

## **Построение математической модели технологического процесса**

Бирюков Д.В., Самойленко А.В.

Белорусский национальный технический университет

Непрерывное улучшение качества продукции невозможно без использования математических методов управления качеством. Бездефектное изготовление продукции связано с осуществлением целого комплекса условий. Появление брака зависит от внешних и внутренних свойств материала, которые подвержены колебаниям; постепенного износа машин, агрегатов и инструментов, что приводит к постепенному уменьшению их точности. Также имеют значения изменения внешних условий, при которых протекает производственный процесс, или отклонения от технологической дисциплины. При серийном и массовом производстве упомянутые условия приводят к тому, что определенные недостатки качества становятся типичными.

Использование математических методов дает возможность исследовать протекание технологического процесса, в результате выполняются требования по качественным показателям изделий, а также уменьшаются брак и доделки, за счет чего повышается продолжительность труда и снижается себестоимость изделия. Эти методы помогают обнаружить, где, когда и при каких обстоятельствах вызваны те или иные помехи в производственном процессе. Математико-статистические методы только тогда становятся орудием контроля качества регулирования и улучшения всего производственного процесса, когда они применяются планомерно и на решающих участках производства. Статистическое управление качеством должно способствовать снижению себестоимости производства, поэтому нельзя не обращать внимания на экономическую сторону вопроса.

В процессе производства невозможно точно выдержать заданную величину показателя качества продукции. Показатели качества при механической обработке деталей на металлорежущих станках связаны, прежде всего, с точностью обработки. Требуемая точность обработки в условиях серийного и массового производства обычно обеспечивается настройкой станка. При механической обработке

деталей на металлорежущих станках возникает ряд погрешностей, источниками которых являются станок, приспособление, инструмент и обрабатываемая деталь. При работе на настроенных станках те или иные погрешности обработки (погрешности размера, формы и взаимного расположения поверхностей и осей детали) могут возникнуть из-за неточности настройки режущего инструмента на размер, неточности изготовления станка, приспособления и режущего инструмента, а также вследствие размерного износа режущего инструмента и его температурных деформаций, в результате неравномерности процесса резания, из-за упругих деформаций детали, от колебаний свойств материала заготовок и ряда других причин.

Причин возникновения погрешностей обработки много, но всегда среди них существуют главные или доминирующие причины. Все погрешности в сумме образуют результирующую погрешность обработки детали, которая и определяет действительное отклонение размера от его номинального значения. При исследовании сложных процессов образования результирующих погрешностей, при воздействии на них большого числа источников погрешности - факторов необходимо выяснить, какие из этих факторов следует считать доминирующими.

Обычно число одновременно действующих факторов может быть большим, степень же влияния их различна; как правило, лишь небольшое число факторов оказывает существенное влияние на выходную величину, а остальные воздействуют на нее незначительно. Задача заключается в том, чтобы с помощью математических методов выделить существенные доминирующие факторы на фоне всех остальных факторов, причем это необходимо сделать при наименьших затратах.

После выделения небольшого числа доминирующих факторов (четырёх, пяти или меньше) можно анализировать и использовать данные, полученные, например, подналадкой станков или заменой заготовок. Можно перейти также к дальнейшему математическому исследованию – построению математических моделей, что при большом числе факторов и их возможных взаимодействиях сделать затруднительно. Решение этой задачи основывается на факторном эксперименте. Каждый фактор может принимать в опыте одно из нескольких возможных значений. Такие значения будем называть уровнями. Может оказаться, что фактор способен принимать беско-

нечное множество значений. Однако на практике точность, с которой устанавливается некоторое значение, не беспредельна. Поэтому можно считать, что каждый фактор имеет определенное число дискретных уровней.

Фиксированный набор уровней факторов определяет одно из возможных состояний исследуемого объекта. Если перебрать все возможные наборы состояний, получим число возможных различных опытов. Для того чтобы подсчитать число различных состояний, достаточно число уровней факторов возвести в степень числа факторов, если число уровней для всех факторов одинаково, т.е.  $p^k$ , где  $p$  – число уровней,  $k$  – число факторов.

Например, для случая пяти факторов, рассмотренных на пяти уровнях, необходимо исследовать  $5^5 = 3125$  состояний. Если увеличивать число факторов и число их уровней, то анализ таких экспериментов возможен только с применением ЭВМ. Обычно на практике факторы при постановке эксперимента изменяют на небольшом числе уровней. Особенно на это следует обратить внимание при решении задачи определения значимых факторов технологического процесса.

Итак, фактором будем называть величину, способную воздействовать на объект исследования. Факторы подразделяются на количественные и качественные.

Количественный фактор – измеряемая переменная величина. Фактор считается заданным, если вместе с названием указаны область его определения и уровни.

Качественные факторы – это различные технологические способы, разные материалы, станки, исполнители, состояния инструмента до и после заточки и т.д.

Хотя к качественным факторам нельзя применить числовую шкалу в том смысле, как это понимается для количественных факторов, однако можно построить условную порядковую шкалу, которая ставит в соответствие уровням качественного фактора числа натурального ряда, т.е. можно производить кодирование. Порядок уровней может быть произволен, но после кодирования он фиксируется. Планировать факторный экспериментальный можно только в том случае, если уровни факторов возможно поддерживать постоянными в течение опыта.