

УДК 621.787.4

## ПРЕДПОСЫЛКИ К СОЗДАНИЮ ТЕХНОЛОГИИ ЗАЩИТЫ И ИДЕНТИФИКАЦИИ ИЗДЕЛИЙ СПОСОБОМ ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ МОДИФИКАЦИИ ПОВЕРХНОСТЕЙ

© 2013 И.Н. Бобровский, Н.М. Бобровский, А.В. Ежелев, П.А. Мельников

Тольяттинский государственный университет

Поступила в редакцию 27.03.2012

Обозначены масштабы проблемы незаконного копирования продукции в машиностроении стран мира. Выполнена оценка существующих способов защиты покупателей от контрафактной продукции. Определены признаки технологии защиты и идентификации изделий для эффективной защиты от незаконного копирования. Приведены существующие технические решения в области нанесения микрорельефа с помощью поверхностно-пластического деформирования.

Ключевые слова: защита, потребитель, контрафактная продукция, микрорельеф, параметры шероховатости.

Защита от незаконного копирования продукции сторонними производителями актуальна для всех производственных предприятий на территории России и всего мира. Известно, что доля контрафактной продукция составляет более 60% от общего объема товаров промышленности реализованной на территории РФ. В развитых странах Евросоюза ситуация кардинально не отличается, только в Германии экономический ущерб в машиностроении от контрафактной продукции оценивается в 4,5 млрд. Евро в год (например, около 40 тонн контрафактных подшипников качества стоимостью около 8 млн. ЕВРО было уничтожено двумя лидерами подшипникового рынка, компаниями SKF и Schaeffler Gruppe, на территории завода FAG в Швайнфурте).

Проблема контрафактной продукции особенно остро возникает как для производителей массовой продукции – автомобильных комплектующих и запасных частей, где объем реализованной контрафактной продукции превышает объемы официальных производителей, так и для производителей авиационной техники – наличие даже одного контрафактного изделия в воздушном судне может привести к трагическим последствиям, например по данным Ространснадзора при плановой проверке одного из поставщиков оценка аутентичности показала, что из 4966 компонентов 526 составляют не аутентичных изделия, в отношении которых при изготовлении, очевидно, не проводился никакой контроль по качеству получаемой продукции.

Разработка технологии идентификации изделий с целью защиты потребителя от покупки контрафактной продукции

*Бобровский Игорь Николаевич, начальник лаборатории. E-mail: Bobri@yandex.ru*

*Бобровский Николай Михайлович, доктор технических наук, доцент. E-mail: bobr@aport2000.ru*

*Ежелев Андрей Викторович, аспирант. E-mail: Bobri@yandex.ru*

*Мельников Павел Анатольевич, кандидат технических наук, старший научный сотрудник. E-mail: topavel@mail.ru*

контрафактной продукции актуальна для всех областей промышленности. Существует множество способов защиты от поддельной продукции, однако все они имеют технологические недостатки, не позволяющие реализовывать право покупателей на качественную и сертифицированную продукцию:

- стоимость проведения операции для защиты от подделки превышает возможности производителя;

- стоимость подделки защищённой технологии настолько низка, что применение такой технологии экономически не оправдано.

Существующие методы не способны полностью защитить продукцию от незаконного копирования, известный метод нанесения стикеров с уникальным кодом на каждое изделие не является эффективным. Существуют новейшие системы защиты от копирования посредством нанесения стикера с уникальным кодом на каждое изделие с одновременным занесением его в базу данных при первичном обращении покупателя за информацией по данному коду информирующей о оригинальности изделия, если код еще не передавался или сообщающей о подделке, если код уже был передан ранее или не существует. Однако достаточно лишь скопировать алгоритм подбора кодовых цифр или выпускать поддельную продукцию на несколько дней или месяцев раньше, чем выйдет оригинальная продукция с одинаковым набором номеров, тогда произойдет подмена поддельной и оригинальной продукция и производитель получит дополнительные убытки.

Известен способ получения оптической информации и преобразование ее в текстовую с помощью QR-кода. Основное достоинство QR-кода – это легкое распознавание сканирующим оборудованием (в том числе и фотокамерой мобильного телефона), что дает возможность использования в торговле, производстве, логистике (возможное кодирование – 2953 байта информации).



**Рис. 1.** Пример QR-кода, содержащий ссылку на сайт

Стикеры с подобным рисунком, в качестве средства защиты от копирования имеют те же недостатки, что и описанный выше метод с использованием “уникального” номера изделия.

Необходимо создание технологии совмещающей процесс обработки и защиты изделия с приданием изделию качественно новых характеристик влияющих как на эксплуатационные, так и на эстетические качества изделия.

Топографическая модификация поверхности с нанесением микрорельефа является наиболее перспективным решением проблемы контрафактной продукции. Целью предлагаемой технологии является нанесение на изделие идентификатора являющегося неотъемлемой частью поверхности. Общеизвестно понятие “шероховатость поверхности” представляющее собой характеристику хаотичного рельефа поверхности детали. С помощью предлагаемой технологии будет возможно заменить хаотичную текстуру поверхности на регулярный рельеф, для получения различных характеристик поверхности.

Технология топографической модификации поверхности позволит решить две задачи:

1) защитить продукцию оригинального производителя от нежелательного копирования посредством нанесения уникального идентификатора на определенный участок поверхности с закодированной информацией;

2) повысить качество обрабатываемой продукции и долговечность всего изделия, за счет получения не хаотичных, а предварительно определенных характеристик микрорельефа коррелируемых с функциональными требованиями к конкретной поверхности.

Суть предлагаемого способа в том, что идентификатор позволяющий установить оригинальность изделия является неотъемлемой частью поверхности, не разрушая целостность поверхности детали невозможно его изменить. Идентификатор остается неизменным в течении всего срока эксплуатации детали. Нанесение идентификатора возможно как на отдельный нефункциональный участок поверхности, так и включение его в микрорельеф основной области детали.

Необходимо, чтобы разрабатываемая технология обладала следующими параметрами:

- В наносимом микрорельефе должна содержаться информация, позволяющая идентифици-

ровать изделие с помощью существующих или специальных технических средств.

- Должна быть создана возможность технологического обеспечения и управления образованием не только стандартизованных параметров, но и других, весьма информативных, определяющих служебные свойства поверхностей параметров числа выступов и впадин на единицу площади, длины профиля, радиусов выступов и впадин неровностей и др.

- Способ должен быть универсален, производителен, стабилен во времени, прост в осуществлении, экономичен.

- Создаваемый микрорельеф должен быть высокооднородным по форме, размерам и взаиморасположению выступов и впадин [3].

- Форма, размер и взаиморасположение неровностей микрорельефа должны быть функционально связаны с параметрами режима обработки, что предопределяет возможность аналитических расчетов параметров микрорельефа — при решении прямой задачи и параметров режима — при решении обратной задачи.

- Способ должен обеспечивать возможность точного и в больших пределах варьирования значений параметров микрорельефа, определяющих форму, размер и взаиморасположение, т. е. он должен быть управляемым.

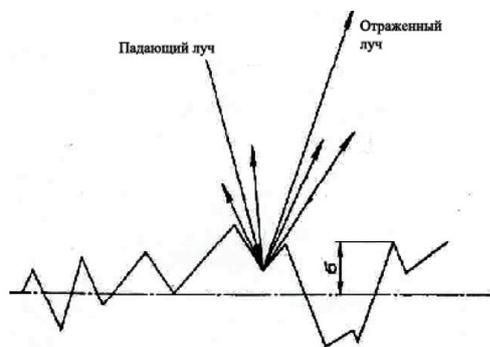
- Необходимо предусмотреть возможность независимого регулирования — управления образованием регулярного микрорельефа с различными параметрами: изменение значений высотных параметров не должно приводить к изменению шаговых параметров или взаиморасположения неровностей.

Анализ информации заложенной в микрорельеф обрабатываемой детали возможно, т.к. абсолютно гладких поверхностей в природе не бывает, следовательно, возможно кодирование информации с помощью технологии топографической модификации поверхности как механически – топографическая характеристика микрорельефа, так и с помощью степени и интенсивности отражения лучей с поверхности имеющий микрорельеф. Наличие микрорельефа существенно влияет на характеристики отражения поверхности и возможно создание микрорельефа поверхности позволяющего закодировать определенный набор информации, определяемый производителем продукции (идентификатор).

Если неровности велики по сравнению с длиной волны, то они играют роль маленьких зеркал, отражающих свет в различных направлениях. Результирующее распределение интенсивности определяется законами геометрической оптики. Вследствие многократных отражений от неровностей полное отражение может быть меньше, чем при отражении от абсолютно гладкой или высокогладкой поверхности того же материала. Если неровности поверхности весьма малы по сравнению с длиной волны, то их форма не влияет на наблюдаемое зеркальное отражение, значение имеет лишь высота выступов и глубина

впадин относительно среднего уровня.

Отсутствие до сих пор возможности создания поверхностей, форма неровностей которых при одинаковой их высоте варьировалась бы в значительных пределах, не позволяло с достаточной точностью выявить зависимости между формой неровностей отражающих поверхностей и их отражательной способностью.



**Рис. 2.** Схема получения информации с помощью отражений от поверхностей микрорельефа

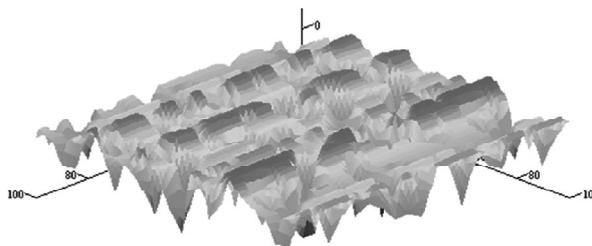
Проведение исследований в данном направлении позволит создать способ защиты и идентификации изделий с помощью топографической модификации поверхностей. Необходимо определить каким образом используя эффект отражения лучей можно закодировать требуемую информацию на небольшом участке поверхности.

В предлагаемой к разработке технологии защиты и идентификации изделий способом топографической модификации поверхностей предусмотрено получение с помощью универсального распознающего инструмента информации, представляющей собой комбинации букв и цифр, зашифрованной может быть любая информация, например место и время изготовления изделия или любые другие данные.

Изменить заложенную с помощью технологии топографической модификация информацию невозможно без необратимого повреждения поверхности изделия, что можно будет определить, как и без специальных устройств “невооруженным взглядом”, так и на ощупь.

В процессе проведения работы необходимо определить технические параметры устройства позволяющего считывать графическую информацию образованную отражающими лучами с поверхности изделия с нанесенным микрорельефом, при этом необходимо, чтобы информация, закодированная с помощью технологии топографической модификации могла считываться цифровыми фотокамерами, что предопределяет возможность распространения данной технологии.

Существующий уровень развития вычислительной техники позволяет успешно прогнозировать и формировать ожидаемый микропрофиль поверхности после обработки в зависимости от заданных параметров.

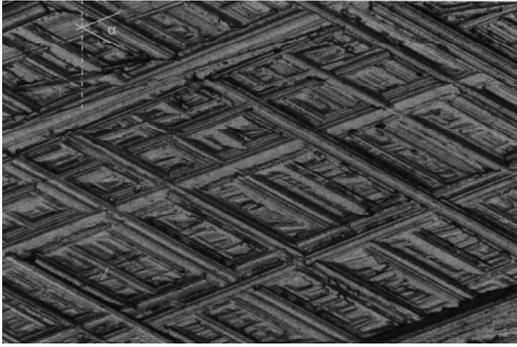


**Рис. 3.** Пример смоделированного в программе обработанного участка поверхности

Одним из ярких примеров возможности применения разрабатываемой технологии может служить поверхность цилиндров ДВС. Чаще всего в ДВС используется рабочая поверхность цилиндров из серого чугуна с шаровидным графитом, серого чугуна с пластинчатым графитом и серого чугуна с вермикулярным графитом. Основными признаками этих материалов являются хорошие антифрикционные свойства, высокая структурная прочность, высокая демпфирующая способность, хорошая обрабатываемость и сравнительно низкие производственные затраты. Трибосистема образуется из таких компонентов, как “рабочая поверхность цилиндра”, “смазочный материал”, “комплект поршневых колец”. Соответствующие состояния трения зависят от таких условий как относительная скорость, параметры смазочного материала, нормальная сила. Они определяются расчетами параметров конструкции и рабочим режимом. Поэтому большое значение имеет макро- и микрогеометрия рабочей поверхности цилиндра. Микрогеометрия определяется функционально-значимыми параметрами шероховатости поверхности и их допусками. Таким образом, микрорельеф описывается формой профиля и величиной изменения профиля в пределах измерительного участка.

Например, известен опыт нанесения микрорельефа на поверхность цилиндра ДВС для повышения трибологических характеристик поверхности [4]. Объем аккумулируемого масла определяется глубиной профиля и расстоянием между выступами профиля. Однако, чтобы обеспечить достаточный запас смазочного масла на всех участках рабочей поверхности, требуется такая структура впадин, которая способна обеспечить равномерное распределение смазочного материала по цилиндру в продольном и радиальном направлениях. За счет одновременного колебательного возвратно-поступательного и вращательного движения хонинговального бруска образуются прямолинейные, пересекающиеся следы хода хонинговального бруска, рис. 4.

Необходимо определить, какими параметрами необходимо оперировать при первоначальной разработке технологии? Широко применяемые в настоящее время в отечественной промышленности классические параметры Ra, Rz, tr являются недостаточными для данной задачи. Сред-



**Рис. 4.** Угол поперечной насечки  $\alpha$  на поверхности, обработанной керамическим хонинговальным бруском

неквадратичное отклонение профиля микронеровностей  $R_q$  и  $\sigma$  – так же как среднеарифметическое отклонение профиля  $R_a$  – почти не дает информации о форме профиля. Использование параметра  $R_t$  постоянно остается уязвимым, поскольку, особенно применительно к чугунам, шероховатость обработанной поверхности сильно зависит от самого материала, например, от усадочных раковин и скоплений графита. Применение параметра  $R_z$  (высота неровностей по десяти точкам) уменьшает влияние материала. Однако, необходимо применения широко используемых сегодня в европейский и американской промышленности параметров: приведенная высота выступа профиля  $R_{pk}$ , опорная длина профиля шероховатости  $R_k$  и приведенная глубина впадин  $R_{vk}$ . Они делают возможной дифференцированную оценку профиля шероховатости на разной глубине сечения. Особое значение имеет приведенная высота выступов  $R_{pk}$ . Она позволяет характеризовать составляющие профиля, контактирующие с внешней поверхностью. Максимально низкое значение  $R_{pk}$  предпочтительнее при смешанном трении. Его нужно добиваться не путем износа в процессе приработки изделия, а еще на этапе обработки. Ввиду этой триботехнической функции величина  $R_{pk}$  должна иметь одностороннее ограничение по максимуму, например,  $R_{pk} \leq 0,30$  мкм. Величина  $R_{pk}$ , например имеет решающее значение для объема удерживаемого масла, который формируется преимущественно за счет структуры глубоких впадин как элемента общего профиля шероховатости. Величина  $R_{vk}$  должна иметь двусторонние установленные допуски. Изменение данных параметров будет непосредственно влиять на информацию заложенную в идентификаторе и позволит регулировать объем и содержание данной информации.

В перспективе вышеизложенных положений процесс при поиске оптимального обрабатываемого процесса, который станет основой разрабатываемой технологии хонингование имеет весомый недостаток: все значения параметров шероховатости подвержены разбросам, которые в

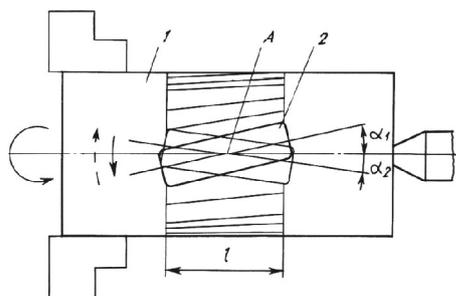
силу прилипших микрочастиц, деформации поверхности материала, усадочных раковин и включений графита – накладываются на геометрически идеально сформированные бороздки. На возникновение этих отклонений в процессе хонингования можно влиять лишь весьма ограниченно и потому их нельзя исключать. Наряду с параметрами шероховатости оценке подлежат также отклонения от геометрического профиля поверхности и состояние краевой зоны. Это может быть отслаивание или смятие материала. При анализе характера шлифованной поверхности также оценивают глубину деформации краевой зоны. Подвергнуть ее объективному анализу нельзя, так как нет пригодного для применения на практике параметра. Фотосъемка, оптические методы отображения или непосредственное визуальное наблюдение поверхности через угловой микроскоп позволяют дать только субъективную оценку состояния микрорельефа. Однако следует заметить, что чем тоньше обработка поверхности, тем меньше отслаивание, смятие пластинчатого графита и глубина деформации краевой зоны.

Применение обработки поверхностно-пластическим деформированием (ППД) позволит избежать недостатков присущих хонингованию [1]. Существуют предпосылки к созданию устройства для обработки ППД позволяющих получить в процессе обработки определённые характеристики микрорельефа [2].

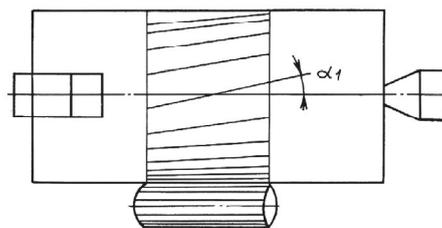
В Тольяттинском государственном университете разработан способ обработки поверхностно-пластическим деформированием. Изобретение относится к машиностроению и может быть использовано для отделочно-упрочняющей обработки поверхностным пластическим деформированием деталей машин типа тел вращения относительно небольшой длины, например сальников. Цель изобретения – повышение износостойкости трущихся поверхностей за счет образования регулярного рельефа в виде наклонных канавок, при этом детали сообщают вращение, а цилиндрический инструмент прижимают к обрабатываемой поверхности с усилием деформирования и осуществляют его покачивание вокруг оси, проходящей по нормали к обрабатываемой поверхности через центр пятна контакта инструмента с деталью, отличающийся тем, что, с целью повышения износостойкости трущихся поверхностей за счет образования регулярного рельефа в виде наклонных канавок, осуществляют поворот цилиндрического инструмента в сторону наклона канавок, а угол поворота выбирают больше предельного угла покачивания инструмента в другую сторону, при этом усилие деформирования обеспечивают постоянное.

На рис. 5 представлена схема, поясняющая предлагаемый способ обработки; на рисунке 6 – то же, вид сверху.

В процессе обработки детали 1 задают вращение, а ось инструмента 2 поворачивают отно-



**Рис. 5.** Способ обработки ППД, позволяющий наносить микрорельеф на поверхность детали



**Рис. 6.** Вид сверху на обрабатываемую поверхность и цилиндрический инструмент для обработки ППД

сительно оси детали вокруг оси, проходящей по корням через точку А, являющуюся центром пятна контакта. Качая инструмент, его поворот в одну сторону осуществляют на угол  $\alpha_1$ , который превышает угол поворота инструмента  $\alpha_2$  в другую сторону.

Например, по предлагаемому способу производится обработка цилиндрической детали из стали 40Х твердостью НВ180 цилиндрическим инструментом радиусом 1 мм, длина инструмента 12 мм, величина прикладываемой силы 3200 Н. Величина угла качения  $\alpha_1 = 15^\circ$ , а величина угла качения  $\alpha_2 = 7,5^\circ$ . Диаметр заготовки 50 мм, частота вращения детали 60 об/мин. Частота качаний инструмента 50 гц.

В результате обработки образован рельеф на поверхности детали в виде наклонных под углом  $15^\circ$  к оси детали канавок. Расстояние между канавками (шаг) рельефа составило 3,1 мм. Глубина канавок составила 0,025 мм.

Предлагаемый способ позволит повысить износостойкость уплотнительных узлов, поскольку наряду с упрочнением реализуется эффект гидродинамического трения.

В заключение необходимо отметить, что существует объективная необходимость в разработ-

ке технологии защиты и идентификации изделий и разрабатываемая технология может базироваться на одном из существующих способов обработки поверхности – поверхностно-пластическом деформировании.

*Работа выполняется при поддержке федеральной целевой программы “Научные и научно-педагогические кадры инновационной России” на 2009-2013 годы.*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бобровский Н.М., Мельников П.А., Бобровский И.Н., Ежелев А.В., Лукьянов А.А. Исследование влияния режимов обработки на шероховатость поверхности закаленных валов в условиях массового производства // Современные проблемы науки и образования, 2011. URL: [www.science-education.ru/99-4791](http://www.science-education.ru/99-4791) (дата обращения 20.02.2012).
2. Петросов В.В., Малкин В.С., Казаков В.М. Повышение долговечности и надежности деталей автомобилей гидродробеструйным методом // Научн.-техн. конф.: Надежность механических систем. 1995. С. 34-37.
3. Шнейдер Ю.Г. Эксплуатационные свойства деталей с регулярным микрорельефом. 2-е изд., перераб. и доп. Л.: Машиностроение Ленингр. отд-ние, 1982. - 248 с.
4. Gerhard F., Tobias A., Ulrich K. Functionally Adapted Final Machining for Cylinder Bores Made of Cast Iron / MTZ. 2007. № 3. Pp. 180-185.

#### PRECONDITIONS TO CREATION OF PROTECTION TECHNOLOGY AND PRODUCTS IDENTIFICATION BY WAY OF TOPOGRAPHICAL UPDATING OF SURFACES

© 2013 I.N. Bobrovskiy, N.M. Bobrovskiy, A.V. Egelev, P.A. Melnikov

Togliatti State University

Scales of illegal copying problem of production in mechanical engineering of the world countries are designated. The assessment of buyers protection existing ways from counterfeit production is completed. Signs of protection technology and identification of products for effective protection against illegal copying are defined. Existing technical solutions in the field of microrelief drawing by means of superficial and plastic deformation are given.

Key words: protection, consumer, counterfeit production, underfeature, roughness parameters.

Igor Bobrovskiy, Chief Of Laboratory. E-mail: [Bobri@yandex.ru](mailto:Bobri@yandex.ru)

Nikolay Bobrovskiy, Doctor of Technics, Associate Professor. E-mail: [Bobri@yandex.ru](mailto:Bobri@yandex.ru)

Andrey Egelev, Graduate Student. E-mail: [Bobri@yandex.ru](mailto:Bobri@yandex.ru)

Pavel Melnikov, Candidate of Technics, Senior Research Fellow. E-mail: [topavel@mail.ru](mailto:topavel@mail.ru)