

МОРФОЛОГИЯ ПОВЕРХНОСТИ НА ЭТАПАХ ШЛИФОВАНИЯ ТИТАНОВОГО СПЛАВА

Кременецкий Л.Л.,

молодой ученый, Волжский политехнический институт (филиал) Волгоградского государственного технического университета, г. Волжский, Российская Федерация
Научный руководитель – Носенко В.А., доктор техн. наук, профессор

Ключевые слова. Глубинное шлифование, математическое моделирование, режущая способность, титановый сплав, электронная микроскопия, морфология.

Keywords. Creep-feed grinding, mathematical modeling, cutting capacity, titanium alloy, x-ray microscopy, morphology.

Глубинное шлифование (ГШ) является наиболее высокопроизводительным процессом абразивной обработки, необходимым для получения особо ответственных деталей [1]. Титановые сплавы, обладающие уникальным комплексом физико-механических свойств, находят широкое применение в изготовлении данных деталей, к качеству исполнения которых предъявляют высокие требования [2]. Ввиду высокой адгезионной активности титана к абразивному материалу процесс ГШ титановых сплавов невозможен без обеспечения ряда мер. К ним относят необходимость применения постоянной правки [3], использование специального абразивного инструмента и выбор режимов шлифования [4].

Подтверждено влияние адгезии в паре абразив-металл на морфологию (рельеф обработанной поверхности, полученный методом электронной микроскопии) сплавов на основе титана [3, 4]. Тем не менее, закономерности формирования морфологии титанового сплава по длине обработанной поверхности с учетом изменения показателя надежности (безотказности) процесса до сих пор не исследованы ученым сообществом.

Цель работы – исследование закономерностей изменения морфологии обработанной поверхности при глубинном шлифовании титанового сплава.

Материалы и методы. В качестве объекта исследования выбран титановый сплав Ti6Al4V. Размер образцов 40×14 мм. Использовали круги характеристики 64CF80N12V. Режим обработки: скорость подачи стола $v_s = 100$ мм/мин, подача на глубину $t = 1$ мм/ход, скорость шлифования $v = 20$ м/с, вертикальная подача правящего ролика $S_p = 0,6$ мкм/об.

Результаты и обсуждение. Номинальная мгновенная режущая способность q , приведенная к ширине обрабатываемой поверхности, характеризует производительность шлифования за единицу времени и является показателем надежности процесса ГШ. Если длина обрабатываемой поверхности $l \geq b = \sqrt{2Rt - t^2}$, процесс ГШ осуществляется в три этапа: этап врезания, этап постоянной длины дуги контакта (ПДДК) и этап выхода. При $l < b$ вместо этапа ПДДК появляется переходный этап. Определены математические модели номинальной мгновенной режущей способности q на этапе врезания (q_p), этапе ПДДК (q_n) или переходном этапе (q_{np}), и этапе выхода (q_b) [5]:

$$q_p = v_s \left[\sqrt{R^2 - (b - v_s \tau)^2} - (R - t) \right]; \quad (1)$$

$$q_n = tv_s; \quad (2)$$

$$q_{np} = v_s \left[\sqrt{R^2 - (b - v_s \tau)^2} - \sqrt{R^2 - (b - l)^2} \right]; \quad (3)$$

$$q_b = v_s \left[R - \sqrt{R^2 - (b + l - v_s \tau)^2} \right], \quad (4)$$

где R – радиус шлифовального круга, τ – время шлифования.

При $l > b$ длина этапа врезания и выхода $l_p = l_b = b$, длина этапа ПДДК $l_n = l - b$, при $l < b$ длина этапа врезания и выхода $l_p = l_b = l$, длина переходного этапа $l_{np} = b - l$.

В рассматриваемых условиях процесс ГШ состоит из этапа врезания, этапа ПДДК и этапа выхода, что подразумевает изменение q по длине шлифования. Удаление материала начинается на этапе врезания, где значение q , приведенное к единице ширины обра-

батываемой поверхности, изменяется от нуля до максимального значения (рис. 1). Формирование обработанной поверхности начинается на этапе ПДДК, поэтому протяженность этапа врезания показана в отрицательной области оси абсцисс. Длина этапа ПДДК $l_{\text{п}}=18,11$ мм, длина этапа выхода $l_{\text{в}}=21,89$ мм.

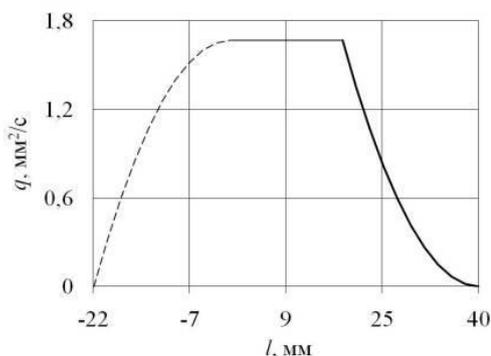


Рисунок 1 – Изменение q по длине обработанной поверхности l
 --- этап врезания; — этап ПДДК; — этап выхода

Растровая электронная микроскопия является одним из актуальных способов контроля качества металлов и их сплавов. Электронные фотографии, полученные в ходе микрорентгеноспектральных исследований, могут дополнять результаты измерения шероховатости обработанной поверхности, позволяя получить наиболее полное представление о ее состоянии. Морфологию обработанной поверхности исследовали с помощью растрового двухлучевого электронного микроскопа Versa 3D Dualbeam. Осуществляли сканирование по площади, перемещаясь по длине образца с заданным шагом. Размер площади сканирования – 1000×800 мкм.

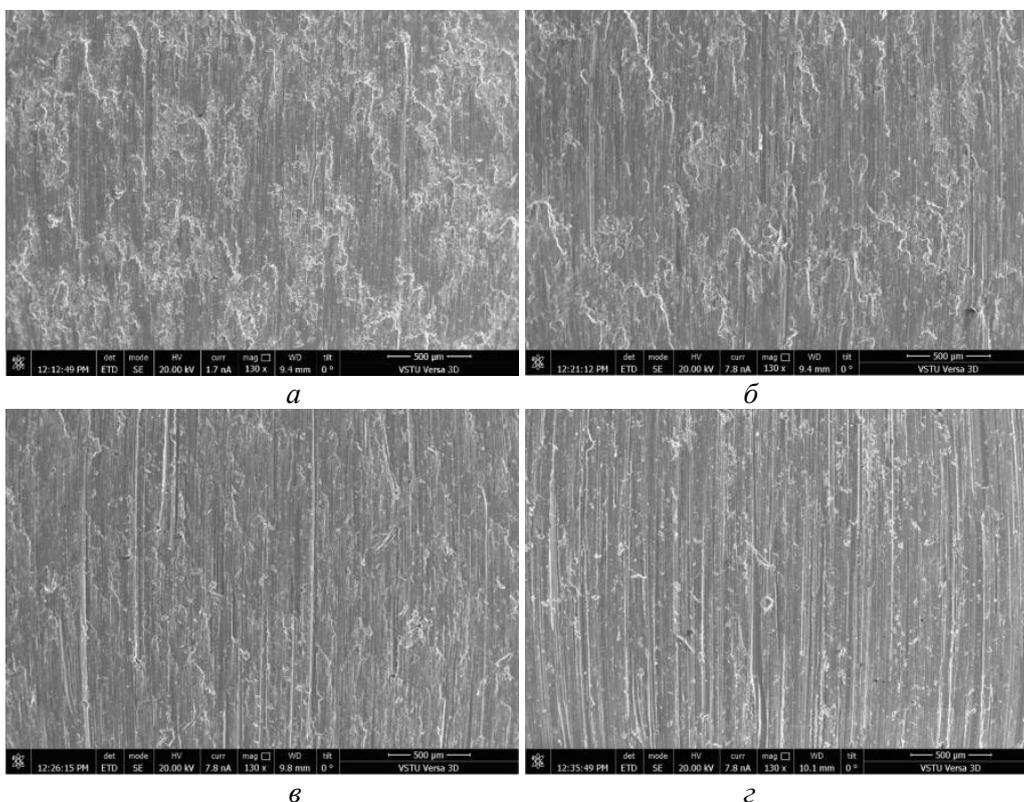


Рисунок 2 – Морфология обработанной поверхности:
 $a - l = 1$ мм; $б - l = 13,6$ мм; $в - l = 22$ мм; $г - l = 37,7$ мм

Состояние поверхности на расстоянии $l = 1$ мм от края заготовки свидетельствует об интенсивном адгезинно-когезинном процессе в паре абразив-металл, сопровождающем процесс шлифования – металл размазывается по шлифованной поверхности (рисунок 2, а). На расстоянии $l = 13,6$ мм от края заготовки поверхность так же частично покрыта налипшим, размазанным металлом (рисунок 2, б). С переходом на этап выхода состояние рельефа постепенно начинает изменяться: на расстоянии $l = 22$ мм от края заготовки поверхность становится более однородной и «чистой» (рисунок 2, в). На расстоянии $l = 37,7$ мм от края заготовки и далее морфология поверхности при ГШ приближается к морфологии поверхности, формируемой при маятниковом шлифовании (рисунок 2, г).

Закключение. Методом электронной микроскопии доказано, что этап ГШ оказывает значимое влияние на состояние поверхности титанового сплава – ее качество улучшается со снижением q . Разработанные математические модели позволяют прогнозировать данный показатель надежности (безотказности) процесса в различных режимах обработки.

1. Волков, Д.И. Оптимизация процесса глубинного шлифования при обработке деталей ГТД / Д.И. Волков, Н.В. Полуглазкова // Вестник Уфимского государственного авиационного университета. – 2009. – С. 56–60.

2. Скрябин, В.А. Особенности глубинного шлифования деталей турбокомпрессоров / В.А. Скрябин, А.Д. Ленин, Е.А. Демидов // Технология металлов. – 2019. – № 9. – С. 27–31.

3. Носенко, С.В. Влияние правки абразивного инструмента на состояние рельефа обработанной поверхности титанового сплава при встречном глубинном шлифовании / С.В. Носенко, В.А. Носенко, Л.Л. Кременецкий // Вестник машиностроения. – 2014. – № 7. – С. 64–68.

4. Носенко, С.В. Исследование влияния скорости глубинного шлифования и характеристики абразивного инструмента на качество поверхности титанового сплава / С.В. Носенко, В.А. Носенко, Л.Л. Кременецкий // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2018. – № 1. – С. 94–100.

5. Носенко, С.В. Взаимосвязь составляющих силы резания и мгновенной режущей способности при глубинном шлифовании титанового сплава с постоянной правкой абразивного инструмента / С.В. Носенко, В.А. Носенко, Д.Н. Лясин, Л.Л. Кременецкий // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2016. – № 5. – С. 41–51.

АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ ПОРОХОВОГО ВЫШИБНОГО ЗАРЯДА МЕТАЕМОЙ СБОРКИ СНАРЯДА С ДИСТАНЦИОННЫМ ПОДРЫВОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНОГО ПАКЕТА MATLAB

Курейчик А.Е.¹, Чигирь И.В.²,

*¹адъюнкт и ²преподаватель кафедры автоматики, радиолокации
и приема-передающих устройств УО «ВА РБ», г. Минск, Республика Беларусь
Научный руководитель – Солонар А.С., канд. техн. наук, доцент*

Ключевые слова. Вышибной заряд, порох, поражающие элементы.

Keywords. Expelling charge, powder, damaging elements.

При рассмотрении и анализе статей из открытых источников в интернете, зарубежной и отечественной литературы одним из способов повышения эффективности стрельбы зенитным артиллерийским (крупнокалиберным стрелковым) вооружением по малогабаритным целям является применение снарядов с дистанционным подрывом [1]. Применение данных снарядов обеспечивает увеличение радиуса эффективного действия его боевой части. Снаряды с дистанционным подрывом и метаемой сборкой являются отдельным классом боеприпасов осколочного действия. Осколочные боеприпасы наносят повреждение главным образом высокоскоростным потоком поражающих элементов (ПЭ), метаемых взрывом заряда метательного взрывчатого вещества. Поражающие элементы представляют собой осколки естественного или заданного дробления, либо являются готовыми поражающими элементами (ГПЭ) [2–4].

Данные боеприпасы представляют собой боеприпасы с метанием блока ПЭ за счет энергии порохового вышибного заряда. Целью доклада является представление результатов анализа параметров порохового вышибного заряда метаемой сборки снаряда с дистанционным подрывом с использованием программного пакета MATLAB.