

ПЛОСКОЕ АЛМАЗНОЕ ШЛИФОВАНИЕ ТВЁРДОГО СПЛАВА «РЭЛИТ»

Новиков Ф. В., докт. техн. наук, Ткаченко В. П.

(г. Харьков, Украина)

The economical efficiently of grinding rounds by diamond at the previos flat grinding firm alloy.

Для герметизации вращающихся валов гидрозащит погружных электродвигателей (используемых в электробуровой технике) получили широкое применение уплотнения торцовые в виде двух сопрягаемых колец, рабочие поверхности которых выполнены из труднообрабатываемого сплава «Рэлит» и медной связи методом спекания в вакуумной печи. К качеству и точности изготовления уплотнения предъявляются весьма высокие требования, например, требуемая шероховатость обработки $R_a < 0.1$ мкм. Однако, обеспечить на практике эти требования чрезвычайно сложно. В результате снижается ресурс работы уплотнений, значительны потери от брака продукции.

Основные проблемы изготовления уплотнения торцовых связаны с механической обработкой композиций «твёрдый сплав «Рэлит» – нержавеющая сталь». Так, предварительное плоское абразивное шлифование при съёме припусков до 1.5 мм характеризуется относительно низкими показателями качества и производительности обработки, весьма высоким износом абразивного круга. Последующая окончательная алмазно-абразивная обработка также достаточно трудоёмка, малозффективна и не обеспечивает стабильного выполнения технических требований.

С целью совершенствования технологии предложено плоское шлифование выполнять с использованием габаритных алмазных кругов на металлических связках формы 1А1 диаметром 400 мм [1,2].

Эти круги обладают высокой износостойкостью и прочностью рабочей поверхности, однако, требуют при установке на станок устранения достаточно большого радиального биения (до 0.5 мм). Для решения этой задачи нами применён известный метод электроэрозионной обработки, основанный на термическом разрушении металлической связи круга от действия электрических зарядов, возбуждаемых в межэлектродном зазоре (между кругом и специальным электродом). Данный метод за последние 25 лет получил применение для электроэрозионной правки алмазных кругов на металлических связках и в процессах алмазно-искрового шлифования.

Проведенные опыты в лабораторных и производственных условиях показали, что в течение 60 минут электроэрозионной обработки алмазного круга 1А1 400×25×6×127 АС6 200/160 М1-01 4 полностью устраняется его радиальное биение величиной 0.5 мм при силе тока 50 А, напряжении 36 В, скважности импульсов 1.2-2 (использовался специальный генератор импульсного тока

мощностью до 4 кВт). Обработанный таким способом алмазный круг обладает высокой режущей способностью, позволяет производить съём материала композиции «твёрдый сплав «Рэлит» – нержавеющая сталь» с глубиной шлифования $t = 0.1$ мм при скорости стола станка до 15 м/мин и ширине шлифования 20 мм, то есть с расчётной производительностью обработки до 30000 мм³/мин. Это чрезвычайно высокая производительность обработки, превышающая производительность шлифования обычным абразивным кругом.

Например, согласно действующей технологии, процесс плоского абразивного шлифования выполняется с глубиной шлифования $t = 0.04 \dots 0.06$ мм, скоростью стола до 20 м/мин и шириной шлифования 20 мм, то есть расчётная производительность (определяемая произведением глубины и ширины шлифования и скорости стола) равна 16...24 тыс. мм³/мин. Однако, при абразивном шлифовании при съёме припуска в 1 мм происходит износ абразивного слоя круга толщиной 2 мм. Следовательно, чтобы снять припуск в 1 мм необходимо осуществить радиальную подачу круга на 3 мм. По сути, фактическая глубина шлифования меньше номинальной (установленной по лимбу станка) в 3 раза. Следовательно, фактическая производительность обработки также меньше расчётной в 3 раза и составляет приблизительно 5.4...6 тыс. мм³/мин.

При шлифовании алмазным кругом на металлической связке его износ незначителен и фактическая производительность обработки равна расчётной (номинальной) производительности. Из этого можно заключить, что применение алмазного шлифования взамен абразивного позволяет в несколько раз повысить производительность обработки. Однако, при этом необходимо обеспечить примерно одинаковые затраты на приобретение алмазных и абразивных кругов.

В настоящее время стоимость алмазного круга 1А1 400×25×6×127 АС6 200/160 М1-01 4 (производство Полтавского алмазного завода) превышает в 12 раз стоимость абразивного круга диаметром 450 мм и высотой 60 мм, используемого для шлифования торцовых уплотнений. Следовательно, предлагаемый алмазный круг должен заменить 12 абразивных кругов.

Одним абразивным кругом до его полного износа обрабатывается в среднем 1800 колец, при этом снимается $18 \cdot 10^5$ мм³ обрабатываемого материала. Удельный расход абразива (равный отношению объёма расходуемого абразива к объёму снятого материала) составляет 2.8, то есть на съём 1 мм³ материала расходуются 2.8 мм³ абразивного круга. Исходя из этого, алмазный круг содержит 830 карат алмазного порошка, до его полного износа должен снять $21.6 \cdot 10^6$ мм³ обрабатываемого материала. Удельный расход алмаза g , (равный отношению массы алмазного порошка в круге - $166 \cdot 10^3$ мг к массе снятого материала - $216 \cdot 10^3$ г) должен составить $g = 0.77$ мг/г. Необходимо отметить, что добиться на практике указанного значения g достаточно сложно.

Из опыта применения алмазных кругов формы 1А1 на металлической связке М1-01 известно, что удельный расход алмаза при шлифовании твёрдых сплавов, как правило, находится в пределах $g=1...10$ мг/г.

Уменьшить g можно увеличением зернистости круга, применением более прочных марок синтетических алмазов АС 15, АС32 и т. д., переходом от схемы многопроходного шлифования к глубинному шлифованию (увеличению глубины шлифования и уменьшению скорости стола при сохранении одного и того же значения производительности шлифования).

Следует отметить, что при шлифовании композиции «твёрдый сплав «Рэлит» – нержавеющая сталь» торцом алмазного круга 12А2 45° 150×10×3×32 АС6 200/160 М1-01 4 удельный расход алмаза g составляет 1.5...2.5 мг/г. Обработка производится на внутришлифовальном станке. Обрабатываемое кольцо крепится в патроне и вращается со скоростью 60 м/мин. Алмазный круг устанавливается на шпинделе, в процессе шлифования прижимается к торцу вращающегося обрабатываемого кольца с постоянным усилием.

Из теории шлифования известно, что данная схема шлифования принципиально отличается от рассматриваемой схемы плоского шлифования кинематикой образования микросрезов, более неблагоприятными условиями работы зёрен, то есть при плоском шлифовании следует ожидать меньшего удельного расхода алмаза.

Существенным фактором уменьшения износа алмазного круга необходимо рассматривать применение более износостойких металлических связок, например, медно-оловянистой связки М2-01. Однако, выполненные нами опыты показали, что в процессе шлифования композиции «твёрдый сплав «Рэлит» – нержавеющая сталь» алмазный круг 1А1 400×25×6×203 АС15 315/250 М2-01 4 достаточно быстро засаливается в связи с присутствием в композиции стали. Применение в процессе шлифования интенсивной непрерывной электроэрозионной правки круга также не решает задачи: алмазный круг засаливается продуктами обработки, теряет режущую способность и его необходимо часто править. Это увеличивает время обработки и трудоёмкость операции. Причём, время правки составляет значительную долю в длительности операции, так как связка М2-01 эрозионно-стойкая и процесс характеризуется небольшой скоростью её термического разрушения, например, по сравнению со связкой М1-01.

Проводились также экспериментальные исследования шлифования гексанитовым кругом 1А1 400×40×6×203 на металлической связке М1-01.

Как показали опыты, наиболее оптимальным вариантом обработки является плоское шлифование алмазным кругом 1А1 400×25×6×127 АС6 200/160 М1-01 4. Круг, после установки его на станок, выведения биения и вскрытия алмазоносного слоя электроэрозионным методом обладает высокой режущей способностью в течение нескольких часов работы. По мере затупления

и засаливания, круг необходимо периодически править (в течение нескольких минут). При шлифовании композиции «твёрдый сплав «Рэлит» – нержавеющая сталь» на режимах: $t=0.05$ мм, скорость стола 15 м/мин, ширина шлифования 20 мм – удельный расход алмаза g составил приблизительно 1 мг/г. Почти в два раза уменьшается удельный расход алмаза при шлифовании по схеме, близкой к глубинному шлифованию ($t=0.1$ мм, скорость стола 7 м/мин, ширина шлифования 20 мм). Расчётная производительность равна 14 тыс. мм³/мин, что приблизительно в 3 раза больше производительности абразивного шлифования.

Шероховатость обработки составляет $R_a=1...1.6$ мкм. Наибольшая высота микронеровностей обработанной поверхности достигается после электроэрозионной правки, когда зёрна круга выступают на значительную высоту над уровнем связки. По мере затупления круга параметр шероховатости обработки R_a уменьшается до значения 1.0 мкм, что вполне приемлемо для предварительной обработки. На последующей операции шлифования торцом алмазного круга параметр R_a уменьшается до значений 0.3...0.4 мкм, а на операции притирки алмазным порошком зернистостью 28/20 (затем зернистостью 7/5) – до значений $R_a < 0.1$ мкм.

Таким образом, на основе выполненных экспериментальных исследования показана возможность экономически обоснованной замены абразивных кругов алмазными на операции высокопроизводительного предварительного шлифования. Эффект достигается за счёт увеличения производительности обработки при одинаковых затратах на абразивные и алмазные инструменты. Однако, основная задача эффективной замены – уменьшение удельного расхода алмаза до экономически приемлемого уровня ($g=0.77$ мг/г и ниже) требует дальнейшего решения, выявления новых резервов повышения износостойкости алмазных кругов при обеспечении их высокой режущей способности (исключения засаливания и работы в режиме самозатачивания).

Список литературы:

- 1.Ткаченко В. П., Свидерский В. И., Новиков Ф. В. Алмазная обработка твёрдого сплава «Рэлит» – Вісник Інженерної Академії України, Київ, спеціальний випуск, 2000. – с. 212 –214.
2. Новиков Ф. В. Физические и киниматические основы высокопроизводительного алмазного шлифования – Автореф. дис...докт. техн. наук, Одесса, 1995. –36с.