

4. Программа автоматизированного контроля микрогеометрии поверхностей с помощью непараметрических критериев / Е. А. Филимонова, В. А. Валетов. Рег. № 2011613843. 18.05.2011.

*Сведения об авторах*

- Вячеслав Алексеевич Валетов** — д-р техн. наук, профессор; Университет ИТМО, кафедра технологии приборостроения, Санкт-Петербург; E-mail: valetov.v@mail.ru
- Елена Алексеевна Филимонова** — Университет ИТМО, кафедра технологии приборостроения, Санкт-Петербург; инженер-исследователь; E-mail: chiffa44@gmail.com

Рекомендована кафедрой  
технологии приборостроения

Поступила в редакцию  
09.04.14 г.

УДК 621.81.004.17: 620.191.355.001.5

Д. Б. ЛЕОНОВ, А. Ю. ИВАНОВ

## ВОЗДЕЙСТВИЕ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ

С использованием непараметрических критериев оценки и контроля шероховатости поверхностей проведено исследование эксплуатационных свойств (коррозионной стойкости и адгезии лакокрасочных покрытий) поверхности.

**Ключевые слова:** шероховатость поверхности, непараметрические критерии, коррозионная стойкость, адгезия.

**Введение.** Ко многим деталям машин предъявляются высокие требования по хранению и эксплуатации в разных климатических условиях. В связи с этим поверхности деталей необходимо надежно изолировать от воздействия агрессивных сред, которое может привести к возникновению коррозии и к ухудшению качества деталей (снижению надежности и долговечности). Необходимость обеспечения коррозионной защиты обуславливает целесообразность исследования качества поверхностного слоя деталей.

Получаемый нерегулярный профиль поверхности в основном содержит случайную составляющую (вследствие влияния множества факторов в процессе формирования шероховатости поверхности), которая не позволяет проводить полную оценку микрогеометрии поверхности с использованием всего лишь одного числового параметра. Обоснованное таким образом допущение, согласно которому шероховатость поверхности — реализация случайного поля, доказывает целесообразность применения так называемого непараметрического метода [1—3] для оценки шероховатости. В основе этого метода лежит использование в качестве критериев графических изображений различных функций — функции распределения и плотности распределения ординат профиля и тангенсов углов наклона профиля.

**Исследуемый образец и постановка эксперимента.** В качестве объекта исследования был использован стальной корпус детали типа „труба“, технологический процесс получения которой включает обработку точением, проводимую при разных режимах резания.

С целью выявления влияния шероховатости поверхности на ее функциональные свойства (коррозионную стойкость и адгезию лакокрасочного покрытия) был проведен эксперимент:

—из материала Сталь 40 были изготовлены одинакового размера образцы (три группы по 10 штук), но с разной шероховатостью поверхности. Различная шероховатость достигалась использованием разных режимов технологической обработки;

- с поверхности всех образцов были сняты данные о шероховатости, после обработки которых были получены стандартные параметры шероховатости и их оценки на основе непараметрических критериев;
- все образцы были подвергнуты одинаковому функциональному воздействию с фиксированием полученных результатов;
- для каждого функционального свойства поверхности был проведен процесс оптимизации, построенный в соответствии с теорией планирования эксперимента;
- были получены эталонные шероховатости поверхности, контроль которых было предложено проводить с использованием непараметрических критериев.

#### Результаты и методы исследования

*Коррозионная стойкость.* Образцы (по 5 из каждой группы) погружались в 3 %-ный раствор NaCl на 10 мин с последующей просушкой. Затем проводилась оценка состояния поверхности образцов согласно ГОСТ 9.908-85 [4], путем замера площади каждого пятна предполагаемой коррозии.

После трех циклов погружения и просушки были получены следующие результаты для образцов:

- 1-я группа — пятна занимали 5,5 % от исследуемой поверхности;
- 2-я — 2,8;
- 3-я — 0,5 %;

Чтобы установить факт коррозии, на образцы наносили специальный раствор [4]. При наличии коррозии исследуемое место меняло цвет с розового на красный. При отсутствии коррозии цвет не менялся.

*Адгезия лакокрасочного покрытия.* Исследовались оставшиеся 15 образцов. Согласно требованиям по формированию адгезионного контакта между пленкой краски и подложкой [5], поверхность образцов перед нанесением покрытия была обезжирена и промыта. На внешнюю поверхность образцов был нанесен эмалевый лак комбинированный карбамидный.

После нанесения покрытия согласно ГОСТ 15140-78 [6] проверка качества адгезии проводилась с использованием метода решетчатых надрезов исследуемой поверхности образца (рис. 1; 1-я группа — 3 балла, 2-я — 4, 3-я — 2).

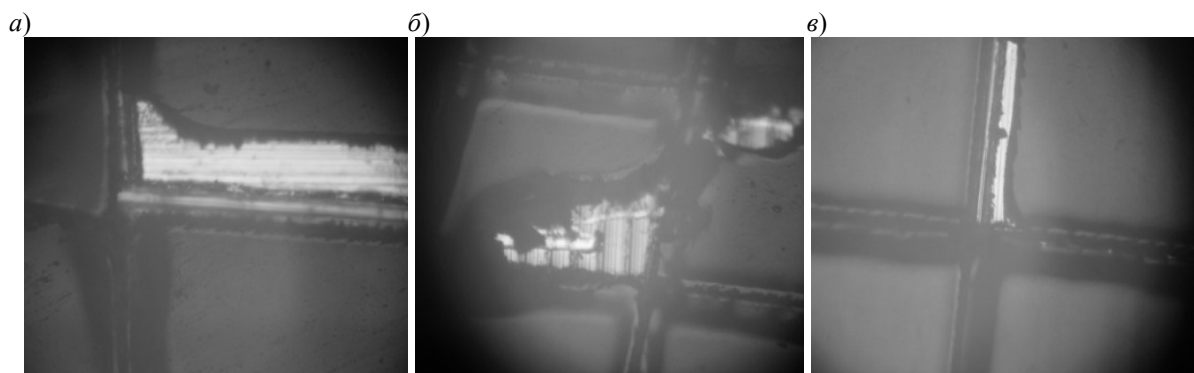


Рис. 1

Полученные результаты позволили продолжить исследование влияния шероховатости на функциональные свойства поверхности.

**Анализ полученных результатов.** На этом этапе была использована теория планирования эксперимента [7]. Оптимизация проводилась путем определения наилучшего уровня функционального воздействия на поверхность детали, изготовленной из Стали 40 (параметры оптимизации) при различных режимах обработки поверхности образцов (факторы оптимизации).

Проведенный статистический расчет позволил получить:

— адекватные (по критерию Фишера) математические модели процесса, описывающие связь между параметрами и факторами оптимизации: математическая модель для степени поражения поверхности коррозией  $G = 1,55 + 1,01S + 0,45t + 0,48St + 0,29Vt + 0,25SVt$  ( $S$  — подача;  $V$  — скорость резания;  $t$  — глубина резания) математическая модель для степени адгезии:  $A = 3,375 + 0,75S - 0,75V + 0,375t$ ;

— технологические режимы обработки, при которых обеспечиваются наилучшие уровни функционального воздействия: обеспечение наименьшей степени поражения поверхности детали коррозией:  $S = 0,9$  мм/об,  $V = 175$  м/мин,  $t = 0,65$  мм; обеспечение наименьшей степени адгезии лакокрасочного покрытия:  $S = 1,3$  мм/об,  $V = 180$  м/мин,  $t = 0,70$  мм;

— наилучшую для конкретных производственных условий (эталонную) шероховатость, обеспечивающую требуемые функциональные свойства поверхности детали. На рис. 2 приведены эталонные графики „Плотность распределения ординат профиля“ с допуском на возможные отклонения для шероховатости поверхности стальных деталей, обеспечивающих:  $a$  — наилучшую коррозионную стойкость,  $b$  — наилучшую адгезию лакокрасочного покрытия.

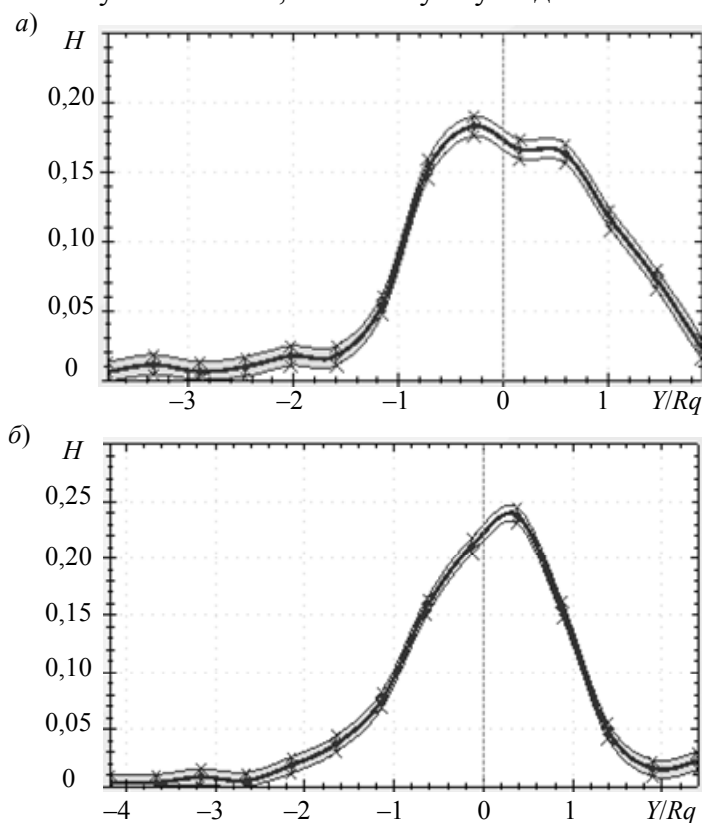


Рис. 2

**Заключение.** Проведенное исследование позволило выявить зависимость коррозионной стойкости и адгезии детали из материала Сталь 40 от шероховатости поверхности. Так как приведенные графики (для одной и той же поверхности — рис. 2,  $a$   $b$ ) отличаются друг от друга, было предложено определить приоритетное из этих двух свойств применительно к данной детали и использовать его в качестве эталона. В рассматриваемом случае приоритетным свойством поверхности была определена адгезия лакокрасочного покрытия как наиболее надежный критерий антикоррозийной защиты поверхности стальной детали.

В качестве эталона для эксперимента был выбран график на рис. 2,  $b$ . Исследовалась коррозионная стойкость образцов на режимах, обеспечивающих получение шероховатости поверхности по описанной в статье методике. Результаты исследований показали снижение коррозионной стойкости на 23 % по сравнению с наилучшими результатами. Такие результа-

ты приемлемы, так как хорошее сцепление лакокрасочного покрытия с поверхностью детали из Стали 40 обеспечивает требуемую защиту от коррозии.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мусалимов В. М., Валетов В. А. Динамика фрикционного взаимодействия. СПб: СПбГУ ИТМО, 2006. 191 с.
2. Ivanov A. Y., Leonov D. B. Methodology for optimization, evaluation and control of products surface roughness // J. of the Technical University. Sofia: Fundamental Sciences and Applications. 2012. Vol. 17. P. 19—23.
3. Иванов А. Ю., Леонов Д. Б. Технологические методы обеспечения качества изделия // Науч.-техн. вестн. СПбГУ ИТМО. 2011. № 5 (75). С. 111—113.
4. ГОСТ 9.908-85. Металлы и сплавы. Методы определения показателей коррозии и коррозионной стойкости.
5. Зимон А. Д. Адгезия пленок и покрытий. М.: Химия, 1977. 351 с.
6. ГОСТ 15140-78. Материалы лакокрасочные методы определения адгезии.
7. Методика выбора и оптимизации контролируемых параметров технологических процессов, РДМУ 109-77. М.: Изд-во стандартов, 1978. 48 с.

#### *Сведения об авторах*

- Димитрян Божидаров Леонов** — аспирант; Университет ИТМО, кафедра технологии приборостроения, Санкт-Петербург; E-mail: dimilqn@mail.ru
- Андрей Юрьевич Иванов** — канд. техн. наук, доцент; Университет ИТМО, кафедра технологии приборостроения, Санкт-Петербург; E-mail: ivaanur72@mail.ru

Рекомендована кафедрой  
технологии приборостроения

Поступила в редакцию  
09.04.14 г.