

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СУБМИКРОДИСПЕРСНОЙ МЕТАЛЛОСОДЕРЖАЩЕЙ СМАЗКИ ПРИ ВЫГЛАЖИВАНИИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ

В.А. Титов¹, д.т.н, проф., А.Д. Лавриненков¹, ассистент

¹ Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», Украина, 03056, г. Киев, пр-т Победы, 37, e-mail: v.a.titov@list.ru

Аннотация

Приведены результаты использования металлосодержащих смазок при выглаживании с наложением ультразвука деталей из титановых сплавов VT22 и VT23. Установлено, что их применение расширяет технологические возможности процесса при управлении скоростью и усилием обработки, а также обеспечивает параметры качества поверхностного слоя.

The results of use of metal-containing lubrications during ultrasonic burnishing of details made of titanium alloys VT22 and VT23 are presented. It was determined that the use of these lubrications enhances technological possibilities of the process during the adjustment of processing speed and process force, and also ensures the parameters of quality of surface layer.

Управление условиями взаимодействия инструмента и детали для уменьшения коэффициента трения при поверхностно-пластическом деформировании (ППД) имеет решающее значение для получения поверхности с высокими параметрами качества. Особенно остро вопрос «трения» возникает при ППД труднообрабатываемых материалов, а именно, алмазном выглаживании титановых сплавов. Титан и сплавы на его основе, ввиду малой теплопроводности, склонности к холодному свариванию, практически не поддаются обработке алмазным выглаживанием. Для улучшения условия взаимодействия инструмента и детали при выглаживании титановых сплавов создают поверхностный газонасыщенный слой или используют твердые смазки [1, 2]. Однако, как создание газонасыщенного слоя, так и удаление твердых смазок сопряженно с нагревом детали, что приводит к изменению физико-механических свойств сплава, что в ряде случаев является недопустимым.

Применение металлосодержащих смазок, в состав которых входят нано- или субмикродисперсные порошки мягких металлов, позволяет повысить срок службы трущихся деталей и узлов машин, понизить коэффициент трения, повысить КПД механизмов [3,4]. Объемное содержание металлического порошка колеблется в пределах 0,5-3,0%, применяются данные смазки, как правило, в моторных маслах, а также в

тяжелонагруженных парах трения, как пример – в зубчатых передачах. Ввиду этого, эффект от применения данных смазок проявляется при длительной эксплуатации.

Эффективным способом интенсификации процесса алмазного выглаживания труднообрабатываемых материалов, в частности титана и его сплавов, является наложение на рабочий инструмент ультразвуковых (УЗ) колебаний [5, 6].

Целью данной работы является оценка влияния использования субмикродисперсных порошков мягких металлов в смазке на состояние поверхности и приповерхностного слоя титановых образцов при выглаживании, в том числе с ультразвуковым (УЗ) нагружением.

В данной работе основой металлосодержащей смазки было выбрано индустриальное масло И20. В качестве порошков были выбраны порошки меди-Си и алюминия-А1 со средним размером частиц 5-10 мкм. Максимальное объемное содержание порошка составляло 32% от объема масла.

Исследования проводились на токарном станке 16К20, образцы из титанового сплава ВТ22 и ВТ23 диаметром 22 мм обрабатывались с установкой в центрах, волновод ультразвуковых колебаний с пьезоэлектрическим преобразователем закреплялся в суппорте станка (рис.1). Материалом выглаживателя был выбран твердый сплав ВК8 с рабочей поверхностью радиусом $r=3$ мм.



Рисунок 1 – Установка для УЗ выглаживания на токарном станке
Технологические режимы процесса обработки представлены в табл.1.

Таблица 1 – Режимы УЗ выглаживания

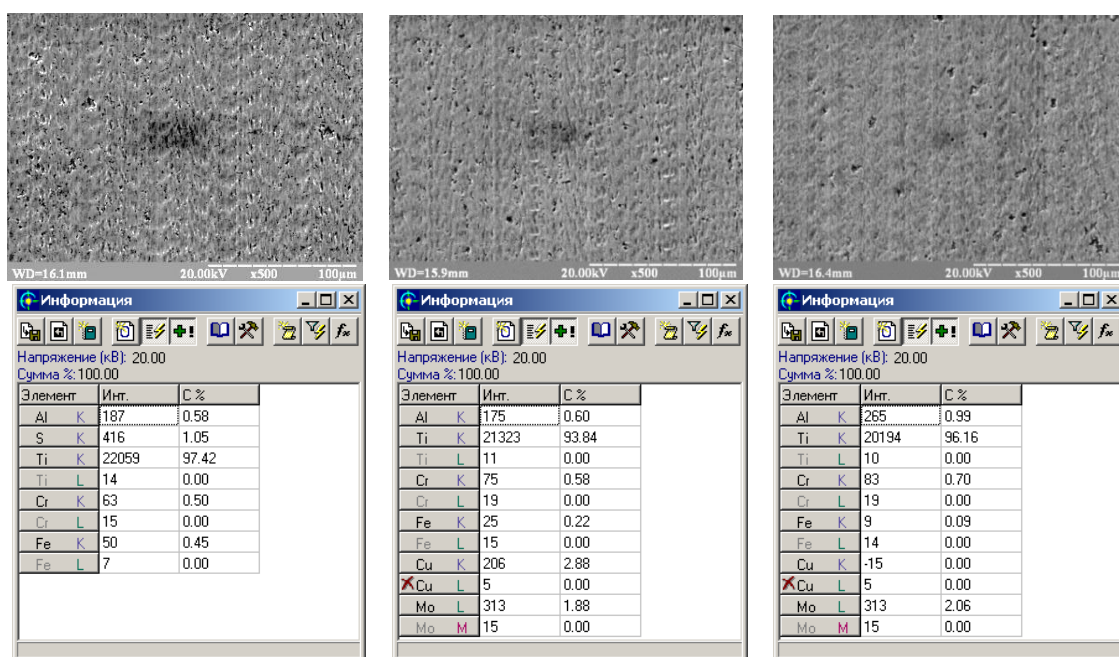
Усилие, Н	200
Количество оборотов – n, об/мин	63, 150, 315
Подача - s, мм/об	0,05
Линейная скорость образца - V, м/мин	4.4; 10.4; 21.8
Частота колебаний, кГц	22

Исследования параметров качества поверхности и приповерхностного слоя образцов (шероховатость поверхности, фактура и химический состав поверхности, микроструктура и химический состав исходной структуры и приповерхностного слоя, микротвердость приповерхностного слоя) проводились при различных скоростях обработки.

После УЗ выглаживания при различных скоростях обработки и с различными смазками (И20, И20+Cu, И20+Al) можно говорить об уменьшении высоты неровностей поверхности в 5-6 раз по сравнению с чистовым точением.

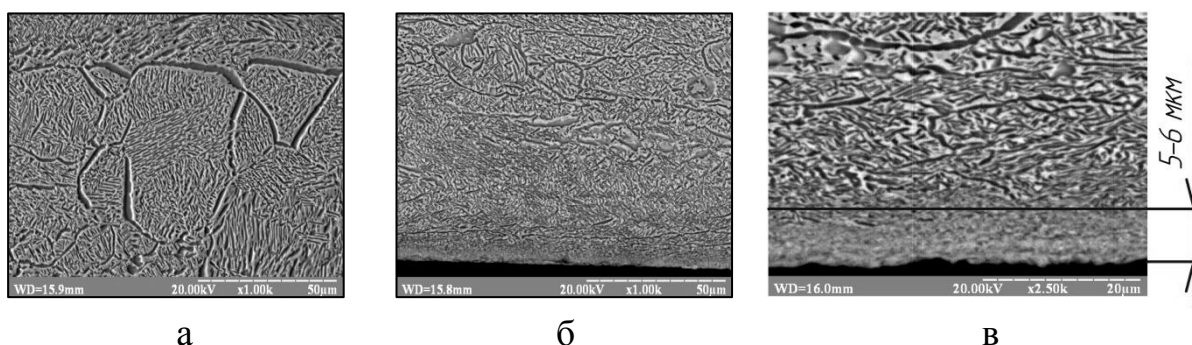
Шероховатость поверхности после чистового точения составила $Ra=1,58$ мкм. Максимальное уменьшение шероховатости, до $Ra=0,12-0,15$ мкм, наблюдается при всех типах смазки на минимальных скоростях обработки поверхности $V=4,4$ м/мин. При максимальной скорости обработки $V=21,8$ м/мин шероховатость увеличивается до $Ra=0,17-0,22$ мкм в зависимости от типа смазки.

Поверхность, обработанная при скорости $V=21,8$ м/мин со смазкой И20, имеет более грубую фактуру, следы от внедрения выглаживателя в поверхность образца видны более отчетливо в сравнении с обработкой со смазкой с порошками (рис.2). При скоростях обработки $V=21,8$ м/мин наиболее равномерный рельеф поверхности, с полным деформированием следов обработки от чистового точения и без видимых следов внедрения выглаживателя в поверхность соответствует обработке со смазкой И20+Al. При химическом анализе поверхностей также было установлено, что доля Al увеличивается с 0,6-0,5% (присутствует в химическом составе сплава ВТ22) до 1%, а доля Cu с 0% до 3%.



а б в
 Рисунок 2 – Микрорельеф (x500) и химический состав поверхности при скорости обработки 21,8 м/мин (315 об/мин): а – при масле I20; б – при смазке I20+Cu; в - при смазке I20+Al

В результате обработки УЗ выглаживанием при всех типах смазки происходит дробление исходной структуры (рис. 3, а) на глубину до 100 мкм (рис. 3, б). На глубине 5-6 мкм происходит максимальное дробление зерна, с формированием наноструктурного поверхностного слоя.



а б в
 Рис. 3 Микроструктура титанового образца: а – исходная микроструктура (x1000); б – дробление исходного зерна на глубине до 100 мкм (x1000); в – максимальное дробление исходного зерна (x2500)

При химическом анализе тонкого поверхностного слоя (1-10 мкм) соответствующего максимальному дроблению зерна (рис. 3, в) при скорости обработки $V = 21,8$ м/мин установлено, что на глубине 1-2 мкм увеличение доли Al происходит с 0,5-0,6% до 1% (после обработки) и увеличение доли Cu с 0% до 0,65% (после обработки) на образцах, обработанных со смазкой И20+Al и И20+Cu соответственно.

Глубина слоя деформационного упрочнения при обработке со всеми типами смазки составила 0,4-0,6 мм. Исходная микротвердость до УЗ выглаживания составляет 250-255 НV. Максимальное увеличение микротвердости в 1,42-1,45 раза соответствует обработке со смазкой И20+Al. Увеличение микротвердости при обработке как с маслом И20, так и со смазкой И20+Cu происходит в 1,3-1,32 раза.

Также установлено, что при УЗ выглаживании титановых сплавов происходит увеличение усталостной прочности. Коэффициент упрочнения составил 1,15-1,3.

Выводы. Применение металлосодержащих смазок расширяет технологические режимы обработки титановых сплавов УЗ выглаживанием, за счет увеличения скорости обработки и удельных усилий деформирования, при которых не будет происходить адгезионного схватывания обрабатываемой поверхности с выглаживателем. После обработки шероховатость поверхности соответствует 10-11 классу, дробление зерна происходит на глубине до 100 мкм с формированием тонкого наноструктурного слоя – до 6 мкм, усталостная прочность увеличивается до 30%. При достижении определенной скорости обработки происходит увеличение процентной доли металла порошков в химическом составе поверхности и тонкого приповерхностного слоя образца, что свидетельствует о наличии слоя металлосодержащей смазки между выглаживателем и поверхностью образца при УЗ выглаживании.

Список литературных источников

1. О.А. Розенберг, Е.А. Пащенко, С.Е. Шейкин, И.Ю. Ростоцкий. К вопросу разработки технологических смазок для деформирующего протягивания деталей из сплава ВТ1-0 // Технологические системы, 2007, №2(38)- С. 27-32.
2. А.В. Титов, Т.М. Лабур, А.Л. Пузырёв Особенности алмазного выглаживания сплава ВТ-23 с использованием твердой смазки // Вестник НТУУ «КПИ». Машиностроение. – К.: НТУУ «КПИ». – 2008. – № 53. – С. 202–207.
3. Кужаров А.А. Триботехнические свойства нанометрических кластеров меди. Диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Ростов-на-Дону. 2004 г.

4. Andrzej KOTNAROWSKI. Searching for Possibilities of Lubricating and Cutting Fluids Modification with Copper Micro- and Nanopowders // MATERIALS SCIENCE (MEDŽIAGOTYRA). Vol. 12, No. 3. 2006. p.p. 202-208.
5. Г.А. Осипенкова, В.Ф. Пегашкин, И.Е. Филимонов. Повышение износостойкости деталей поверхностным пластическим деформированием с помощью ультразвуковых крутильных колебаний // Вестник машиностроения. 2009. №2.
6. В.А. Титов, В.А. Никитенко, А.В. Титов, А.А. Пливак, А.Д. Лавриненков. Особенности алмазного выглаживания сплава ВТ-22 с дополнительным ультразвуковым воздействием на инструмент // Обработка материалов давлением. 2009. - №1(20). – С. 166-1