

Н.В. МАНУКЯН, С.Г. АГБАЛЯН, А.С. АГБАЛЯН, А.Н. КАЗАРЯН

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ АЛМАЗНЫХ СВЕРЛ МАЛОГО ДИАМЕТРА, ПОЛУЧЕННЫХ ЭКСТРУЗИЕЙ

Изучены технологические аспекты изготовления сверл из высокопрочных материалов с использованием алмазных порошков при изготовлении алмазных сверл малого диаметра. Показано, что с увеличением зернистости и относительной концентрации алмаза работоспособность сверл повышается. Экструдированные сверла, изготовленные из металлизированных алмазов не только технологичны в изготовлении, но и обладают высокими показателями работоспособности.

Исследована работоспособность экструдированных алмазных сверл, изготовленных из металлизированных титаном алмазных порошков при обработке различных неметаллических материалов высокой твердостью. Показано, что с увеличением зернистости и относительной концентрации алмаза работоспособность сверл повышается. Экструдированные сверла, изготовленные из металлизированных алмазов не только технологичны в изготовлении, но и обладают высокими показателями работоспособности.

Ил. 4, табл. 1. Библиогр. 7 назв.

While working out non-metallic materials with high solidity it has been studied the efficiency of diamond drills with extrusion which have been made by titanium - covered diamond powder. It is shown that by increasing diamond powder granular and relative concentration the drill efficiency also increases. Drills made of metallic covered diamond powder extrusion are not only technological from the point of view of their preparation, but also they have indices of efficiency.

1 - 4 Table 1 Ref. 7

Как известно, в процессе металлизации заживляются микротрещины и другие дефекты на поверхности алмазного сверла, повышается его прочность, а следовательно, работоспособность [1, 2].

В ГНУА совместно с Ереванским ПО "Алмаз" разработаны технология металлизации алмазных порошков методом газотранспортных реакций [3, 4] и также технология изготовления алмазных сверл малого диаметра экструзией [5].

Целью настоящей работы является исследование работоспособности алмазных сверл малого диаметра, полученных из металлизированных титаном алмазных порошков экструзией.

Исследования проводили на специальном вертикальном сверлильном станке повышенной точности модели 2М103П. Последний оснащен для измерения диаметра типа УДМ (конструкция ВНИИинструмент) для одновременного измерения силы и крутящего момента, а также индикатором типа ИГМ для измерения линейного износа сверла. Алмазные сверла закрепляли в специальной оправке при помощи термодеформационного

поликапроамида, что обеспечивало радиальное биение сверла в пределах 0,01...0,02 мм. Обрабатываемые образцы в виде плоских заготовок высотой 5 мм приклеивали винилитовой мастикой к специальной подложке. Последние при помощи механических прихватов закрепляли на столике, установленном в специальной ванночке. Винилитовую мастику изготавливали из поливинилацетатного лака марки С-8 (ТУ-6-10-1081-70). Температура плавления мастики 150°C. В свою очередь, ванночку жестко закрепляли на столике динамометра. Такая схема установки заготовок позволяет осуществить обработку непосредственно под слоем СОЖ, одновременно записывать величину осевой силы и крутящего момента и фиксировать время обработки.

Прижим сверла к образцу производился по упругой схеме при помощи гирь и в процессе работы контролировался динамометром. В качестве СОЖ использовали 8%-й водный раствор эмульсола (ЭМУС), хорошо зарекомендовавшего себя при сверлении неметаллических материалов и обеспечивающего работу сверла в режиме самозатачивания [6].

Процесс сверления исследован на примере получения сквозных отверстий в цельной заготовке.

Для исследований по технологии [5] были изготовлены алмазные сверла диаметром 1,0, 1,5, 2,0, 2,5 и 3,0 мм различных концентраций.

Работоспособность алмазных сверл принято характеризовать комплексом определенных величин. Для ее оценки применительно к алмазным сверлам, изготовленным из металлизированных алмазов методом экструзии, выбраны следующие основные показатели: удельный расход алмаза q , мг/см; производительность (подача) сверления S , мм/мин; коэффициент режущей способности K мм/(мин · Н); относительный линейный износ сверла Δh (%), определяемый как при электроэрозионной обработке [6, 7]:

$$\Delta h = \frac{h_{\text{нач}} - h_{\text{кон}}}{l} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где $h_{\text{нач}}$, $h_{\text{кон}}$ - соответственно высота алмазоносного слоя сверла до и после обработки, мм; l - суммарная высота обработанных отверстий, мм.

Расход алмаза при сверлении 10-ти отверстий определяли путем непосредственного измерения высоты сверла до и после обработки на испытательном стенде. Определив уменьшение высоты алмазоносного слоя сверла Δh , рассчитывали соответствующий этой величине расход алмаза по формуле

$$q = \Delta \omega \beta = \Delta h S \beta \text{ мг}, \quad (2)$$

где $\Delta \omega$ - объем изношенного рабочего слоя, мм³; Δh - высота изношенного рабочего слоя, мм; S - площадь рабочей поверхности сверла, мм²; β - коэффициент, зависящий от количества алмаза в 1 мм³ рабочего объема и определяемый по формуле

$$\beta = 200i / \omega \text{ мг/мм}^3. \quad (3)$$

Здесь i - количество алмаза в сверле, кар; ω - объем рабочего слоя инструмента, мм³; 200 - вес одного карата алмаза, мг.

В качестве варьируемых технологических параметров процесса обработки выбраны осевая сила прижима инструмента к обрабатываемой детали и скорость резания (частота вращения) сверла.

Осевая сила прижима определяет глубину микрорезания. С ее увеличением производительность сверления возрастает. Однако увеличение силы прижима инструмента ограничено прочностью сверла. В наших исследованиях усилие прижима варьировали в диапазоне 2...20 Н.

Рекомендуемые значения скоростей резания алмазным инструментом находятся в интервале от 1 до 35 м/с. С ростом скорости резания существенно повышается производительность процесса и уменьшается удельный объем материала, приходящегося на единичное зерно. Для алмазного сверления, исходя из специфики процесса, рекомендуются нижние значения скоростей указанного диапазона [6]. Кроме того, предельные значения скоростей резания ограничены из-за динамических характеристик оборудования. С увеличением скорости резания возрастают вибрации, падает стойкость сверла, увеличиваются сколы и т.д. Частота вращения сверл диаметром 1...3 мм в данных экспериментах не превышала 16000 об/мин.

Как показали экспериментальные результаты по изучению влияния зернистости алмазных сверл на удельный расход алмаза и коэффициент режущей способности при сверлении ($P_0=4$ Н, $n=16000$ об/мин) стекла и кварца алмазными сверлами диаметром 1,5 мм и 100%-й относительной концентрацией (рис.1), с увеличением зернистости алмаза удельный расход заметно уменьшается. Это объясняется тем, что зерна малых размеров менее прочно удерживаются связкой, особенно в условиях алмазного сверления.

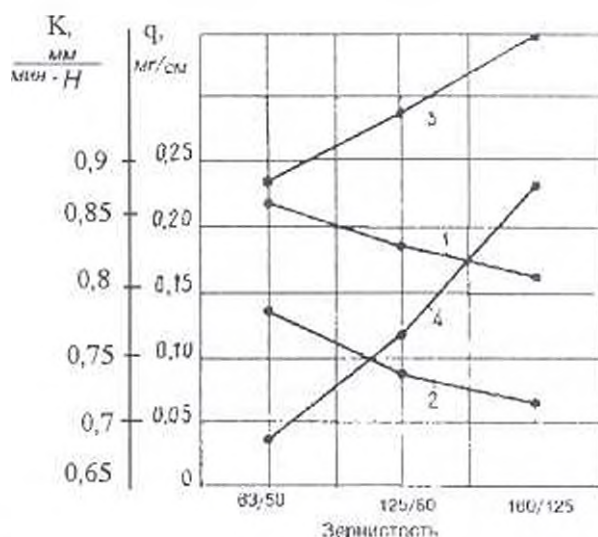


Рис.1. Влияние зернистости алмаза на удельный расход (кривые 1,2) и коэффициент режущей способности (кривые 3,4) при обработке различных материалов экструдированными сверлами: 1, 4- кварц; 2, 3- стекло

Величина вскрытия алмазных зерен малых размеров меньше, поэтому и связка изнашивается больше.

С увеличением зернистости наблюдается интенсивный рост коэффициента режущей способности, что связано с улучшением условий обработки. При этом возрастает вылет зерен из связки, что способствует также и лучшему подводу СОЖ для размещения и отвода продуктов обработки, уменьшению трения связки об обрабатываемый материал.

Экспериментальные результаты влияния концентрации алмазных сверл на удельный расход и коэффициент режущей способности (рис. 2) показали, что с увеличением концентрации удельный расход алмаза уменьшается более интенсивно, чем при изменении зернистости алмаза. Сверла 50%-й концентрации быстро засаливаются, особенно при увеличении осевой силы прижима, вплоть до развальцовки торца инструмента. С увеличением концентрации алмаза коэффициент режущей способности возрастает, что объясняется спецификой процесса сверления отверстий малых диаметров. Максимальными показателями работоспособности обладают сверла 150%-и относительной концентрации независимо от зернистости алмаза и обрабатываемого материала.

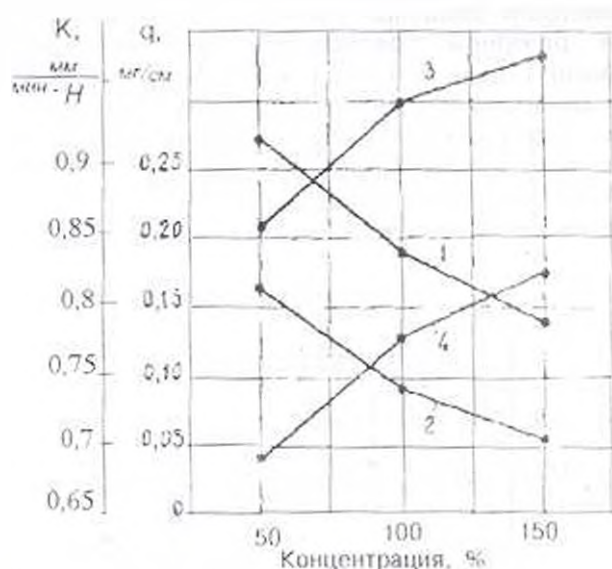


Рис. 2. Влияние относительной концентрации алмаза на удельный расход (кривые 1, 2) и коэффициент режущей способности (кривые 3, 4) при обработке различных материалов экструдируемыми сверлами 1, 4 — кварц, 2, 3 — стекло

Различие в режущих свойствах у алмазных сверл наиболее полно проявляется при упругой схеме обработки, то есть когда инструмент прижимается к заготовке с постоянной нормальной силой. При жесткой, принудительной подаче различия почти не наблюдается. Испытательный стенд позволяет вести обработку только по упругой схеме. При этом режимами сверления являются усилие прижима инструмента и частота его вращения.

Приведены зависимости производительности (подачи) S сверления от осевой силы P_z прижима сверла при сверлении различных материалов ($n=16000$ об/мин) экструдируемыми сверлами, изготовленными из металлизированных (кривые 1 - 3) и неметаллизированных (кривая 4) алмазов зернистости 125/80 и 100%-й концентрации (рис. 3). Как видно, основным фактором, обеспечивающим сьем материала, является осевая сила P_z , и с ее увеличением возрастает производительность обработки. С повышением твердости обрабатываемого материала, при постоянной осевой силе, производительность обработки снижается. При этом производительность обработки сверла, изготовленного из неметаллизированных алмазов, ниже, что объясняется более совершенной структурой экструдированных сверл, изготовленных из металлизированных титаном алмазов.

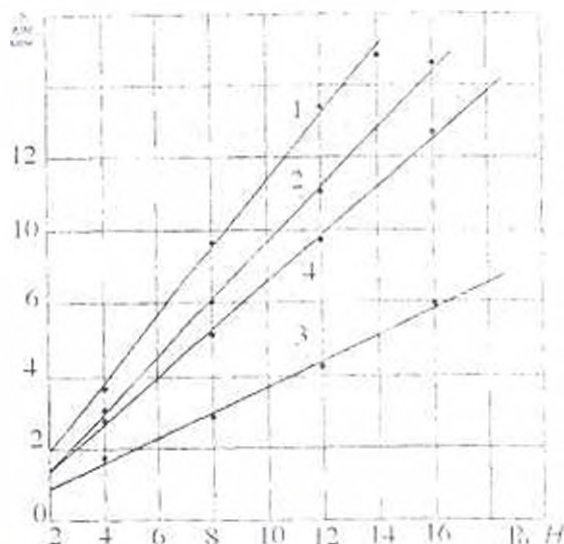


Рис. 3. Зависимость осевой силы P_z от производительности (подачи) S сверления при обработке различных материалов ($n=16000$ об/мин) экструдируемыми сверлами, изготовленными из металлизированных (1 - 3) и неметаллизированных алмазов: 1 - стекло, 2, 4 - кварц, 3 - лейкосапфир

Как видно из приведенных зависимостей влияния осевой силы и скорости резания V на относительный линейный износ алмазных сверл при обработке кварца (рис. 4), кривые построены для экструдированных сверл, изготовленных из металлизированного титаном (кривые 2, 4) и неметаллизированных (кривые 1, 3) алмазов зернистости 125/80 и 100%-й концентрации. Наблюдается тенденция увеличения износа с повышением осевой силы при алмазном сверлении объясняется условиями эксплуатации алмазных сверл.

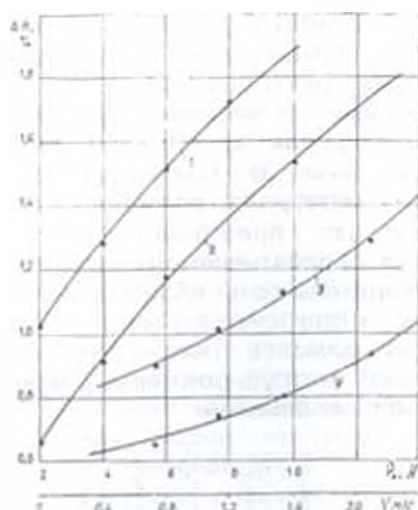


Рис.4. Влияние осевой силы P_0 (кривые 1, 2) и скорости резания (кривые 3,4) на относительный линейный износ алмазных сверл, %, при обработке кварца сверлами 1, 3 - экструдированные сверла, изготовленные из неметаллизированных алмазов; 2, 4 - экструдированные сверла, изготовленные из металлизированных алмазов

С увеличением скорости резания износостойкость инструмента падает менее интенсивно, чем при изменении осевой силы. После сверления всего нескольких отверстий происходит заметное закругление торца сверла, то есть адаптация рабочей поверхности сверла к условиям его работы.

В таблице обобщены средние показатели работоспособности алмазных сверл диаметра ($d=1,5$ мм. AC15, 125/80, 100%, M2-01) при сверлении различных материалов в аналогичных условиях ($n=16000$ об/мин, $P_0=3$ Н)

Таблица

Показатели работоспособности экструдированных алмазных сверл, изготовленных из металлизированных и неметаллизированных алмазов

Типы сверл	Обрабатываемые материалы			
	стекло		кварц	
	Показатели работоспособности			
	К, мм/мин Н	q, мг/см	К, мм/мин Н	q, мг/см
Из металлизиро- ванных алмазов	1,058	0,07	0,881	0,13
Из неметаллизи- рованных алмазов	0,854	0,10	0,665	0,21

Из приведенных данных видно, что экструдированные сверла, изготовленные из металлизированных титаном алмазов, имеют более высокие показатели работоспособности, чем аналогичные инструменты, изготовленные из неметаллизированных алмазов. Удельный расход алмаза уменьшается на 30...38%, а коэффициент режущей способности возрастает на 24...33 %.

Макро- и микроструктурные исследования поверхности сверл, изготовленных из металлизированных титаном и неметаллизированных алмазных порошков, показали, что в сверлах из неметаллизированных алмазных порошков зерно вырывается полностью, а в сверлах из металлизированных порошков зерно остается в виде осколков, т.е. до конца выполняет полезную работу.

Таким образом, в результате металлизации существенно возрастает прочность алмазных зерен, происходит диффузионное взаимодействие между покрытием и связкой, вследствие чего повышается зерноудержание в связке, т.е. увеличивается работоспособность инструмента.

ЛИТЕРАТУРА

1. Найдич Ю.В., Колесниченко Г.А., Лавриненко И.А. Пайка и металлизация сверхтвердых инструментальных материалов. - Киев: Наукова Думка, 1977. - 186 с.
2. Захаренко И.П. Алмазные инструменты и процессы обработки. - Киев: Наукова Думка, 1980. - 212 с.
3. Плакирование алмазных порошков термодиффузионным насыщением. I. Кинетика формирования металлических покрытий на поверхности алмаза / Н.В. Манукян, С.Г. Агбалян, А.П. Оганян и др. // Порошковая металлургия. - Киев. - 1989. - № 6. - С. 53-56.
4. Плакирование алмазных порошков термодиффузионным насыщением. II. Структура и свойства металлизированных алмазных порошков / Н.В. Манукян, С.Г. Агбалян, А.П. Оганян и др. // Порошковая металлургия. - Киев. - 1989. - № 7. - С. 31-34.
5. Технология изготовления алмазных сверл малого диаметра экструзией / Н.В. Манукян, А.С. Агбалян, А.Н. Казарян и др. // Изв. НАН РА и ГИУА. - Сер. ТН. - 1998. - Т. 51, № 1. - С. 24-29.
6. Балыков А.В., Цесарский А.А. Алмазное сверление деталей из труднообрабатываемых неметаллических материалов. - М.: Машиностроение, 1980. - 64 с.
7. Гурвич Р.А. Алмазно-электролитическое сверление отверстий в твердых сплавах. - Киев: Наукова думка, 1977. - 264 с.

ГИУА

15.04.1998

Изв. НАН и ГИУА Армении (сер. ТН), т. 51, № 1, 1999, с. 9-14

УДК 621.785.5:621.9.025.7

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Г.С. ОВСЕПЯН

ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ПАЙКИ НА КАЧЕСТВО ТВЕРДОСПЛАВНОГО РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Չափերով և $V_{\text{пл}} = I \cdot Q / T_{\text{п}}$ միջոց ապացուցվեց, որի սրվածիկ իրադրությանը երաշխավորում է զողված որակյալ միացությունը: Կատարված հետազոտությունը: Լիման վրա բացահայտվեց է, որ կարծր իստակովությունը գործիքները վատարժեքու զողված վերջնական մաշակայունությունը և աշխատունակությունը բարձրանում են 2.5...3.0 անգամ: