

## ВЛИЯНИЕ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ НА АДГЕЗИЮ ПОКРЫТИЯ НИТРИДА ТИТАНА НА ТВЕРДЫХ СПЛАВАХ

А. Н. ПОПОВ, А. М. ДВОРАК

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

О. Г. ДЕВОЙНО, А. Г. ГАЛИЛЕЕВ

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск*

Известно, что изнашивание твердосплавного инструмента происходит по большей части посредством трех механизмов: абразивного, адгезионного и диффузионного. Абразивное изнашивание наблюдается в результате трения твердых включений обрабатываемого материала о переднюю и заднюю поверхности инструмента. Данный вид изнашивания происходит при точении инструментами из твердых сплавов группы ВК чугунов.

Адгезионное изнашивание проявляется при молекулярном взаимодействии химически чистых свежееобразованных поверхностей заготовки и стружки с материалом инструмента. В процессе трения двух поверхностей под воздействием сжимающей силы в точках фактического соприкосновения возникают т.н. «мостики». При скольжении одной поверхности по другой эти связи разрываются, на их месте образуются новые и т.д. Разрушение при этом происходит, как правило, по менее прочному материалу заготовки. Но иногда разрушается и материал инструмента. Отделение частиц материала твердосплавного инструмента чаще всего происходит по границам зерен карбидов по менее прочному кобальту, количество которого в процессе резания уменьшается из-за выгорания при повышении температур.

Лазерная обработка контактных площадок режущего инструмента с покрытием изменяет его структурные параметры. Снижается период кристаллической решетки, что свидетельствует о получении структуры более плотного кристаллического строения и объясняется перестройкой структуры материала покрытия под воздействием лазерного излучения.

Изменение текстуры связано с разориентацией кристаллических плоскостей материала покрытия при воздействии на него лазерного излучения, а снижение остаточных напряжений – их релаксацией на границе покрытия с инструментальной основой в результате высокоскоростного лазерного нагрева и охлаждения [1, 2].

Целью данной работы является изучение влияния режимов лазерной обработки твердого сплава с нанесенным на него покрытием нитрида титана (TiN) на адгезию покрытия. Исследования проводились на твердосплавных пластинах ВК8 и Т15К6. Покрытие TiN толщиной 2 мкм наносилось в вакуумной установке УВНИПА – 1 – 001, оборудованной дуговым источником металлической плазмы. Лазерная обработка проводилась на одной партии образцов до нанесения покрытия, на другой – после. Лазерное упрочнение образцов из твердых сплавов ВК8 и Т15К6 проводилось на специальном лазерном технологическом комплексе. В данном лазере усиливающей средой является оптоволокно, а накачка осуществляется по диодной схеме (излучение диодного лазера вводится в оптоволокно). Мощность непрерывного излучения с длиной волны 1,065 мкм составляла 1 кВт. Скорость перемещения лазерного луча изменялась для ВК8 в пределах от 600 до 900 мм/мин, а для Т15К6 – от 500 до 800 мм/мин.

Адгезия определялась на микротвердомере ПМТ–3 по методике, описанной в работе [3]. Для этого на поверхность наносилась сетка с расстоянием между линиями 0,04 мм. Такой размер сетки был выбран с условием частичного разрушения покрытия при нанесении царапин. Глубина царапин превышала толщину покрытия. Адгезия оценивалась по числу клеток, в которых не отслоилось покрытие TiN.

У образцов ВК8 с предварительной лазерной обработкой до нанесения покрытия лучшая адгезия наблюдалась при скорости перемещения лазерного пятна 700 мм/мин степень сохранности покрытия 88 % (без обработки – 42 %), а у образца Т15К6 при скорости 500 мм/мин степень сохранности составляет 76 % (без обработки – 55 %). У образцов ВК8 с лазерной обработкой после нанесения покрытия наибольшая адгезия наблюдалась при скорости перемещения лазерного пятна 700 мм/мин,

степень сохранности составляет 86 % (без обработки – 43 %), у образцов Т15К6 при скорости 600 мм/мин степень сохранности 75 % (без обработки – 55 %).

Результаты испытаний на образцах показали, что лазерная обработка непрерывным излучением мощностью 1 кВт при оптимальных скоростях сканирования повышает адгезию покрытия нитрида титана к твердым сплавам ВК8 и Т15К6 в 2,1 и 1,4 раза соответственно.

#### Список литературы

1 Девойно, О. Г. Лазерное модифицирование твердосплавного инструмента / О. Г. Девойно, Н. И. Луцко, А. С. Лавковский // Актуальные проблемы прочности : сб. материалов 53-й Междунар. науч. конф., 2–5 октября 2012 г., Витебск, Беларусь. Ч. 1. – Витебск : ВГТУ, – 2012. – С. 30–33.

2 Ярьско, С. И. Физические и технологические основы упрочнения твердых сплавов : [моногр.] / С. И. Ярьско. – Самара : Изд-во Самарского науч. центра РАН, 2006. – 244 с.

3 Богаданович, В. И. Физические основы и математическое моделирование вакуумного ионно-плазменного напыления / В. И. Богаданович, В. А. Борвинок. – М. : Машиностроение, 1992. – 309 с.

УДК 631.372

## К ВОПРОСУ О РАЦИОНАЛЬНОМ АГРЕГАТИРОВАНИИ МАШИН В СОСТАВЕ МТА

В. Б. ПОПОВ

Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого, Республика Беларусь

**Устойчивость МТА с навесной машиной в рабочем и транспортном положениях.** Навешивание машин (рисунок 1) на мобильное энергетическое средство (МЭС) не должно приводить к превышению допустимого общего веса машинно-тракторного агрегата (МТА), допустимых осевых нагрузок и максимально допустимой нагрузки на шины колесных МЭС. В статике нагрузка на передней оси МЭС, расположенного горизонтально (см. рисунок 1) при одновременном агрегатировании МЭС посредством переднего и заднего подъемно-навесных устройств с двумя навесными машинами (НМ) определяется по выражению

$$R_A = \frac{P_4(X_{s4} + L) + P_{МЭС}b - P_6X_{s6}}{L}$$

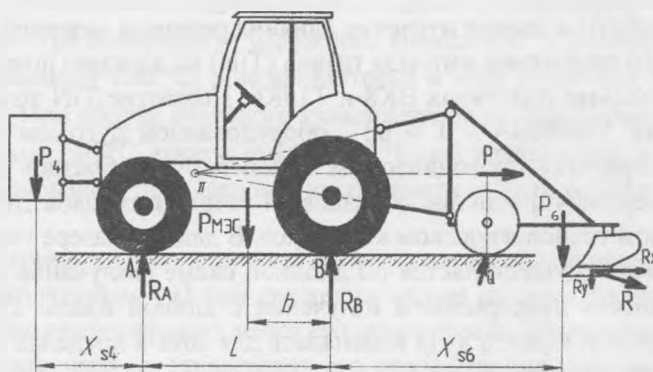


Рисунок 1 – Распределение веса машинно-тракторного агрегата по опорам

Во время технологического процесса для обеспечения управляемости и сцепления нагрузка на переднюю и заднюю оси МЭС должны составлять соответственно минимум 20 и 40 % от общего веса МТА. (ПНУ). Вначале определяют нагрузку на передние колёса МЭС  $R_A$  из уравнения моментов сил, действующих на МЭС, относительно точки В:

$$R_A = \frac{P_{МЭС}b - P\rho}{L}$$

где  $\rho$  – плечо силы  $P$  относительно т. В.