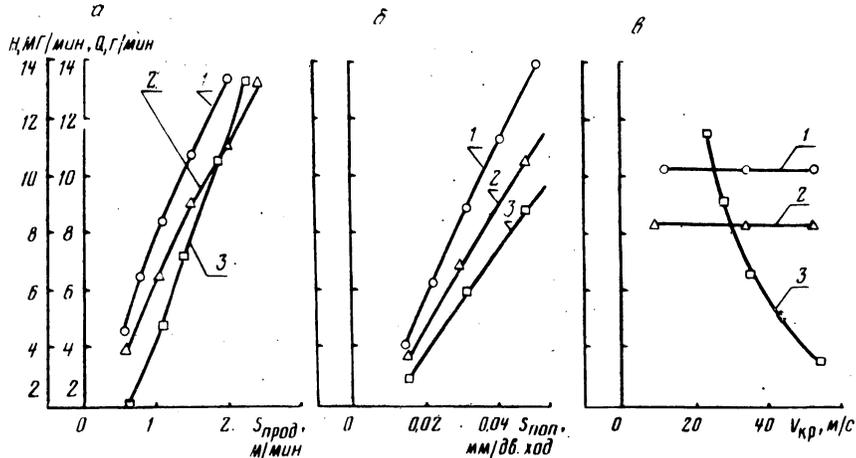


Рис. 2. Влияние продольной (а), поперечной (б) подач, скорости алмазного круга (в) на его производительность (1 - сплав ПГ-ХН80СР4; 2 - сплав СНГН) и расход (3 - сплав СНГН); режимы шлифования: $V_{\text{кр}} = 35 \text{ м/с}$; $V_{\text{дет}} = 30 \text{ м/мин}$; $S_{\text{поп}} = 0,04 \text{ мм/дв.ход}$; $S_{\text{прод}} = 1,5 \text{ м/мин}$.

структуры и более высокой твердостью. Скорость круга и детали незначительно влияет на производительность алмазного шлифования. Износ алмазного круга пропорционален продольной и поперечной подачам, причем продольная оказывает на износ большее влияние. Увеличение скорости круга снижает расход алмазного круга при шлифовании.

Резюме. Получены данные о влиянии режимов резания на процесс шлифования самофлюсующихся твердых сплавов алмазными кругами с учетом требуемой производительности и расхода круга.

УДК 621.96

Э.Я. Ивашин, канд.техн.наук

О РАСПРЕДЕЛЕНИИ СИЛ РЕЗАНИЯ ПО ЛЕЗВИЯМ СВЕРЛА

Известно, что геометрические параметры отдельных элементов режущих лезвий сверла все остаются неудовлетворительными с точки зрения возникающих усилий, температуры резания и стружкообразования. В наиболее тяжелых условиях рабо-

тает поперечная режущая кромка (перемычка), имеющая угол резания более 90° , что создает наибольшие деформации в обрабатываемом материале и повышенные напряжения в режущем инструменте.

Основную часть осевого усилия (50... 65%) составляет усилие на поперечной кромке. Установим величины элементарных сил, действующих в различных точках лезвий инструмента. Эксперименты по определению элементарных сил, действующих на лезвия спирального сверла, проводились различными методами: использовалась заготовка с предварительным отверстием, которую рассверливали сверлами разного диаметра; втулки рассверливались методом свободного резания; определялись усилия резания при сверлении, рассверливались заготовки с отверстием и производилась параллельная запись возникающих сил на осциллографе.

Однако эти способы обладают рядом существенных недостатков: исключается возможность определения сил, действующих на отдельные режущие кромки; при рассверливании втулок по методу свободного резания наблюдается развальцовка обрабатываемой заготовки, что приводит к неполному срезанию материала, а следовательно, неточному значению сил, возникающих при исследовании. Наиболее удачен последний способ, однако в этом случае исключается усилие, возникающее от перемычки.

Нами разработан способ, основанный на рассверливании заготовки, имеющей глухое отверстие ступенчатой формы, т.е. предварительно последовательно просверливались отверстия сверлами разного диаметра. Регистрация сил, возникающих в процессе опытов, осуществлялась на осциллографе Н-700. Принятая схема позволила определить усилия, возникающие в отдельных точках лезвий сверла, и установить их суммарное усилие. Эксперименты проводились шнековыми сверлами при постоянной скорости резания $v = 20 \dots 21$ м/мин в диапазоне подач от 0,06 до 0,29 мм/об сверлами диаметром 8...20 мм.

Предварительно устанавливалась зависимость длины перемычки от диаметра сверла исходя из условия получения оптимальной стойкости. Для сверл (8 штук) диаметром 8 мм длина перемычки изменялась от 1,22 до 1,62 мм. Для сверл диаметром 8 мм оптимальная длина перемычки $C = 1,44$ мм. Для сверл диаметром 12 мм (16 штук) длина перемычки находилась в пределах 1,598... 1,98 мм. Более рациональной для сверл диаметром 12 мм является длина, равная 1,728 мм. Для сверл

диаметром 16 мм (23 штуки) величина перемычки изменялась от 1,872 мм до 2,16 мм. Средней величиной перемычки для сверл \varnothing 16 мм являлась $C = 2,016$ мм.

На осознании аналитической геометрии на плоскости можно составить уравнение зависимости длины перемычки от диаметра сверла, которое после ряда простых математических преобразований принимает вид $C = (2d + 24) 0,036$, где C – длина перемычки, мм; d – диаметр сверла, мм.

Поперечная кромка характеризуется не только длиной, но и углом ψ между осью симметрии сверла и направлением проекции поперечной кромки на плоскость, перпендикулярную к оси сверла. Угол ψ при плоской заточке сверл по задней поверхности тесно связан с задним углом α и углом при вершине 2φ .

Произведем расчет взаимозависимости углов α , φ и ψ для шнековых сверл при плоской заточке по задней поверхности: AB – поперечное режущее лезвие сверла; $\angle ABD = \psi$ из условия определения угла наклона перемычки (рис. 1). Плоскость $\triangle CBD \perp AC$ (проекция продолжения главного режущего лезвия на основную плоскость), $\angle DBC = \alpha$; $\angle ADC = \varphi$.

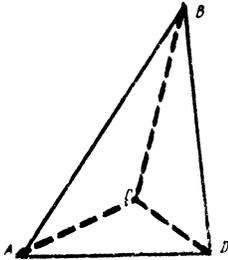


Рис. 1. Геометрическая схема положения углов.

Определяя значения сторон треугольников ABD , CBD и ACD , находим по тригонометрическим формулам следующее соотношение: $\operatorname{tg} \psi \operatorname{tg} \alpha = \cos \varphi$, $\psi = 70^\circ$. Зная угол наклона перемычки и ее длину, можно определить длину главных режущих лезвий для сверл различного диаметра.

Величину проекции главного режущего лезвия на плоскость, перпендикулярную оси сверла, без учета длины перемычки находим из соотношения

$$L' = \sqrt{\frac{d^2}{4} - \Delta K^2}, \quad (1)$$

где ΔK – величина смещения главного режущего лезвия относительно оси симметрии $\Delta K = \frac{C}{2} \sin \psi$. С учетом наклона

и длины перемычки зависимость (1) принимает вид

$$L' = \sqrt{\frac{d^2}{4} - \Delta K^2} - \frac{C}{2} \cos \psi . \quad (1')$$

Длина главного режущего лезвия подсчитывается из соотношения $L = L' / \sin \varphi$ и преобразований зависимости (1'). Окончательная формула для расчета длины главного режущего лезвия сверла имеет вид

$$L = \frac{\sqrt{d^2 - C^2 \sin^2 \psi} - C \cos \psi}{2 \sin \varphi} , \quad (2)$$

где d - диаметр сверла; C, ψ - длина и угол наклона перемычки; φ - угол в плане. По формуле (2) находим длину главного режущего лезвия для сверл диаметром 8, 12, 16, 20 мм, величина которого имеет соответственно следующие значения: 5; 14; 8,01; 10,76; 13,55 мм.

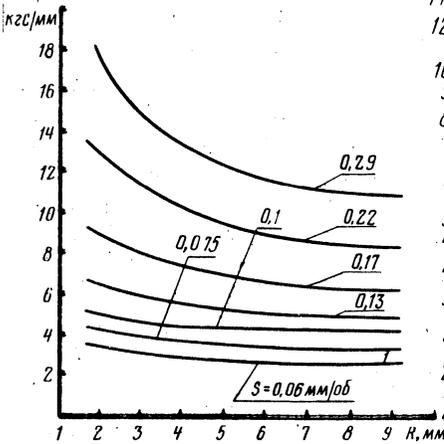


Рис. 2. Распределение элементарных сил вдоль режущего лезвия сверла.

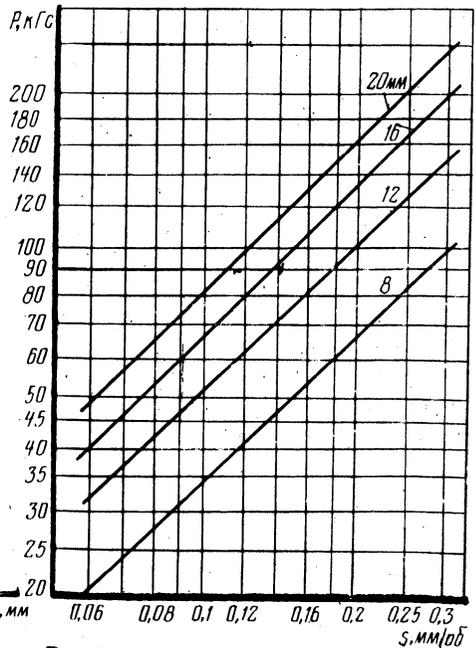


Рис. 3. Зависимость сил, действующих на лезвия, сверла от подачи (без учета усилий на перемычке).

Эксперименты по определению распределения сил по длине главного режущего лезвия показали, что при малых подачах,

т.е. когда усилие на кромки незначительно, силы резания вдоль режущего лезвия распределяются равномерно (рис. 2). При увеличении подачи распределение усилий происходит неравномерно. Наибольшее напряжение испытывает участок главной режущей кромки, расположенный близко к зоне поперечного лезвия.

Закономерность распределения и изменение сил резания вдоль режущего лезвия можно объяснить следующим образом. При малых подачах, когда усилие незначительно, величины сил на периферии и у перемычки различаются также незначительно, что вызвано относительно благоприятным условием образования и расположения стружки в центральной части. С увеличением подачи возрастает усилие резания, более резко изменяются действительный передний угол вдоль лезвия и элементарные силы по лезвию.

График зависимости сил, действующих на лезвия сверла, без учета усилий, вызванных работой перемычки, представлен на рис. 3. Величина силы, вызванной работой перемычки (поперечного режущего лезвия), также изменяется с увеличением подачи. Удельная сила, действующая на перемычку, при изменении подачи от 0,06 до 0,29 мм/об, увеличивается соответственно от 27 до 87 кгс/мм.

Часть осевой силы, действующей на поперечной кромке, составляет для сверл диаметром 8...20 мм 62...48% от силы P_0 . Доля осевой силы на перемычке больше у сверл диаметром 20 мм по сравнению с остальными сверлами, в связи со значительной длиной поперечного лезвия этого сверла.

Резюме. Экспериментально подтверждена неравномерность деформаций в зоне резания при сверлении, причем наиболее резко это явление наблюдалось у сверл большого диаметра в граничных с перемычкой зонах, что можно объяснить изменением условий резания вдоль главных режущих лезвий сверла.

УДК 621.313.333

С.С. Костюкович, канд.техн.наук,
Н.С. Гарлачов, В.Т. Минченя

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ СОПРЯЖЕНИЯ ПОРШЕНЬ - ЦИЛИНДР КОМПРЕССОРА ФГ-0,125

Анализ точности изготовления деталей показал, что действительное значение погрешностей формы и действительная шероховатость поверхностей поршня и цилиндра выходят за уста-