

П.А. Мельников, кандидат технических наук, доцент

А.Н. Пахоменко, кандидат технических наук, доцент

А.А. Лукьянов, магистрант

Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)

Ключевые слова: поверхностное пластическое деформирование; выглаживание; моделирование обработанной поверхности; микрорельеф; шейка вала.

Аннотация: Эксплуатационные характеристики изделий в значительной мере определяются технологическим процессом их изготовления. В современном машиностроении все чаще выдвигаются требования к поверхностям деталей, работающих в условиях трения, наличие регулярного микрорельефа. В данной работе предложена технология и математическая модель для расчета микрорельефа обработанной поверхности шейки вала под манжетное уплотнение. При рассмотрении пары трения манжета – вал были определены основные причины ее износа.

Рассмотрены схемы нанесения регулярного микрорельефа при алмазном выглаживании. Рассмотрены схемы и профилограммы поверхностей с получаемыми системами канавок. Выполнена классификация получаемых микрорельефов при вибровыглаживании. Определена зависимость характера микрорельефа от параметров обработки.

В соответствии с тенденцией развития машиностроения, авторами предложен переход от одного параметра, описывающего требования к микрогеометрии поверхности детали, к требованию в виде наличия регулярного микрорельефа.

Показаны результаты расчета математической модели процесса обработки алмазным выглаживанием, позволяющей моделировать рельеф обработанной поверхности в зависимости от параметров и условий обработки.

Авторами получены результаты моделирования поверхности обработанной детали в процессе алмазного выглаживания с наложением колебаний. Сопоставляя результаты моделирования с теоретическими результатами, можно судить об адекватности расчетов математической модели.

Сделаны выводы о возможности с помощью математической модели прогнозировать получаемый микрорельеф на поверхности детали после обработки выглаживанием с наложением колебаний. Результаты теоретических исследований, на основе которых разработана математическая модель процесса выглаживания с наложением колебаний, коррелируют с теми, что получены на практике.

ВВЕДЕНИЕ

Эксплуатационные характеристики изделий в значительной мере определяются технологическим процессом их изготовления.

При рассмотрении узла трения «манжетное уплотнение – шейка вала» в силу значительного различия механических свойств (твердости, модуля упругости) трущихся материалов решающую роль на трение и износ резин оказывает шероховатость металлической поверхности вала [1–3].

Согласно изложенным представлениям о природе трения, коэффициент трения:

$$f = \frac{F}{N} = \frac{(F_{\text{мол}} + F_{\text{деф}})}{N} = f_{\text{мол}} + f_{\text{деф}}, \quad (1)$$

где F – суммарная сила трения;

N – нагрузка, создаваемая силой прижатия кромки манжеты к валу;

$F_{\text{мол}}$ и $f_{\text{мол}}$ – молекулярно составляющая соответственно силы трения и коэффициента трения;

$F_{\text{деф}}$ и $f_{\text{деф}}$ – деформационные составляющие.

Адгезионная составляющая коэффициента трения зависит от сил адгезионного взаимодействия и коэффициента упрочнения образовавшейся связи под нагрузкой:

$$f_{\text{мол}} = \frac{\tau_0}{Pr} + \beta, \quad (2)$$

где τ_0 – прочность фрикционной связи, возникающей на фактической площади контакта, при сдвиге;

β – коэффициент упрочнения адгезионной связи;

Pr – давление на пятне фактического контакта.

Деформационная составляющая коэффициента трения $f_{\text{деф}}$ зависит от отношения глубины внедрения h микронеровности при скольжении к радиусу скругления ее вершины R :

$$f_{\text{деф}} = K \sqrt{\frac{h}{R}}, \quad (3)$$

где K – коэффициент.

Таким образом, очень гладкие поверхности (параметр шероховатости $Ra=0,04...0,16$ мкм) при контакте с манжетой в процессе работы за счет увеличения фактической площади контакта (следовательно, увеличивается τ_0) имеют большую молекулярную составляющую силы трения. Кроме того, такие поверхности не способны в процессе работы удержать и транспортировать смазку малой вязкости в зону контакта уплотняющего элемента, в результате чего возникает большое сопротивление сдвигу при так называемом пленочном голодании.

Шероховатые, грубые поверхности вала (параметр шероховатости $Ra=2,5...1,25$ мкм) удерживают смазку, но под действием нормальных и сдвиговых усилий возникают значительные деформации поверхностного слоя более мягкого материала пары. Коэффициент трения увеличивается вследствие увеличения его деформационной составляющей (т. к. увеличивается отношение h/R).

Возможен разрыв смазочной пленки. В результате возникает повышенный износ уплотнения. Шероховатость вала приводит к тому, что контактная поверхность манжеты изнашивается и также становится шероховатой. Это способствует шаржированию манжеты частицами износа и абразива. Таким образом, повышенная шероховатость вала оказывает на износ манжеты «двойное» влияние, выражающееся в проявлении упомянутых явлений. Максимальная долговечность манжетного уплотнения достигается при параметре шероховатости $Ra=0,16...0,63$ мкм [1], при этом в данной работе указывается, что шероховатость вала под герметизатором должна иметь значение $Ra \leq 0,32$.

Если рассмотреть пару трения манжета – вал, то можно отметить, что износ вала также связан с тем, что в месте установки манжеты собираются продукты износа, образовавшиеся в процессе работы зубчатых передач и подшипников в редукторах, коробках передач и шпиндельных головок [4]. Этому способствует вертикальное расположение валов (шпинделей). С другой стороны в уплотнения собираются частицы внешней среды (грязь, абразивные частицы, стружка и т. п.). Попадая в зону контакта манжеты с валом, эти частицы застревают в резине и изнашивают вал.

Вместе с этим обеспечение высокой износостойкости вала в условиях абразивного изнашивания требует повышения твердости его поверхности.

Из всего вышесказанного можно сделать вывод, что наилучшие эксплуатационные характеристики уплотнений достигаются в том случае, когда поверхность трения является гладкой, но в то же время имеет масляные карманы для удержания смазки в сопряжении. Проявлению гидродинамического эффекта в сопряжении способствует нанесение на гладкую поверхность вала микрорельефа определенного вида.

Процесс алмазного выглаживания кинематически аналогичен точению, только вместо резца применяется алмазный выглаживатель, который, пластически деформируя поверхностный слой, выравнивает и упрочняет его [5–9].

По сравнению с традиционными методами финишной обработки (тонкое шлифование, хонингование, суперфиниширование, полирование), метод выглаживания имеет ряд преимуществ:

- обеспечивается более эффективное снижение шероховатости заготовки, что позволяет в ряде случаев сокращать количество переходов и операций [10];

- обработанная поверхность характеризуется округлым профилем и относительно большой опорной поверхностью [11];

- поверхностный слой изделий упрочняется, формируется мелкозернистая структура, образуются благоприятные остаточные напряжения сжатия [12; 13].

Указанные преимущества проявляются в улучшении эксплуатационных характеристик изделий: повышении долговечности, износостойкости и усталостной прочности [14].

При обработке поверхностей, работающих в условиях трения, долгое время основным параметром, описывающим требования к микрогеометрии поверхности детали, являлся параметр шероховатости Ra , мкм. Однако, как показывает тенденция развития машиностроения, в настоящее время одного параметра недос-

точно и все чаще к поверхностям деталей машин, работающих в условиях трения, предъявляют требования в виде наличия регулярного микрорельефа.

В работе [6] предложен метод алмазного выглаживания с наложением продольных колебаний (рис. 1), в результате которых на поверхности детали формируется микрорельеф.

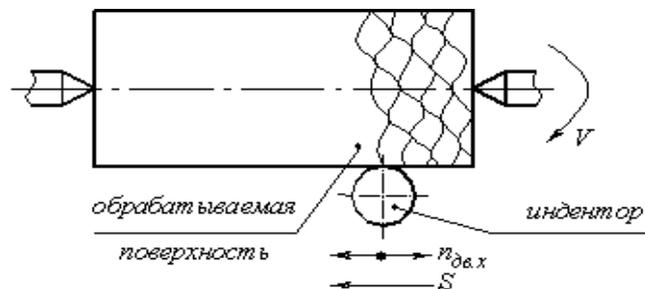


Рис. 1. Схема нанесения микрорельефа алмазным выглаживанием

Согласно экспериментальным и теоретическим исследованиям, приведенным в работах [1; 6], можно классифицировать получаемые микрорельефы при вибровыглаживании на несколько видов (рис. 2). При этом на практике характер микрорельефа зависит от параметров обработки и прежде всего от следующих параметров: S – подача выглаживающего индентора, мм/об; R – радиус индентора, мм; h – глубина внедрения индентора, мм; A – амплитуда колебания инструмента, мм; ω – частота колебаний инструмента, Гц.

Для обеспечения прогнозирования получаемого микрорельефа поверхностей деталей в зависимости от указанных параметров обработки возникает необходимость в разработке математической модели [15–17]. В работах [4; 18; 19] представлен алгоритм построения математической модели построения микрорельефа поверхности, обработанной алмазным выглаживанием, в зависимости от параметров обработки. Ниже (рис. 3–8) показаны результаты расчета математической модели процесса обработки алмазным выглаживанием, позволяющей моделировать рельеф обработанной поверхности в зависимости от параметров и условий обработки.

Для обеспечения регулярного микрорельефа на поверхности детали [4; 20] при усложнении кинематики движения инструмента (придания индентору в процессе выглаживания возвратно-поступательных колебаний вдоль оси обрабатываемой детали) в математическую модель [4] необходимо внести изменение, обеспечивающее изменение траектории движения индентора, описываемое уравнением:

$$\Delta y_{instr} = \frac{1}{2} A \sin(2\pi \cdot \omega t), \quad (4)$$

где Δy_{instr} – корректировка положения инструмента в процессе обработки с учетом совершения колебательных движений, мм; A – амплитуда колебания инструмента, мм; ω – частота колебаний инструмента, Гц.

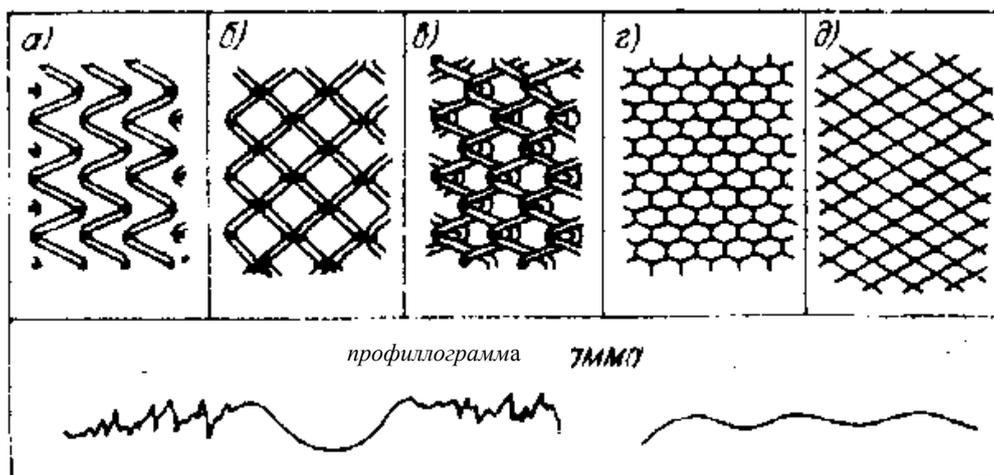


Рис. 2. Схемы и профиллограммы поверхностей с системами канавок (а, б, в) и полностью новым регулярным микрорельефом (г, д), регламентированные ГОСТ 24773-81 поверхности с регулярным микрорельефом

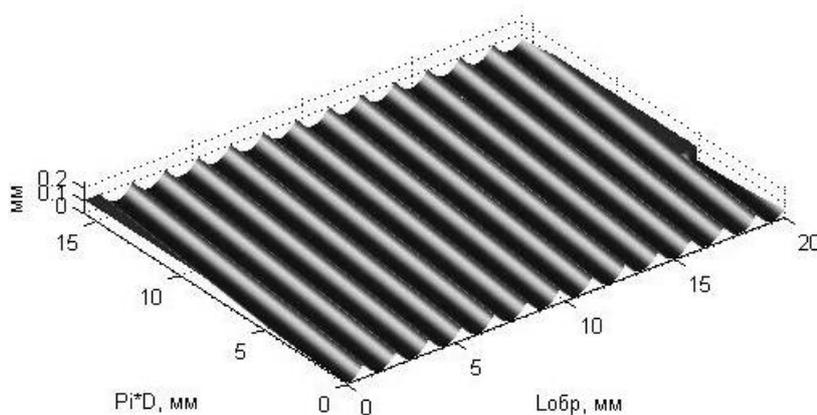


Рис. 3. Пример поверхности, полученной с помощью математической модели, при следующих режимах обработки: $S=1,5$ мм/об; $R=3$ мм; $h=0,1$ мм [4]

Представлены результаты моделирования поверхности обработанной детали в процессе алмазного выглаживания с наложением колебаний (рис. 4). В целом, сопоставляя результаты моделирования (рис. 4) с теоретическими результатами (рис. 2 б), можно судить об адекватности расчетов математической модели. Однако, анализируя фотографии микрорельефа поверхности (рис. 5), обработанной выглаживанием, видно, что для повышения адекватности расчетов необходимо внести в математическую модель алгоритмы, учитывающие микрорельеф исходной поверхности обрабатываемой детали, получаемой на предыдущих операциях.

При математическом моделировании абразивной обработки процесс формообразования целесообразнее рассмотреть как стохастическое воздействие зерен абразивного круга на поверхность обрабатываемой детали [15]. Таким образом, с помощью математической модели можно прогнозировать получаемый микрорельеф на поверхности детали после обработки выглаживанием с наложением колебаний. Так, при частоте колебания индентора, кратной частоте вращения детали, и амплитуде колебаний меньше продольной подачи на поверхности детали формируется

частично регулярный микрорельеф в виде серии паролных волновых канавок (рис. 6). Данный рельеф сопоставим с тем, что приведен в ГОСТ 24773-81 (рис. 2 а).

При амплитуде колебания индентора, равной подаче инструмента, а частоте колебаний индентора, равной частоте вращения детали, но смещенной по фазе на пол-оборота, на поверхности детали формируется частично регулярный микрорельеф в виде касающихся друг друга канавок (рис. 7). Данный рельеф сопоставим с тем, что приведен в ГОСТ 24773-81 (рис. 2 б).

Чтобы обеспечить микрорельеф в виде пересекаемых канавок, необходимо увеличить амплитуду колебания индентора (рис. 8).

Данный рельеф сопоставим с тем, что приведен в ГОСТ 24773-81 (рис. 2 в). Для получения полностью нового регулярного микрорельефа, регламентированного ГОСТ 24773-81, необходимо, чтобы в процессе выглаживания полностью пластически деформировались микронеровности и следы от предыдущей обработки. Это можно обеспечить, увеличив силу прижатия выглаживателя к обрабатываемой поверхности и как следствие – увеличив глубину внедрения инструмента.

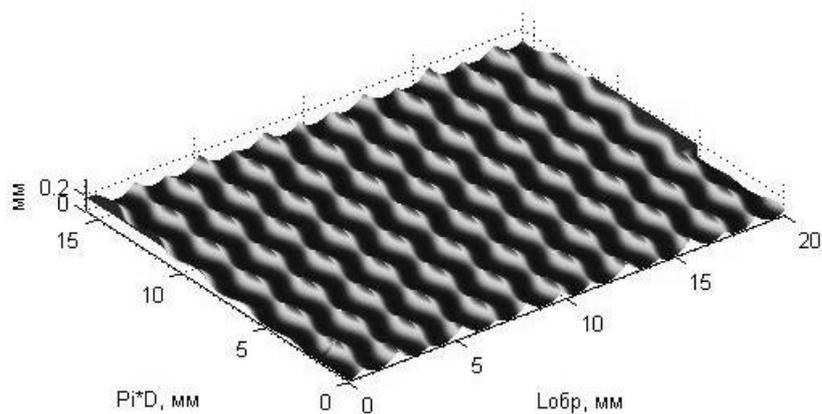
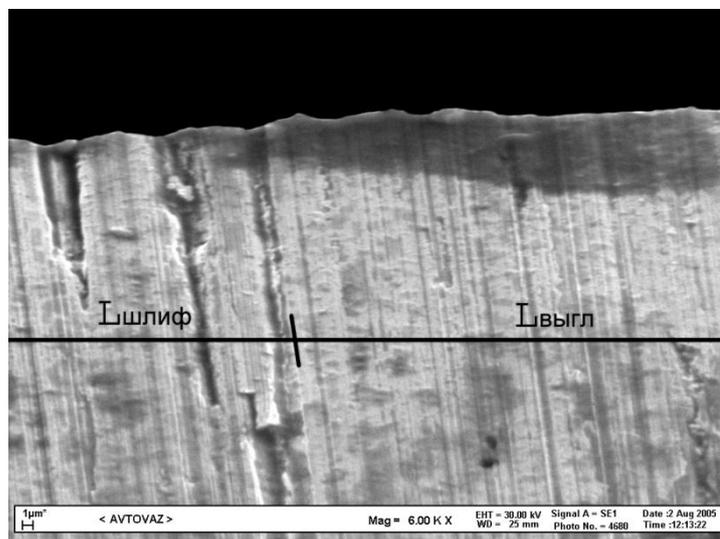
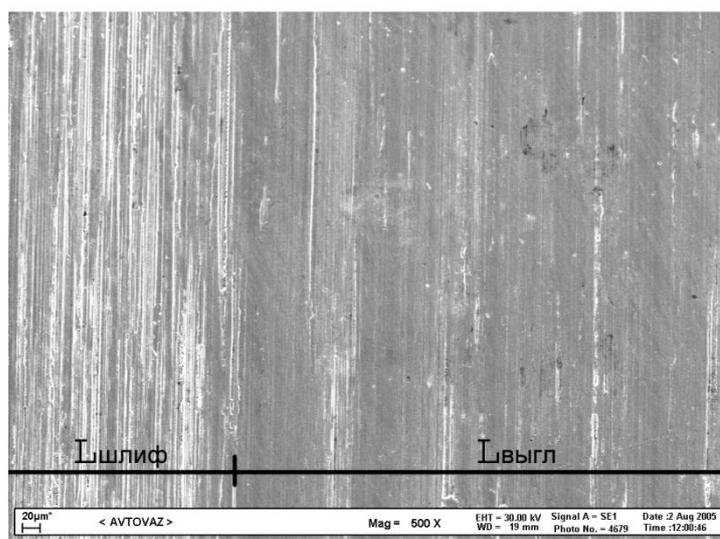


Рис. 4. Пример поверхности, полученной с помощью математической модели, при следующих режимах обработки: $S=1,5$ мм/об; $R=3$ мм; $h=0,1$ мм; $\omega=15$ Гц; $A=0,5$ мм [4]



а



б

Рис. 5. Фотографии микрорельефа выглаженных поверхностей: а – профиль, б – вид сверху

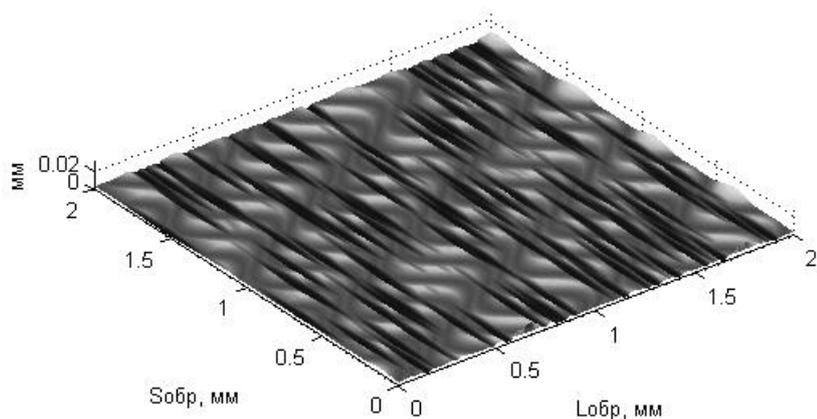


Рис. 6. Пример поверхности, полученной с помощью математической модели процесса выглаживания с учетом технологической наследственности, при следующих режимах обработки: $S=0,15$ мм/об; $R=2$ мм; $h=0,01$ мм; $\omega =15$ Гц; $A=0,15$ мм

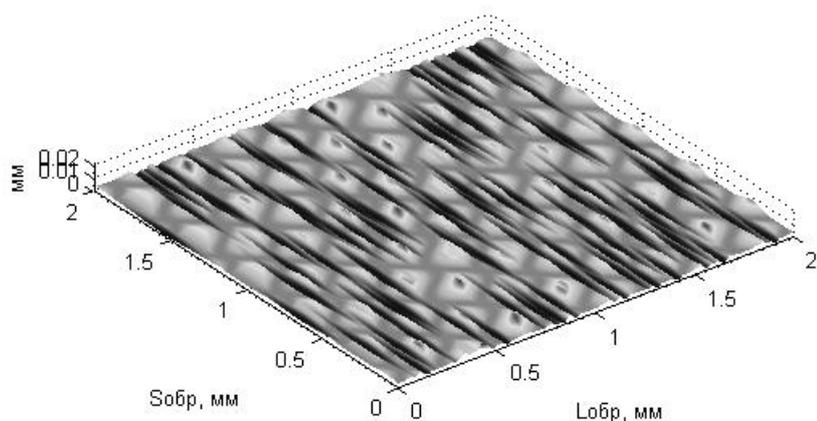


Рис. 7. Пример поверхности, полученной с помощью математической модели процесса выглаживания с учетом технологической наследственности, при следующих режимах обработки: $S=0,15$ мм/об; $R=2$ мм; $h=0,01$ мм; $\omega =14,5$ Гц; $A=0,15$ мм

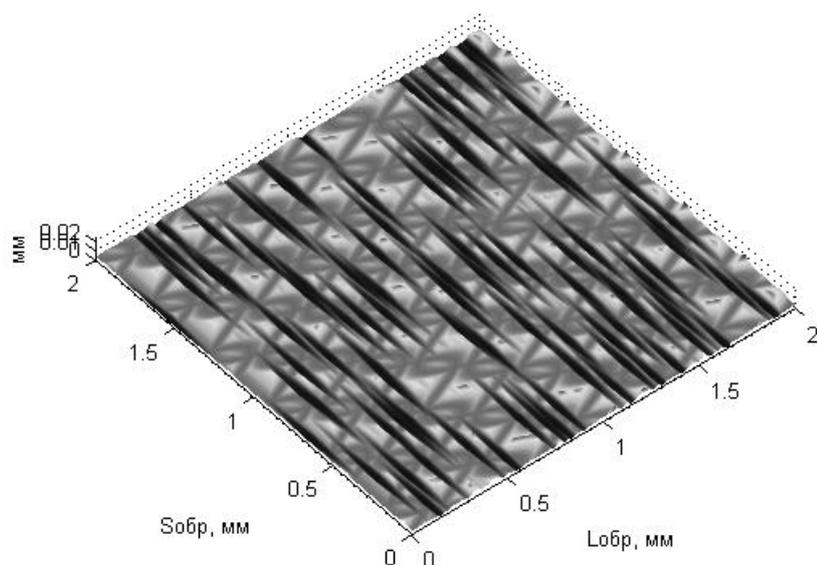


Рис. 8. Пример поверхности, полученной с помощью математической модели процесса выглаживания с учетом технологической наследственности, при следующих режимах обработки: $S=0,15$ мм/об; $R=2$ мм; $h=0,01$ мм; $\omega =14,5$ Гц; $A=0,3$ мм

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Как видно, результаты теоретических исследований, на основе которых разработана математическая модель процесса выглаживания с наложением колебаний, коррелируют с теми, что получены на практике.

При проведении дальнейших исследований предполагается внести в математическую модель ряд алгоритмов, учитывающих упруго-пластические свойства обрабатываемой поверхности.

Проведение научно-исследовательской работы осуществляется при поддержке стипендии Президента Российской Федерации СП-2627.2015.1.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бобровский Н.М. Повышение долговечности наружных поверхностей валов методом выглаживания широким самоустанавливающимся инструментом : автореф. дис. ... канд. техн. наук. М., 1999. 16 с.
2. Бобровский Н.М., Барабанов С.И., Максименко Н.Н., Бобровский И.Н. Оценка качества методов обработки ППД без использования смазочно-охлаждающих жидкостей // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2008. № 56. С. 37–43.
3. Мельников П.А., Селиванов А.С., Хамидуллова Л.Р. Повышение эксплуатационных свойств сальниковых шеек коленчатых валов путем оптимизации технологии изготовления // Объединенный научный журнал. 2003. № 29. С. 15–17.
4. Бобровский Н.М. Выглаживание как способ повышения долговечности пар «Сальник-вал» // Автомобильная промышленность. 2003. № 9. С. 30–31.
5. Горгоц В.Г., Кузнецов В.П., Губанов В.Ф., Ильичев С.А. Оптимизация процесса алмазного выглаживания деталей компрессорной техники // Компрессорная техника и пневматика. 2006. № 8. С. 33.
6. Шнейдер Ю.Г. Технология финишной обработки давлением. СПб.: Политехника, 1998. 413 с.
7. Селиванов А.С., Малышев В.И., Даньшина Е.А. Формирование дислокационной структуры при ультразвуковом алмазном выглаживании стали 08X12N10T // Проведение научных исследований в области машиностроения. Т. 1. 2009. С. 231–236.
8. Селиванов А.С. Технологическое обеспечение шероховатости поверхности, обработанной выглаживанием без применения традиционных смазочных охлаждающих технологических сред // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Технические науки. 2005. № 39. С. 139–146.
9. Кузнецов В.П., Макаров А.В., Осинцева А.Л., Юровских А.С., Саврай Р.А., Роговая С.А., Кирыков А.Е. Упрочнение и повышение качества поверхности деталей из аустенитной стали алмазным выглаживанием на токарном/фрезерном центре // Упрочняющие технологии и покрытия. 2011. № 11. С. 16–26.
10. Бобровский Н.М. Повышение долговечности наружных поверхностей валов методом выглаживания широким самоустанавливающимся инструментом : дис. ... канд. техн. наук. М., 1999. 161 с.
11. Бобровский И.Н., Мельников П.А., Бобровский Н.М., Лукьянов А.А., Ежелев А.В. Технологическое

обеспечение трибологических свойств сальниковых шеек деталей машин // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2012. Т. 14. № 1-2. С. 340–343.

12. Малышев В.И., Селиванов А.С., Петрова А.С. Физические особенности пластической деформации поверхностного слоя при механической обработке в ультразвуковом поле // Сборник научных трудов SWorld. 2012. Т. 7. № 3. С. 36–43.
13. Малышев В.И., Селиванов А.С. Анализ развития пластической деформации в поверхностном слое при ультразвуковом алмазном выглаживании // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2010. Т. 12. № 4-1. С. 233–236.
14. Бобровский Н.М., Бобровский И.Н., Мельников П.А. Определение площади износа рабочей поверхности деталей машин и инструментов // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. 2009. № 1. С. 17–23.
15. Широков А.В. Повышение эффективности шлифования заготовок на основе имитационного моделирования процесса формирования шероховатости поверхности : автореф. дис. ... канд. техн. наук. Ульяновск, 2012. 18 с.
16. Абульханов С.Р., Воронин В.Н., Горяинов Д.С., Денисенко А.Ф., Папшев В.А., Сорокин И.П., Шапошников С.Д. Твердотельное моделирование микрорельефа цилиндрических поверхностей различной кривизны // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2013. Т. 15. № 4-2. С. 303–306.
17. Дьяконов В.П. Matlab: Современное средство математического моделирования процессов. СПб.: Питер, 2001. 553 с.
18. Мельников П.А., Попов А.Н., Липандина Н.В. Моделирование процесса формирования микрорельефа обработанной поверхности при алмазном выглаживании // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. 2010. № 3. С. 112–114.
19. Кузнецов В.П. Методика определения параметров инструмента для упругого выглаживания на основе моделирования нелинейной динамики процесса // Машиностроение и инженерное образование. 2009. № 3. С. 18–26.
20. Кузнецов В.П., Никонов А.Ю., Дмитриев А.И., Псахье С.Г., Макаров А.В. Исследование механизмов наноструктурирования поверхностного слоя при пластическом деформировании скользящим индентором. Моделирование на атомном масштабе // Физическая мезомеханика. 2012. Т. 15. № 3. С. 59–69.

REFERENCES

1. Bobrovsky N.M. *Povishenie dolgovechnosti naruzhnikh poverkhnostey valov metodom viglazhivaniya shirokim samoustanavlivayushchimsya instrumentom*. Avtoref. diss. kand. tekhn. nauk [Improvement of life time of outer surfaces of shafts using the method of burnishing with the extended self-adjusting tool]. Moscow, 1999, 16 p.
2. Bobrovsky N.M., Baranov S.I., Maksimenko N.N., Bobrovsky I.N. Estimation of quality of method forming manufacture without using of lubricoolant. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN*, 2008, no. 56, pp. 37–43.

3. Melnikov P.A., Selivanov A.S., Khamidullova L.R. Improvement of performance characteristics of gland journals of crankshafts using the optimizing of production technology. *Obyedinennyi nauchnyi zhurnal*, 2003, no. 29, pp. 15–17.
4. Bobrovsky N.M. Burnishing as a method of life time improvement of “Gland - shaft” couples. *Avtomobilnaya promishlennost*, 2003, no. 9, pp. 30–31.
5. Gorgots V.G., Kuznetsov V.P., Gubanov V.F., Ilyichev S.A. Optimization of the process of diamond burnishing of parts of compressor machines. *Kompressornaya tekhnika i pnevmatika*, 2006, no. 8, p. 33.
6. Sheyder Yu.G. *Tekhnologiya finishnoy obrabotki davleniem* [Technology of finishing pressure processing]. S. Peterburg, Politehnika publ., 1998, 413 p.
7. Selivanov A.S., Malyshev V.I., Danshina E.A. Development of dislocation structure during the diamond burnishing of 08X12H10T steel. *Rrovedenie nauchnikh issledovaniy v oblasti mashinostroeniya*, 2009, vol. 1, pp. 231–236.
8. Selivanov A.S. Technology support of surface roughness processed by burnishing without using of customary lubricating cooling process media. *Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya Tekhnicheskije nauki*, 2005, no. 39, pp. 139–146.
9. Kuznetsov V.P., Makarov A.V., Osintseva A.L., Yurovskikh A.S., Savrai R.A., Rogovaya S.A., Kiryakov A.E. The increase of strength and surface quality of austenitic stainless steel parts by diamond burnishing on the turning/milling center. *Uprochnyayushchie tekhnologii i pokrytiya*, 2011, no. 11, pp. 16–26.
10. Bobrovsky N.M. *Povishenie dolgovechnosti naruzhnikh poverkhnostey valov metodom viglazhivaniya shirokim samoustanavlivayushchimsya instrumentom*. Diss. kand. tekhn. nauk [Improvement of life time of outer surfaces of shafts using the method of burnishing with the extended self-adjusting tool]. Moscow, 1999, 161 p.
11. Bobrovskiy I.N., Melnikov P.A., Bobrovskiy N.M., Lukyanov A.A., Ezhelev A.V. Technological support of tribological properties of machines details omental necks. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN*, 2012, vol. 14, no. 1-2, pp. 340–343.
12. Malyshev V.I., Selivanov A.S., Petrova A.S. Physical characteristics of plastic deformation of surface layer during mechanical processing in ultrasonic field. *Sbornik nauchnikh trudov Sworld*, 2012, vol. 7, no. 3, pp. 36–43.
13. Malyshev V.I., Selivanov A.S. Analysis of plastic deformation on the surface in the process of ultrasonic diamond burnishing. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN*, 2010, vol. 12, no. 4-1, pp. 233–236.
14. Bobrovskiy N.M., Bobrovskiy I.N., Melnikov P.A. Definition of deterioration area on machine component and tools. *Vektor nauki Tolyattinskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2009, no. 1, pp. 17–23.
15. Shirokov A.V. *Povishenie effektivnosti shlifovaniya zagotovok na osnove imitatsionnogo modelirovaniya protsessa formirovaniya sherokhovatosti poverkhnosti*. Avtoref. diss. kand. tekhn. nauk [Improvement of effectiveness of blank parts grinding on the basis of imitation modeling of the process of surface roughness development]. Ulyanovsk, 2012, 18 p.
16. Abulkhanov S., Voronin V., Goryainov D., Denisenko A., Papshev V., Sorokin I., Shaposhnikov S. Macrorelief solid-state modeling of different curvature cylindrical surfaces. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN*, 2013, vol. 15, no. 4-2, pp. 303–306.
17. Dyakonov V.P. *Matlab: sovremennoe sredstvo matematicheskogo modelirovaniya protsessov* [Matlab: Modern means of mathematical modeling of processes]. S. Peterburg, Piter publ., 2001, 553 p.
18. Melnikov P.A., Popov A.N., Lipandina N.V. Simulation of forming microrelief treated with diamond surface smoothin. *Vektor nauki Tolyattinskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2010, no. 3, pp. 112–114.
19. Kuznetsov V.P. Method of equipment parameter determination for the detail elastic burnishing on the basis of nonlinear dynamics modeling of the process. *Mashinostroenie i inzhenernoe obrazovanie*, 2009, no. 3, pp. 18–26.
20. Kuznetsov V.P., Mikonov A.Yu., Dmitriev A.I., Psakhie S.G., Makarov A.V. Nanostructuring mechanisms of a surface layer under plastic deformation with a gliding indenter. Atomic scale simulation. *Fizicheskaya mezomekhanika*, 2012, vol. 15, no. 3, pp. 59–69.

**MATHEMATICAL MODEL OF FORMING OF MICRORELIEF OF SHAFT JOURNAL
WHILE PROCESSING BY DIAMOND BURNISHING**

© 2015

P.A. Melnikov, candidate of technical sciences, Associate Professor
A.N. Pahomenko, candidate of technical sciences, Associate Professor
A.A. Lukyanov, undergraduate student
Togliatti State University, Togliatti (Russia)

Keywords: surface plastic deformation; burnishing; simulation of processed surface; microrelief; shaft journal.

Abstract: The performance characteristics of the products are determined considerably by the technology process of their production. Modern machine industry sets the requirements to the parts surfaces operating in the friction conditions and the availability of regular microrelief. This work offers the technology and the mathematical model for calculation of the microrelief of processed surface of shaft journal for the cup-type seal. While studying the cup-type seal – shaft friction couple, the main causes for its wear were determined.

The authors considered the schemes of applying of regular microrelief using diamond burnishing and the schemes and profilograms of surfaces with obtained grooves systems. The authors classified the microreliefs obtained in the result of vibro-burnishing and determined the dependence of microrelief nature on the processing parameters.

According to the mechanical engineering development trend, the authors proposed the change from one parameter describing requirements to the part's surface microgeometry to the requirement in the form of regular microrelief availability.

The article shows the results of the mathematical model calculation of the diamond burnishing processing which allows to simulate the relief of processed surface depending on the parameters and processing conditions.

The authors obtained the results of simulation of processed part during diamond burnishing with mode superposition. Comparing the simulation results with the theoretical results, it is possible to estimate the adequacy of mathematical model calculations.

The authors made the conclusions on the possibility of using a mathematical model to estimate the obtained microrelief on the part surface after the burnishing with the mode superposition. The results of theoretical research which are used as the base for mathematical model of the burnishing process with the mode superposition correlate with those obtained in reality.