

La méthode statistique utilisée pour étudier la précision des procédés de fabrication dans la production en série et de masse, donc cette méthode peut être utilisée dans la production de masse à l'usine "Compressor".

Conclusions: Le contrôle est un aspect importante dans activité productif. Nous avons utilisé une méthode de contrôle instrumentale, qui est aussi appelée la méthode de contrôle technique. L'expérience a montré que l'échantillon ne contient pas de pièces défectueuses, et donc leur processus de fabrication est stable.

Des travaux supplémentaires sont prévues la recherche plus approfondie d'une couple de vilebrequin et bielle, en utilisant des cartes de sommes cumulées pour l'analyse des échantillons.

Bibliographie : 1. «Прогрессивные направления развития машиноприборостроительных отраслей и транспорта»: Тезисы международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Севастополь: Издательство СевНТУ, 2010. 2. Шишкин И. Ф. Контроль: Учеб. пособие. — СПб.: СЗПИ. 1992 —62 с.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ И ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕРШИН ЗЁРЕН НА РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ИНСТРУМЕНТА

Носенко В. А., Морозова Л.К., Митрофанов А.П.
(ВПИ (филиал) ВолзГТУ, Волжский, Россия)
Тел.: +7 (8443) 9176418591; E-mail alica_vlz@mail.ru

Abstract: *The technique of definition of tops of grains on a working surface of the tool is considered at that article. Features of formation of a working surface of circles of various characteristics are shown at grinding on various depths. Also the quantity of the grains which have left a trace on the processed surface is defined, and law of their distribution for the first time is established at this article. Results of research of a working surface of tool are resulted at flat grinding of stainless steel 12X18H10T.*

Key words: *distribution law, roughness, grinding, working surface, grain.*

Повышение производительности процесса шлифования с обеспечением необходимых требований к качеству обработанной поверхности является приоритетным направлением развития абразивной обработки материалов. Одним из наиболее распространённых параметров качества обработанной поверхности считается шероховатость.

В общем случае шлифованная поверхность рассматривается как совокупность царапин, оставленных множеством абразивных зёрен. Поэтому исследование распределения вершин, участвующих в формировании шлифованной поверхности является актуальной задачей. Основная сложность заключается в том, что размер контактной зоны, например, на чистовых режимах не превышает 3 – 10 мкм, и достоверно определить распределение вершин зёрен в этом слое рабочей поверхности круга весьма проблематично. Особый интерес представляют рабочие зёрна, т.е. контактирующие с обрабатываемой поверхностью при шлифовании.

Отечественные и зарубежные исследования микрогеометрии поверхностей направлены на решение проблем с помощью параметрического описания профиля или поверхности. Большая часть исследований базируется на стандартных критериях, которые определяют лишь отдельные, в основном усредненные, характеристики отклонений реальных поверхностей от идеальных.

Для анализа некоторых специфических характеристик профиля поверхности недостаточно только параметрических критериев. Особенно актуально это сегодня, когда существуют мощные аппаратные и программные средства. Использование высокоуровневых языков, интерактивных сред позволяет значительно расширить возможности обработки и анализа данных.

Практическая реализация исследования начинается с определения микрогеометрии поверхности прибором ошупывающего типа и сохранением координат профиля. Эта опция включена в меню любого современного прибора, предназначенного для определения микрогеометрии поверхностей.

Учитывая, что каждая царапина на шлифованной поверхности представляет собой след, оставленный зерном, по числу царапин можно судить о количестве абразивных зёрен. Если все местные впадины профиля рассматривать, как следы, оставленные вершинами зёрен, количество местных впадин и их распределение по высоте профиля определяет количество вершин зёрен, оставивших след на рассматриваемом сечении шлифованной поверхности.

Все вершины зёрен, проходящие через зону шлифования условно разделяют на контактирующие с обрабатываемым материалом и не контактирующие. Контактующие вершины зёрен делят ещё на режущие, давящие и скользящие. Режущие вершины при контакте с обрабатываемым материалом образуют стружку. Скользящие зёрна в зоне контакта с обрабатываемым материалом вызывают только его упругую деформацию, давящие зёрна – пластическую. Очевидно, что след на шлифованной поверхности из числа контактирующих оставляют только режущие и давящие зёрна.

В нашем случае зёрна, оставившие след на обработанной поверхности будем называть контактирующими $n_{зк}$, понимая под этим термином только режущие и давящие вершины зёрен.

Общее количество вершин зёрен, оставивших след на 1 мм базовой длины профиля обработанной поверхности, определим с использованием среднего шага местных выступов профиля S (по ГОСТ 25142 – отрезок средней линии между проекциями на неё наивысших точек соседних местных выступов профиля): $n_{зк} = 1000/S \text{ мм}^{-1}$.

Но данный параметр оказывается недостаточно объективным, т.к. зависит от высоты профиля R_{max} , и при прочих равных условиях с увеличением R_{max} будет возрастать. Намного большую информацию даст плотность распределения $n_{зк}$ по уровням профиля.

Для расчёта плотности распределения $n_{зк}$ используются исходные значения отклонения профиля от базовой линии, получаемые с прибора для измерения шероховатости поверхности. В наших исследованиях шероховатость поверхности измеряли прибором «Сейтроник ПШ8-3».

Поскольку нас интересуют не выступы, а впадины профиля, при разработке программного обеспечения фиксировали координаты впадины, причём уровень значимости задается в качестве исходных данных.

В результате анализа программного обеспечения к прибору Сейтроник (Россия) и зарубежных производителей, установлено, что в программном обеспечении приборов Германии значимое различие между сравниваемыми значениями принято на уровне 3 %. В программном обеспечении Сейтроник любое отличие считается значимым. Т.е. если y_{i-1} отличается от y_i на величину заданной достоверности (1-3%) - то это отличие и считается впадиной.

Разработанная программа позволяет определить координаты местных впадин для заданного уровня значимости и количество местных впадин профиля.

В программу импортируются исходные данные y_i полученные прибором «Сейтроник ПШ8-3». При шаге регистрации сигнала 2 мкм, например, на базовой длине 2500 мкм получаем 1252 измерения.

После импорта данных и ввода тарировочного коэффициента происходит определение средней линии, проведенной так, что в пределах базовой длины среднее квадратическое отклонение профиля до этой линии минимально.

Разработанная программа считает такие параметры, как:

- перерасчет положительных и отрицательных отклонений профиля относительно средней линии;
- шаг неровностей профиля;
- на каждом шаге определяются высоты выступов u_p и глубины впадин профиля u_v ;
- шаг местных выступов на всем профиле с учетом заданной достоверности;
- тангенс угла наклона восходящих и нисходящих ветвей профиля;
- проверка на закон распределения;
- а также параметры по ГОСТу 25142-82: S_m, R_{max}, R_p, R_v .

При обработке нескольких профилограмм с одной поверхности получаем несколько выборок измерений. Для каждой выборки рассчитываются статистические параметры, в частности, среднее арифметическое и дисперсия. Дисперсии проверяются на однородность по критерию Бартллета, так как объём выборки в общем случае не постоянен.

В рассмотренных ниже примерах случайная величина $B_{набл} < \chi^2_{кр}$, где $\chi^2_{кр}(0,05; 19) = 30,1$ (объём выборки – 20 сечений профиля), что позволят принять нулевую гипотезу об однородности дисперсий и в качестве уточнённой дисперсии принять среднее значение дисперсии. После проверки дисперсий на однородность оценивали различие средних арифметических значений.

Для определения плотности распределения вершин зёрен, контактирующих с обрабатываемым материалом, данные с различных профилей объединены по средней линии профиля.

Поскольку параметры R_p и R_v для всех сечений неодинаковы, при объединении всех данных в каждом из сечений профиля значения распределяли по уровням с одинаковым шагом, который рассчитывали по формуле:

$$h = (R_{p \max} + R_{v \max})/n$$

где $R_{p \max}$ – наибольшее расстояние от средней линии профиля до высшей точки выступа профиля по всем сечениям; $R_{v \max}$ – наибольшее расстояние от средней линии профиля до низшей точки выступа профиля по всем сечениям; n – количество уровней.

За начало отсчета уровней принимали среднюю линию профиля. Полученный шаг откладывали выше и ниже средней линии до тех пор пока $R_{p \max}$ и $R_{v \max}$ не будут входить в последний уровень.

В разработанной программе реализован модуль проверки гипотезы на нормальный закон распределения местных впадин профиля. Количество интервалов и минимальное значение частот в одном интервале задаются.

С использованием разработанной программы проведены исследования шлифованной поверхности стали 12Х18Н10Т. Образцы из нержавеющей стали обрабатывали методом плоского врезного шлифования. Размер обрабатываемой поверхности 100×10 мм. В качестве абразивного инструмента использовали круги типоразмера 1 200×20×76 характеристики 25AF60K7V5. Были испытаны три круга. Один круг использовали в качестве базового, остальные были пропитаны опытными составами. Режимы шлифования: $v = 28$ м/с; $v_s = 12$ м/мин; $t_1 = 0,010$ мм/ход; $t_2 = 0,015$ мм/ход. Шлифование на глубине t_1 выполняли без применения СОЖ, в качестве пропиточного состава использовали эрукомид. При шлифовании на глубине t_2 использовали СОЖ (3% раствор соды в воде), шлифовальный круг пропитывали веществом из класса порофоров.

Закон распределения вершин зёрен, оставивших след на профиле сечения шлифованной поверхности (контактирующие зёрна), по высоте профиля H показан на рис. а. Форма кривых графиков распределений свидетельствует об их принадлежности к нормальному закону. В результате проверки гипотезы о нормальном законе распределения по критерию согласия Пирсона установлено, что для уровня значимости 0,05 распределение числа вершин зёрен, оставивших след на обработанной поверхности при шлифовании с глубиной t_1 , гипотеза верна. При шлифовании с глубиной t_2 можно говорить о степени приближения к нормальному закону.

Шлифование, как систему, можно представить состоящим, по крайней мере, из двух подсистем: подсистемы обрабатываемого материала и подсистемы абразивного инструмента. Подсистемы являются взаимосвязанными и взаимозависимыми. Изменение состояния одной из подсистем приводит к изменению другой. В процессе взаимодействия в зоне резания абразивный инструмент и обрабатываемый материал формируют свойственную только им форму контактируемых поверхностей: рабочей поверхности абразивного инструмента и обработанной поверхности.

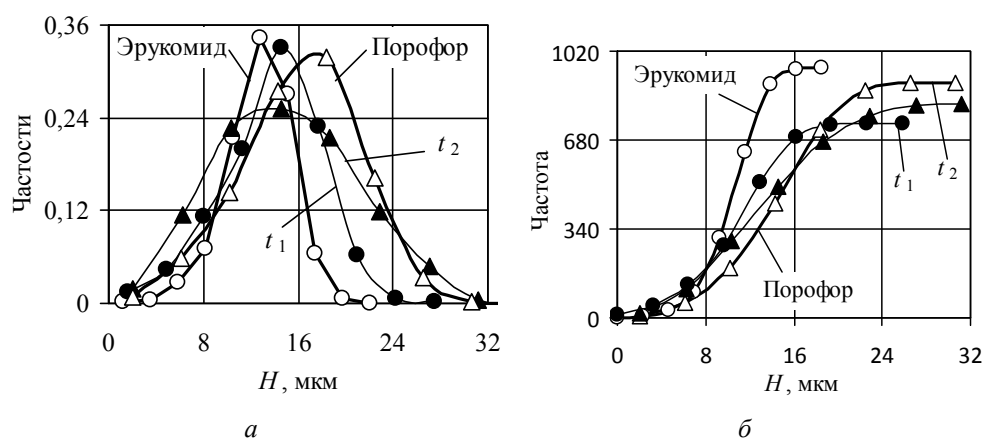


Рис. Распределение вершин зёрен, оставивших след на шлифованной поверхности при различных условиях обработки

В экспериментах использовали круги одной характеристики, подготавливаемые к работе по одной методике, в частности на одинаковых режимах правки. Но в результате шлифования получены различные значения контролируемых показателей процесса.

Вариационный размах распределения контактирующих вершин зёрен по глубине профиля при шлифовании с $t_1=0,01$ мм/ход без СОЖ меньше, чем при шлифовании на большей глубине с охлаждением. То же можно сказать и в отношении пропитанного инструмента. При сравнении пропитанных шлифовальных кругов минимальный вариационный размах получен при шлифовании кругом с эрукомидом.

Наибольшее количество зёрен, оставивших след на обработанной поверхности, получено при шлифовании кругом, пропитанным эрукомидом. Например, на высоте профиля шероховатости 16 мкм после шлифования кругом с эрукомидом обнаружены следы от 920 зёрен (базовая длина 2,5 мм, глубина $t_1=0,01$ мм, СОЖ). При шлифовании кругом с порофором на той же высоте профиля обнаружены следы приблизительно от 580 зёрен (глубина $t_2=0,015$ мм, без СОЖ). Общее количество вершин зёрен при шлифовании кругом с эрукомидом – 958, при шлифовании кругом с порофором – около 900. В результате в первом случае параметр шероховатости поверхности $Ra = 1,47$ мкм, во втором – 2,71 мкм.

При шлифовании с глубиной $t_1=0,01$ мм/ход кругом без пропитки $n_{зк} = 740$, что на 30% меньше, чем при шлифовании в тех же условия кругом, пропитанным эрукомидом.