

ШЕРОХОВАТОСТЬ ОБРАБОТАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ УЛЬТРАЗВУКОВОМ СУПЕРФИНИШИРОВАНИИ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ ВТЗ-1 И ВТ22

© 2019

Р.В. Ладягин, старший преподаватель кафедры «Технология машиностроения, станки и инструменты»
Л.П. Ситкина, старший преподаватель кафедры «Технология машиностроения, станки и инструменты»
И.Н. Разумова, ассистент кафедры «Технология машиностроения, станки и инструменты»
Самарский государственный технический университет, Самара (Россия)

Ключевые слова: шероховатость; ультразвуковое суперфиниширование; титановые сплавы; методы абразивного резания; выносливость; интенсивность износа.

Аннотация: Для обеспечения эксплуатационных характеристик в процессе изготовления деталей авиационной техники, ракетостроения требуется выдержать жесткие технологические требования. Получение поверхности с минимальной шероховатостью – одно из таких требований, которое заслуживает особого внимания, поскольку этот фактор непосредственно оказывает влияние на усталостную прочность и ресурс.

Объектом исследования являются титановые сплавы, чьи конструкционные и эксплуатационные качества зарекомендовали себя с хорошей стороны, они характеризуются низкой обрабатываемостью резанием.

В статье раскрыт механизм формирования неровностей деталей изделия в зависимости от свойств обрабатываемого материала, вида обработки, параметров оборудования, инструмента, режимов обработки и других конструктивных и технологических факторов.

Представлены результаты исследований влияния режимов технологического процесса ультразвукового суперфиниширования на величину шероховатости обработанной поверхности деталей из титановых сплавов.

Исследования проводились при финишировании титановых сплавов использованием брусков из зеленого карбида кремния на керамической основе и ультразвуковой головки.

В процессе исследования рассчитывалась площадь опорной поверхности для определения формы выступов верхней части неровностей при различных значениях опорной площади. Для этого определялся радиус закругления вершины R и угол β , который образуется сторонами профиля. Для получения соотношения между относительной опорной площадью и относительным сближением кривых опорных поверхностей применялся метод наименьших квадратов.

Проведенные исследования позволили сделать вывод, что введение в зону обработки ультразвуковых колебаний с одновременным сообщением брускам механизма осцилляции в процессе суперфиниширования способствовало снижению шероховатости на 15–25 % по сравнению с обычным суперфинишированием.

ВВЕДЕНИЕ

Микрогеометрия поверхности является важной характеристикой качества поверхностного слоя [1]. Эксплуатационные свойства деталей и узлов машин существенно зависят от технологических параметров качества поверхностного слоя, которое определяется геометрическими и химико-механическими характеристиками: шероховатостью, остаточными напряжениями, которые зависят от вида обработки [2–4]. Выявление физической природы, механизма формирования и свойств поверхностного слоя при абразивной обработке – одна из задач технологии машиностроения [5].

Одним из методов финишной обработки поверхности, влияющих на качество поверхностного слоя, является суперфиниширование. Как и любой другой способ обработки, он имеет свои достоинства и недостатки [6]. Одним из недостатков является сравнительно малая производительность процесса суперфиниширования, увеличить производительность процесса можно путем сообщения дополнительного вида энергии в виде ультразвуковых колебаний [7]. Вопросы оптимизации процесса суперфиниширования по статическому критерию, по термодинамическому критерию (КПД) рассматривались в работах [8; 9]. Но для такой оптимизации требуется предварительно построить адекватную модель процесса суперфиниширования, построение такой модели выполнялось в работе [10]. В отдельных работах обращалось внимание на изготовление инструмента для

суперфиниширования [11; 12]. Зарубежные исследователи изучали процесс суперфиниширования с целью улучшения качества поверхностного слоя [13–15].

Исследования Э.Э. Ягьяева, Б.Л. Шрона, А.В. Королёва, В.И. Павлова направлены на повышение надежности соединений путем придания процессу суперфиниширования движения осцилляции, которое сформирует микрогеометрию поверхности в виде наклонных рисок для удержания масла в трущихся соединениях, что будет способствовать увеличению ресурса деталей и уменьшению числа возможных поломок [16; 17]. Вопросами надежности занимались и Л.М. Акулович и др., предпочитая методу суперфиниширования дорожек качения шарикоподшипников метод магнито-абразивной обработки, который позволяет уменьшить по сравнению с процессом суперфиниширования шероховатость поверхности и придать большие благоприятные сжимающие остаточные напряжения [18].

Цель работы – исследование влияния режимов технологического процесса ультразвукового суперфиниширования на величину шероховатости обработанной поверхности деталей из титановых сплавов.

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Параметры шероховатости поверхности (ГОСТ 2789-73) при различных условиях ультразвукового суперфиниширования определялись по профилограммам, полученным на профилометре-профилографе модели 252.

При доверительной вероятности 0,95 ошибка измерения относительной опорной длины профиля t_p составляла 5–7 %, а погрешность высоты неровностей – 3–4 %.

В опытах использовались бруски из зеленого карбида кремния на керамической связке с зернистостью от М10 до 5П. Исследования проводились при суперфинишировании титановых сплавов ВТ3-1 и ВТ22 с исходной шероховатостью $R_z=20\text{ мкм}$ ($R_a=4\text{--}5\text{ мкм}$) после операции проточки.

Частота колебаний ультразвуковой головки составляла $f=20,0\text{ кГц}$; амплитуда колебаний ультразвуковой головки – $A=4\text{ мкм}$; число колебаний механизма осцилляции – $\omega=970\text{ дв. ход/мин}$; амплитуда колебаний суперфинишной головки $A_{в.п}=4\text{ мм}$ и скорость возвратно-поступательного перемещения инструментов вдоль обрабатываемой поверхности $V_{в.п}=0,047\text{ м/с}$ в процессе проведения экспериментов оставались постоянными величинами.

Следует отметить, что на эксплуатационные свойства деталей большое влияние оказывает величина опорной площади поверхности [19; 20]. С целью определения опорной площади при различных способах обработки по методике, предложенной Э.В. Рыжовым, строились кривые опорной поверхности [20]. Часть кривой опорной поверхности, находящейся на расстоянии 50–60 % от уровня наибольшего выступа, представляет наибольший практический интерес. Этот начальный участок кривой и определяет в значительной степени фактическую площадь контакта. Согласно [20], эта часть кривой описывается уравнением

$$\eta = b\varepsilon^v,$$

где η – относительная площадь;

ε – относительное сближение;

b, v – параметры, зависящие от вида обработки.

Для получения одинаковой величины опорной поверхности необходимы различные величины сближения у поверхностей, обработанных различными методами. Опорная поверхность, равная 50 % каждой поверхности, достигается при сближении 0,6 высоты неровностей при шлифовании, на 0,42 при ультразвуковом суперфинишировании, на 0,4 при обычном суперфинишировании. Форма выступов верхней части неровностей определяется разными значениями опорной площади, характеризуемыми радиусом закругления вершины R и углом β , который образуется сторонами профиля неровностей с общим направлением неровностей.

Величина R определяется по формуле

$$R = \left(\frac{d^2}{8h} \right) \left(\frac{\gamma_2}{\gamma_1} \right),$$

где d – длина основания неровности;

h – высота неровности;

γ_1 – горизонтальное увеличение;

γ_2 – вертикальное увеличение.

Угол β определяется из зависимости

$$\text{tg}\beta = \left(\frac{2h}{d} \right) \left(\frac{\gamma_1}{\gamma_2} \right).$$

На 20 типичных неровностях каждой поверхности были измерены величины R и β и статически определены их средние значения.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Анализируя полученные результаты, можно отметить, что для материала ВТ3-1 наименьшее значение $R_z=1,15\text{ мкм}$ ($R_a=0,23\text{ мкм}$) получено при суперфинишировании брусками 63СМ10СТ17К8 на режимах обработки $V_H=2,7\text{ м/с}$; $P=0,3/0,15\text{ МПа}$; максимальное значение $R_z=3,9\text{ мкм}$ ($R_a=0,78\text{ мкм}$) – при суперфинишировании брусками 63С4ПСМ17К8 на режимах $V_H=2,2\text{ м/с}$; $P=0,30/0,15\text{ МПа}$ (рис. 1).

Анализ данных, полученных в процессе опытов с титановым сплавом ВТ-22, показывает, что минимальная шероховатость $R_z=1,25\text{ мкм}$ ($R_a=0,25\text{ мкм}$) получена при суперфинишировании бруском 63СМ20СТ17К8 на следующих режимах обработки: $V_H=1,5\text{ м/с}$; $P=0,30/0,15\text{ МПа}$. Максимальное значение шероховатости поверхности $R_z=4,1\text{ мкм}$ ($R_a=0,82\text{ мкм}$) получено при обработке бруском 63С5ПСТ17К8 при режимах: $V_H=1,5\text{ м/с}$; $P=0,20/0,10\text{ МПа}$ (рис. 2).

При обработке титанового сплава ВТ3-1 с увеличением скорости вращения детали с $V_H=1,3\text{ м/с}$ до $V_H=2,7\text{ м/с}$ и увеличением давления до $P=0,30/0,15\text{ МПа}$ шероховатость снижается с $R_z=3,0\text{ мкм}$ ($R_a=0,6\text{ мкм}$) до $R_z=1,15\text{ мкм}$ ($R_a=0,23\text{ мкм}$), в то время как при обработке материала ВТ22 шероховатость в промежутке скоростей от $V_H=1,4\text{ м/с}$ до $V_H=1,8\text{ м/с}$ снижается, а затем, если увеличить скорость до $V_H=2,3\text{ м/с}$, растёт.

Если увеличить удельное давление на бруски до $P=0,30/0,15\text{ МПа}$, то значение шероховатости возрастает, так как снижается амплитуда колебания бруска и поверхность режущего инструмента активно засаливается.

Из полученных кривых опорных поверхностей следует, что при одинаковой высоте неровностей $R_z=1,15\text{--}1,25\text{ мкм}$ ($R_a=0,23\text{--}0,25\text{ мкм}$) поверхности имеют различную опорную способность. Так, при сближении, равном 0,2 высоты неровностей, величина опорной поверхности для шлифовального кольца равна 8 %, для обычного суперфиниширования – 15 %, ультразвукового суперфиниширования – 13 %.

Для исследованных поверхностей величина R колеблется в пределах 130–140 мкм после ультразвукового суперфиниширования и в пределах 150–180 мкм после обычного суперфиниширования. Угол при обычном суперфинишировании составляет 18–20°, а после ультразвукового суперфиниширования – 24°. Наихудшие результаты получены после шлифования $R_a=70\text{--}80\text{ мкм}$, $\beta=3^\circ: 3^\circ 30'$.

Для того чтобы достичь достаточной величины опорной поверхности, при суперфинишировании достаточна сравнительно небольшая величина сближения, в то же время после шлифования для достижения достаточной величины опорной поверхности необходимо значительное сближение, так как шлифованная поверхность характеризуется неровностями в виде острых пиков.

Применив к экспериментальным данным статистической обработки метод наименьших квадратов, получили следующие соотношения между относительной опорной площадью и относительным сближением на начальных участках кривых опорных поверхностей:

– шлифование: $\eta=2,43\varepsilon^{1,25}$;

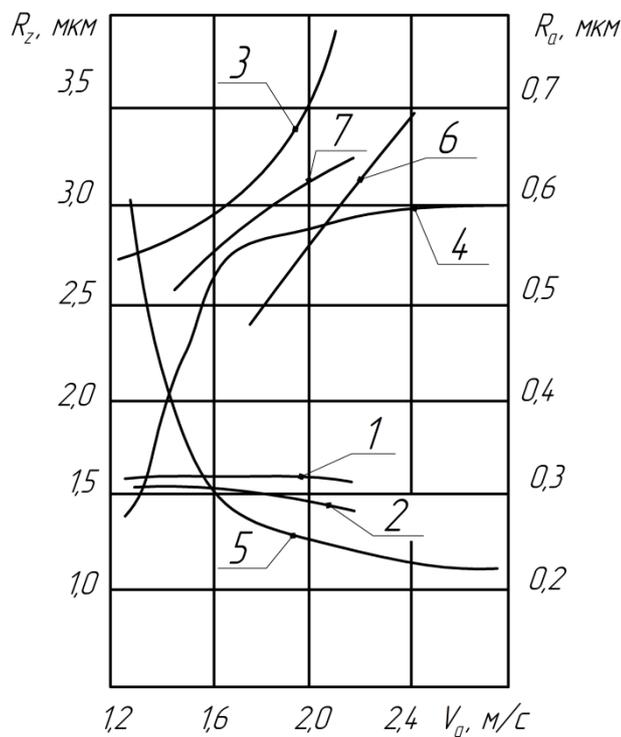


Рис. 1. Шероховатость обработанной поверхности при УЗС в зависимости от изменения V_H , P и материала инструмента (Сплав ВТ3-1):
 1 – $P=0,2/0,1$ МПа; брусок 63СМ20СТ17К8; 2 – $P=0,3/0,15$ МПа; брусок 63СМ20СТ17К8;
 3 – $P=0,3/0,13$ МПа; брусок 63С4ПСМ17К8; 4 – $P=0,2/0,1$ МПа; брусок 63СМ10СТ17К8;
 5 – $P=0,3/0,15$ МПа; брусок 63СМ10СТ17К8; 6 – $P=0,2/0,1$ МПа; брусок 63С5ПСТ17К8;
 7 – $P=0,3/0,15$ МПа; брусок 63С5ПСТ17К8

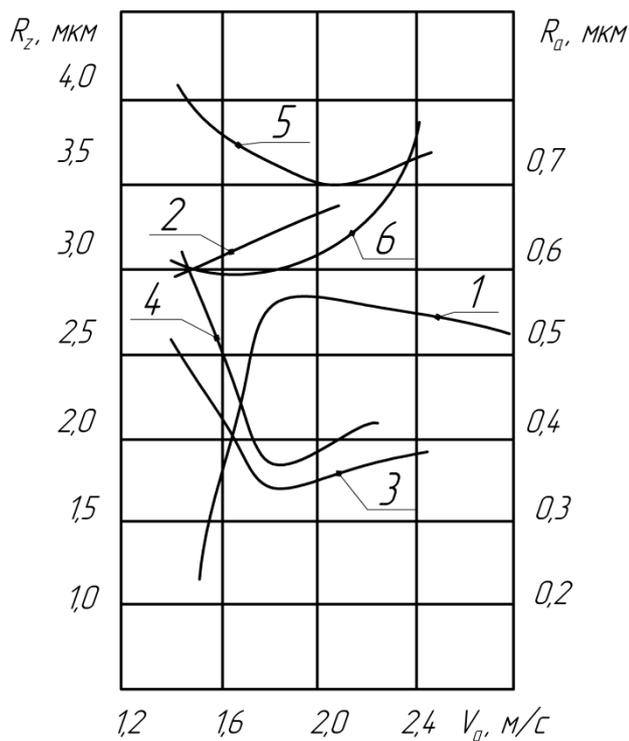


Рис. 2. Шероховатость обработанной поверхности при УЗС в зависимости от изменения V_H , P и материала инструмента (Сплав ВТ22):
 1 – $P=0,3/0,15$ МПа; брусок 63СМ20СТ17К8; 2 – $P=0,3/0,15$ МПа; брусок 63С4ПСМ17К8;
 3 – $P=0,2/0,1$ МПа; брусок 63СМ10СТ17К8; 4 – $P=0,3/0,15$ МПа; брусок 63СМ10СТ17К8;
 5 – $P=0,2/0,1$ МПа; брусок 63С5ПСТ17К8; 6 – $P=0$

- обычное суперфиниширование: $\eta=7,4\varepsilon^{1,43}$;
- ультразвуковое суперфиниширование: $\eta=5,5\varepsilon^{1,51}$.

Полученные значения b и v позволяют подсчитать относительную опорную площадь при заданном сближении для различных методов суперфиниширования. Однако по этим значениям трудно быстро оценить изменения площади контактирующих поверхностей. Более удобным критерием является опорная жесткость, характеризующая сближение, соответствующее приращению на единицу относительной площади [20]:

$$j_{оп} = \frac{\Delta\varepsilon}{\Delta\eta}.$$

Исследованиями установлены следующие средне-статистические значения опорной жесткости:

- шлифование: $j_{оп}=1,2$;
- обычное суперфиниширование: $j_{оп}=0,75$;
- ультразвуковое суперфиниширование: $j_{оп}=0,83$.

Полученные результаты свидетельствуют о положительном влиянии ультразвуковых колебаний при суперфинишировании на микрогеометрию обработанной поверхности.

При введении в зону ультразвуковых колебаний величина R_a возрастает, поэтому с целью снижения шероховатости процесс происходит как бы в два этапа, но в то же время одновременно: первоначально поверхность обрабатывается инструментом с наложением ультразвуковых колебаний для снятия необходимого припуска, и одновременно происходит суперфиниширование обрабатываемой поверхности брусками механизма осцилляции.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

Таким образом, в результате исследований установлено, что обработка с наложением ультразвуковых колебаний и одновременным движением брусков позволяет снизить шероховатость R_a на 15...25 % по сравнению с обычным суперфинишированием. В то же время вследствие увеличения съема металла на поверхности отсутствуют единичные риски.

Предлагаемый метод обработки позволит улучшить качество поверхности деталей, работающих в условиях многократного циклического нагружения, таких как лопатки турбин компрессоров, что увеличит их ресурс и повысит безопасность эксплуатируемой техники.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сулима А.М., Евстигнеев М.И. Качество поверхностного слоя и усталостная прочность деталей из жаропрочных и титановых сплавов. М.: Машиностроение, 1974. 256 с.
2. Штриков Б.Л., Филин А.Н., Рахчеев В.Г. Основы технологии абразивной обработки фасонных поверхностей прецизионных деталей. М.: Машиностроение-1, 2004. 370 с.
3. Макаров В.Ф. Выбор высокоэффективных абразивных инструментов и режимов резания для различных видов шлифования заготовок. Старый Оскол: ТНТ, 2012. 275 с.
4. Самарин Ю.П., Филин А.Н., Рахчеев В.Г. Технологическое обеспечение точности сложнопрофильных

поверхностей прецизионных деталей при абразивной обработке. М.: Машиностроение, 1999. 299 с.

5. Крагельский И.В. Трение и износ. М.: Машиностроение, 1968. 480 с.
6. Ляхов В.Р., Молоканов Р.О., Бурлаков Н.И., Королев А.А. Обзор процесса суперфиниширования, его достоинств и недостатков // Современная наука: актуальные вопросы, достижения и инновации: сборник статей IV Международ. науч.-практ. конф. В 2 ч. М., 2018. С. 56–59.
7. Балтаев Т.А., Салимов Б.Н., Королев А.А., Королев А.В. Технология безабразивного ультразвукового суперфиниширования колец упорных подшипников // Труды ГОСНИТИ. 2017. Т. 129. С. 96–102.
8. Братан С.М., Новоселов Ю.К., Дымченко И.А., Баталин А.С. Выявление статического критерия для анализа процессов съема материала инструментом при суперфинишировании // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2016. № 8-1. С. 254–260.
9. Коршунов В.Я. Выбор оптимальных характеристик абразивных брусков для процесса суперфиниширования деталей из термообработанных сталей // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. № 6. С. 52–56.
10. Братан С.М., Рошупкин С.И., Мерзлов А.В. Стохастический подход к моделированию процесса стружкообразования при суперфинишировании // Вестник современных технологий. 2016. № 3. С. 4–9.
11. Коробов В.А., Осинкин Д.А., Ткач М.А., Васильева Э.В. О технологических принципах изготовления инструмента для суперфиниширования // XXIII Межвузовская научно-практическая конференция молодых ученых и студентов г. Волжского. Волгоград, 2017. С. 17–20.
12. Маркисова С.А. Основные принципы изготовления инструмента для суперфиниширования // 24-я межвузовская научно-практическая конференция молодых ученых и студентов г. Волжского. Волгоград, 2018. С. 178.
13. Blake G., Reynolds J. Case Study Involving Surface Durability and Improved Surface Finish // GEARTECHNOLOGY. 2012. August. P. 66–75.
14. Grama L., Gabor M., Dattoma V., Beno J. Study of Different Process Parameters on the Surface Roughness at Superfinishing // Scientific Bulletin of the "Petru Maior" University of Târgu Mureş. 2010. Vol. 7. № 1. P. 27–31.
15. Manesh A., Niskanen P. Engineered and Super-finished Surfaces for Precision Aerospace Applications // ITT Research Institute, Chicago. 2003. PTSM 02–001.
16. Ягьяев Э.Э., Шрон Б.Л. Повышение надежности работы соединения «вал-манжета» при суперфинишировании с осцилляцией на поверхности вала // Ученые записки Крымского инженерно-педагогического университета. 2017. № 1. С. 48–53.
17. Королёв А.В., Павлов В.И. Научно-технологические аспекты повышения безопасности транспортных систем на основе использования новых технологий изготовления подшипниковых узлов качения // Роль опорного вуза в развитии транспортно-энергетического комплекса Саратовской области (ТРАНС-ЭНЕРГОКОМ-2018). Саратов, 2018. С. 80–82.

18. Акулович Л.М., Сергеев Л.Е., Ворошуха О.Н. Магнитно-абразивная обработка цилиндрических канавок с радиусным профилем // Вестник Барановичского государственного университета. Серия: Технические науки. 2018. № 6. С. 20–32.
 19. Рыжов Э.В. Опорная площадь поверхностей, подвергнутых механической обработке // Вестник машиностроения. 1964. № 7. С. 14–16.
 20. Рыжов Э.В. Контактная жесткость деталей машин. М.: Машиностроение, 1966. 170 с.
- REFERENCES**
1. Sulima A.M., Evstigneev M.I. *Kachestvo poverkhnostnogo sloya i ustalostnaya prochnost detaley iz zharoprochnykh i titanovykh splavov* [The quality of the surface layer and the fatigue strength of parts made of heat-resistant and titanium alloys]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1974. 256 p.
 2. Shtrikov B.L., Filin A.N., Rakhcheev V.G. *Osnovy tekhnologii abrazivnoy obrabotki fazonnykh poverkhnostey pretsizionnykh detaley* [Fundamentals of technology for abrasive machining of shaped surfaces of precision parts]. Moscow, Mashinostroenie-1 Publ., 2004. 370 p.
 3. Makarov V.F. *Vybor vysokoeffektivnykh abrazivnykh instrumentov i rezhimov rezaniya dlya razlichnykh vidov shlifovaniya zagotovok* [Selection of highly efficient abrasive tools and cutting conditions for various types of workpiece grinding]. Stariy Oskol, TNT Publ., 2012. 275 p.
 4. Samarin Yu.P., Filin A.N., Rakhcheev V.G. *Tekhnologicheskoe obespechenie tochnosti slozhnoprofilnykh poverkhnostey pretsizionnykh detaley pri abrazivnoy obrabotke* [Technological support for the accuracy of complex profile surfaces of precision parts for abrasive machining]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1999. 299 p.
 5. Kragelskiy I.V. *Trenie i iznos* [Friction and wear]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1968. 480 p.
 6. Lyakhov V.R., Molokanov R.O., Burlakov N.I., Korolev A.A. Overview of the process of superfinishing, its advantages and disadvantages. *Sbornik statey IV Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. "Sovremennaya nauka: aktualnye voprosy, dostizheniy i innovatsii"*. Moscow, 2018, pp. 56–59.
 7. Baltaev T.A., Salimov B.N., Korolev A.A., Korolev A.V. Non-abrasive ultrasonic superfinishing of thrust bearing rings technology. *Trudy GOSNITI*, 2017, vol. 129, pp. 96–102.
 8. Bratan S.M., Novoselov Yu.K., Dymchenko I.A., Batalin A.S. Definition of static criteria for the analysis of the material removal process at superfinishing. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskie nauki*, 2016, no. 8-1, pp. 254–260.
 9. Korshunov V.Ya. The selection of the optimal characteristics of abrasive bricks for super-finishing of the parts made of heat-treated steels. *Vestnik Bryanskoys gosudarstvennoy selskokhozyaystvennoy akademii*, 2017, no. 6, pp. 52–56.
 10. Bratan S.M., Roshchupkin S.I., Merzlov A.V. The stochastic approach for modeling of chip formation process in superfinishing. *Vestnik sovremennykh tekhnologiy*, 2016, no. 3, pp. 4–9.
 11. Korobov V.A., Osinkin D.A., Tkach M.A., Vasilyeva E.V. On the technological principles of manufacturing tools for superfinishing. *XXIII Mezhvuzovskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya molodykh uchenykh i studentov g. Volzhskogo*. Volgograd, 2017, pp. 17–20.
 12. Markisova S.A. The basic principles of making tools for superfinishing. *XXIII Mezhvuzovskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya molodykh uchenykh i studentov g. Volzhskogo*. Volgograd, 2018, p. 178.
 13. Blake G., Reynolds J. Case Study Involving Surface Durability and Improved Surface Finish. *GEARTECHNOLOGY*, 2012, August, pp. 66–75.
 14. Grama L., Gabor M., Dattoma V., Beno J. Study of Different Process Parameters on the Surface Roughness at Superfinishing. *Scientific Bulletin of the "Petru Maior" University of Târgu Mureş*, 2010, vol. 7, no. 1, pp. 27–31.
 15. Manesh A., Niskanen P. Engineered and Super-finished Surfaces for Precision Aerospace Applications. *ITT Research Institute, Chicago*, 2003, PTSM 02–001.
 16. Yagyaev E.E., Shron B.L. Improvement reliability of work of the "shaft-cuff" "Val-mange" connection for superfinishing from oscillations on the shaft surface. *Uchenye zapiski Krymskogo inzhenerno-pedagogicheskogo universiteta*, 2017, no. 1, pp. 48–53.
 17. Korolev A.V., Pavlov V.I. Scientific and technological aspects of improving the safety of transport systems based on the use of new technologies for the manufacture of rolling bearing units. *Rol' opornogo vuza v razvitii transportno-energeticheskogo kompleksa Saratovskoy oblasti (TRANSENERGOKOM-2018)*. Saratov, 2018, pp. 80–82.
 18. Akulovich L.M., Sergeev L.E., Voroshukho O.N. Magnetic-abrasive processing of cylindrical radius profile rollers. *Vestnik Baranovichskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Tekhnicheskie nauki*, 2018, no. 6, pp. 20–32.
 19. Ryzhov E.V. Bearing surface area machined. *Vestnik mashinostroeniya*, 1964, no. 7, pp. 14–16.
 20. Ryzhov E.V. *Kontaktnaya zhestkost' detaley mashin* [Contact stiffness of machine parts]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1966. 170 p.

THE ROUGHNESS OF TREATED SURFACE UNDER THE ULTRASONIC SUPERFINISHING OF DETAILS FROM VT3-1 AND VT 22 TITANIUM ALLOYS

© 2019

R.V. Ladyagin, Senior Lecturer of Chair “Mechanical Engineering Technology, Machines and Tools”

L.P. Sitkina, Senior Lecturer of Chair “Mechanical Engineering Technology, Machines and Tools”

I.N. Razumova, assistant of Chair “Mechanical Engineering Technology, Machines and Tools”

Samara State Technical University, Samara (Russia)

Keywords: roughness; ultrasonic superfinishing; titanium alloys; methods of abrasive cutting; endurance; wear intensity.

Abstract: To guarantee operational characteristics in the process of manufacturing parts for aeronautical equipment and rocket production, it is necessary to satisfy strict technological requirements. The production of a surface with minimum roughness is one of such requirement which is worthy of separate attention as this factor directly influences the fatigue strength and the resource.

The objects of the study are the titanium alloys which are characterized by low cutting performance and proved to have valuable structural properties.

The paper describes the mechanism for the formation of irregularities of parts depending on the properties of treated material, types of processing, equipment parameters, tools, processing modes, and other design and technology factors.

The paper presents the results of the study of the influence of ultrasonic superfinishing technological process modes on the value of roughness of a treated surface of titanium alloy parts.

The authors carried out the research when finishing titanium alloys using the ceramic-based bars of green silicon carbide and the ultrasonic head.

In the research process, the authors calculated the bearing surface area to define the forms of the lobes of irregularity top sides at various bearing area values. For this purpose, the authors determined the corner radius R and the angle β which is formed by the profile sides. To obtain the relation between the relative bearing area and relative approach of bearing area curves, the least square method was used.

The research allowed concluding that the applying of ultrasonic oscillations to the processing area with the simultaneous oscillation mechanism transmission to the hones in the process of superfinishing caused the decrease in roughness by 15–25 % in comparison with usual superfinishing.