

АМПЛИТУДНЫЙ ПАРАМЕТР ШЕРОХОВАТОСТИ: ЭКСЦЕСС ОЦЕНИВАЕМОГО ПРОФИЛЯ

Босов М.А., Мусохранов М.В., Калмыков В.В.

*Калужский филиал Московского государственного технического университета
имени Н.Э. Баумана, Калуга*

Ключевые слова: шероховатость поверхности, профиль поверхности, эксцесс оцениваемого профиля.

Аннотация. В статье рассматривается такой не учитываемый ранее параметр шероховатости как эксцесс оцениваемого профиля, введенный в национальный стандарт. Исходя из изученного материала, было выяснено, что данный параметр относится к группе амплитудных, также как и асимметричность сильно реагирует на выступы и впадины, а также при каком значении эксцесса наблюдается нормальное распределение пиков и впадин. Проанализировав зависимость коэффициента трения от данного параметра, можно создавать поверхности с необходимыми, в зависимости от требований, свойствами.

AMPLITUDE PARAMETER OF ROUGHNESS: KURTOSIS OF THE ESTIMATED PROFILE

Bosov M.A., Musokhranov M.V., Kalmykov V.V.

Bauman Moscow State Technical University» (Kaluga Branch), Kaluga

Keywords: surface roughness, surface profile, kurtosis of the estimated profile.

Abstract. The article considers such a previously ignored roughness parameter as the kurtosis of the evaluated profile, introduced into the national standard. Based on the studied material, it was found out that this parameter belongs to the amplitude group, as well as asymmetry strongly reacts to protrusions and depressions, and also at what value of the kurtosis the normal distribution of peaks and troughs is observed. Having analyzed the dependence of the coefficient of friction on this parameter, it is possible to create surfaces with the necessary properties, depending on the requirements.

Шероховатость поверхности является одним из важнейших показателей качества. Существует большое количество параметров шероховатости, число которых только увеличивается.

В 2014 году был опубликован новый стандарт ГОСТ Р ИСО 4287-2014 «Геометрические характеристики изделий (GPS). Структура поверхности. Профильный метод. Термины, определения и параметры структуры поверхности», который включает в себя 14 параметров шероховатости поверхности [1]. В данном ГОСТе появились новые амплитудные, шаговые и гибридные параметры шероховатости.

В настоящее время мало известно о факторах, влияющих на их образование. Необходимо рассмотреть и изучить предлагаемые ГОСТ Р ИСО 4287-2014 параметры и выявить, что влияет на их формирование.

Одним из амплитудных параметров шероховатости является эксцесс оцениваемого профиля (R_{ku}). Определив, что оказывает влияние на данный параметр, можно, контролируя значение эксцесса, воздействовать на шероховатость поверхности.

В ГОСТ Р ИСО 4287-2014 присутствует следующее определение эксцесса оцениваемого профиля [1]. Эксцесс оцениваемого профиля R_{qu} , R_{qu} , W_{qu} (kurtosis of the assessed profile P_{qu} , R_{qu} , W_{qu}): Отношение среднего значения ординаты в четвертой степени $Z(x)$ и значения R_q , R_q или W_q в четвертой степени соответственно в пределах базовой длины:

$$R_{qu} = \frac{1}{R_q^4} \left[\frac{1}{lr} \int_0^{lr} Z^4(x) dx \right], \quad (1)$$

где R_q – среднеквадратичное отклонение оцениваемого профиля; lr – базовая длина; Z – значение ординаты.

Н.В. Захарова в своей работе дает следующую характеристику эксцессу оцениваемого профиля. R_{ku} – островершинность, он относится к группе амплитудных параметров, учитывает форму функции распределения амплитуды, также как и R_{sk} (асимметричность), сильно реагирует на выступы и впадины, является измерителем остроты кривой плотности распределения [2].

Седлачек, Подгорник и Джей Визинтин в своей статье рассматривали возможность текстурирования поверхности с помощью эксцесса и асимметрии. Под текстурированием понимается придание определенной формы профилю поверхности, благодаря изменению значений параметров шероховатости. Авторы пришли к выводу, что для того, чтобы получить меньшее трение между поверхностями, необходимо, чтобы значение асимметрии было более отрицательным, а эксцесс был более высоким. Отсюда следует, что параметры шероховатости R_{ku} и R_{sk} могут быть использованы для создания текстурированных поверхностей с определенным коэффициентом трения [3].

В статье [4] они выяснили, что в целом, более высокая шероховатость контактной поверхности и более высокие скорости скольжения приводят к снижению трения, при этом более положительные результаты показывают поверхности, обладающие высокими значениями эксцесса (R_{ku}) и более отрицательной асимметрией (R_{sk}).

В американском национальном стандарте ASME B46/1-2009 приведено изображение профиля поверхностей с эксцессом со значением больше 3 и меньше 3 (рис. 1) [5].

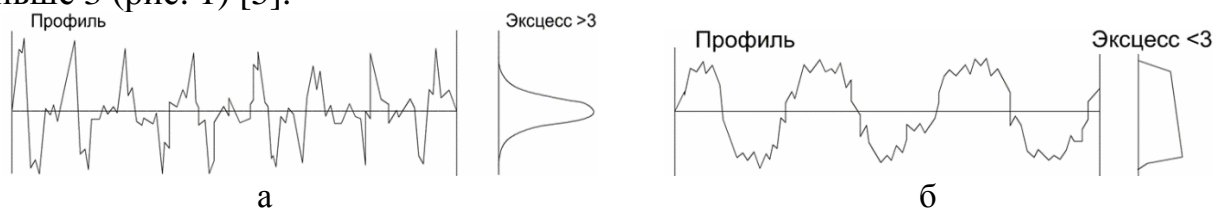


Рис. 1. Профиль, имеющий а) $R_{ku} > 3$ б) $R_{ku} < 3$

Эксцесс – это параметр, использующий четвертую степень среднеквадратичного отклонения корня для отображения безразмерной четвертой степени длины выборки $Z(x)$. Такое определение дает другой стандарт: JIS B 0601-2001. Данный стандарт дает такую же формулу для вычисления эксцесса, как формула (1) [6].

Таким образом, параметр R_{ku} – это мера остроты плотности распределения микронеровностей поверхностей. Острота кривой плотности распределения измеряется этим параметром. Насколько удалены друг от друга, какую ширину

имеют пики микрорельефа рассматриваемой поверхности, как они распределены по поверхности, дает нам понять параметр, который называется эксцесс оцениваемого профиля [6].

Автор статьи и [7] определяет эксцесс следующим образом: «Параметр эксцесса является мерой суммарного веса концов относительно остальной части распределения». Дональд дает такое определение, потому что при различном эксцессе меняется лишь форма концов распределения. При росте эксцесса, на концах распределения величин происходит уменьшение значения.

Мерьем Бел Хадж предлагает в своей статье использовать Rku как исследовательский параметр, т.е. использовать его для контроля шероховатости при линейном измерении [8].

Выводы. Эксцесс оцениваемого профиля (Rku) является одним из нескольких новых, малоизученных параметров, введенных в стандарте 2014 года. Данный параметр относится к группе амплитудных и описывает ширину пиков и впадин на оцениваемом профиле поверхности. Совместно с другими параметрами шероховатости он может оказывать существенное влияние на трение между двумя поверхностями. Значение эксцесса > 3 соответствует поверхности, состоящей из узких, ярко выраженных, быстро истирающихся, скалывающихся пиков. Поверхность изделия, которая при приближении содержит бугры и волны, встречается при значении эксцесса < 3 . Учитывая эксцесс оцениваемого профиля вместе с параметром Rsk , можно создавать текстурированные поверхности с заданным коэффициентом трения.

Список литературы

1. ГОСТ Р ИСО 4287-2014. Геометрические характеристики изделий (GPS). Структура поверхности. Профильный метод. Термины, определения и параметры структуры.
2. Захарова Н.В. Характеристика параметров шероховатости поверхности, установленных в международных стандартах ИСО // Решетневские чтения. – 2015. – №19. – С. 458-459.
3. Sedlaček M., Podgornik B., Vizintin J. Planning surface texturing for reduce friction in lubricated sliding using surface roughness parameters skewness and kurtosis // Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part J Journal of Engineering Tribology. 2012, vol. 226(8), pp. 661-667.
4. Sedlaček M., Vilhena L.M.S., Podgornik B., Vižintin J. Surface Topography Modelling for Reduced Friction // Strojniški vestnik – Journal of Mechanical Engineering. 2011, vol. 57(9), pp. 674-680.
5. Surface texture: surface roughness, waviness, and lay: ASME B46.1-1995 (revision of ANSI/ASME B46.1-1985). 1995, American Society of Mechanical Engineers.
6. JIS B 0601-2001. Geometrical Product Specifications (GPS). Surface texture: Profile method. Terms, definitions and surface texture parameters, 2001.
7. Donald J. Wheeler Problems with Skewness and Kurtosis, Part Two [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.qualitydigest.com/inside/quality-insider-article/problems-skewness-and-kurtosis-part-two.html>.
8. Design and Modeling of Mechanical Systems - II. Proceedings of the Sixth Conference on Design and Modeling of Mechanical Systems, CMSM'2015, March 23-25, Hammamet, Tunisia. – Springer International Publishing, Switzerland, 2015. – 377 p.

Сведения об авторах:

Босов Матвей Александрович – студент;

Мусохранов Марсель Владимирович – к.т.н., доцент;

Калмыков Вадим Владимирович – старший преподаватель.