

УДК 378.147

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА НА ПРИМЕРЕ ОБРАБОТКИ НАРУЖНОЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Цитович Б.В.¹, Соколовский С.С.²¹Белорусский государственный институт повышения квалификации по стандартизации, метрологии и управлению качеством, Минск, Республика Беларусь²Белорусский национальный технический университет, Минск, Республика Беларусь

Любой технологический процесс проектируется для выпуска годных объектов производства. При выборе технологического оборудования часто руководствуются правилом «шести сигм»:

$$T \geq 6\sigma,$$

где T – допуск получаемого параметра,

σ – среднее квадратическое отклонение, характеризующее точность технологического процесса.

Это правило основано на допущениях о нормальном распределении получаемых параметров в партии обрабатываемых объектов и о расположении центра группирования этого распределения в середине поля допуска.

Реальная картина существенно сложнее. Прежде всего, при формообразовании поверхностей, любая из них имеет бесконечное множество номинально одинаковых параметров, которые можно описать с использованием детерминированных и стохастических аналитических моделей. Например, при токарной обработке консольно закреплённой в патроне заготовки может проявляться конусообразность номинально цилиндрической поверхности. Для длинной заготовки, закреплённой в центрах, характерна бочкообразность. Такие закономерности можно описать уравнениями аналитической геометрии. Однако на эти закономерности накладываются стохастические воздействия, связанные с колебанием физико-механических свойств поверхности заготовки (твёрдость, структура и др.), колебанием сил резания и др. Для описания результатов рассеяния, вызванных такими причинами, можно использовать аппарат теории вероятностей и математической статистики. Однако для корректного применения математической статистики необходимо устранить из рассмотрения систематические изменения, поскольку в противном случае картина будет искажённой в качественном и количественном отношении.

Для обеспечения выпуска годных деталей технология формообразования должна обеспечить точность получаемых размеров, формы и расположения поверхностей. И если форму или расположение поверхностей можно оценивать, опираясь на «идеальную модель» (геометрически правильную), то с размером поверхности ситуация несколько сложнее.

Однозначно определить, что характеризует точность размеров при обработке деталей затруднительно, поскольку понятие «идеальный размер поверхности» отсутствует. Любая реальная поверхность одной детали имеет бесконечное множество номинально одинаковых размеров, которые несколько отличаются друг от друга. Годными и взаимозаменяемыми являются все детали, размеры которых укладываются между наименьшим и наибольшим предельными размерами (включая граничные значения) в соответствии с трактовкой предельных контуров детали по ГОСТ 25346-89.

Технологический процесс характеризуется стабильностью (постоянством расположения центра группирования параметров) и рассеянием значений параметров. При этом следует различать параметры, реализуемые на объекте однократно (масса, объём) и параметры, которые реализуются на объекте бесконечное число раз (размеры поверхностей, площади сечений). Для последних параметров имеет смысл говорить о расположении центра группирования параметров в партии и рассеянии их значений только в том случае, если можно определить характерное значение параметра, например, наименьший или наибольший размер конусообразной или бочкообразной поверхности детали.

Одной из проблем исследования точности технологического процесса является определение характерного значения выбранного параметра, если оно имеет место. В случае отсутствия характерного значения параметра для оценки поверхности можно использовать значение параметра в произвольном контрольном сечении. Для исследования точности технологического процесса формообразования необходимо адекватно ответить на вопрос о наличии либо отсутствии характерного значения параметра поверхности. В первом случае каждая из обрабатываемых поверхностей может быть представлена одним (характерным) значением параметра. Во втором случае любая обработанная поверхность может быть представлена одним значением параметра, измеренным в произвольном контрольном сечении.

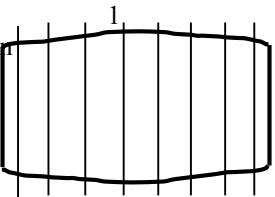
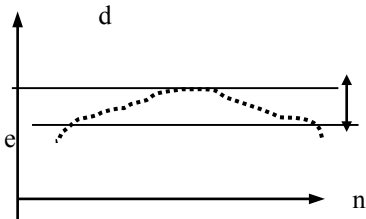
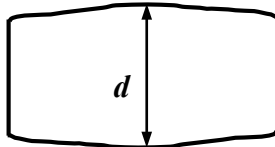
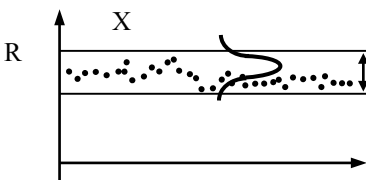
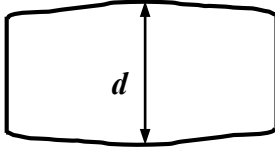
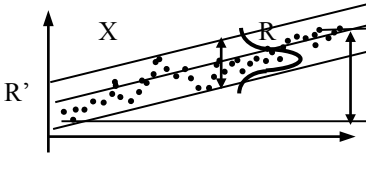
Определённую пользу может принести анализ технологического процесса. Например, как отмечалось выше, при круглом наружном шлифова-

нии консольно закреплённой в патроне заготовки может проявляться конусообразность номинально цилиндрической поверхности. Однако если такую технологию реализовать с использованием множества проходов, что позволяет уменьшить подачу, значит и радиальную силу, а затем применить выхаживание, конусообразность обработанной поверхности можно свести к пренебрежимо малым значениям, при этом различия размеров в сечениях будут находиться в пределах случайных колебаний. Из сказанного

вытекает, что аналитический подход при исследовании точности технологического процесса обязательно следует проверять экспериментами, которые могут подтвердить или опровергнуть первоначальную гипотезу.

В таблице 1 представлены примеры возможных результатов исследований технологического процесса обработки номинально цилиндрической поверхности объектов (валов) с характерными значениями параметров.

Таблица 1 – Объекты исследований с характерными значениями параметров поверхности и результаты исследований точности техпроцесса

| Модель объекта измерений | Графическое представление результатов измерений | Характеристики точности технологического процесса |
|---|---|---|
|  <p>n ФВ одного объекта</p> |  | оценивание множества значений параметров на объекте (выборке объектов), выявлено наличие характерных значений параметров объектов |
|  <p>одна ФВ одного объекта</p> |  | оценивание характерных значений параметров выборки из партии деталей (смещение центра группирования практически отсутствует) |
|  <p>одна ФВ одного объекта</p> |  | оценивание характерных значений параметров партии деталей (наблюдается монотонное смещение центров группирования выборок) |

Для реализации исследований, результаты которых представлены в последнем столбце таблицы 1, должен быть соблюден ряд условий. В частности, погрешности измерений должны быть существенно меньше выявляемой погрешности формы профиля поверхности e (первая строка таблицы). Для получения достоверной информации, представленной в третьей строке таблицы погрешности измерений должны быть существенно меньше выявленного смещения центров группирования выборок R' . Более того, для построения гистограмм и полигонов распределения

параметров выборки (вторая и третья строки таблицы) погрешности измерений должны быть существенно меньше размахов R размеров в соответствующей выборке. Поскольку значения e , R' и R до начала исследований неизвестны, их определяют в ходе самих исследований методом проб и ошибок. В итоге методика исследований может корректироваться в ходе их проведения, а применяемые методики выполнения измерений (МВИ) заменяться более точными вплоть до достижения удовлетворительных результатов.