

УДК 658(075.8)

Б.И. Лактионов, к.т.н., проф., **Ю.Ф. Набатников**, д.т.н., проф.,
Национальный исследовательский технологический университет
«МИСиС»

e-mail: kaftmr@mail.ru

Методологические основы исследования качества производства горных машин

Рассмотрены философские и общеметодологические направления исследований в области качества производства горных машин и технологических процессов.

Ключевые слова: метод, анализ, синтез, абстрагирование, научное обобщение, моделирование, формализация.

B.I. Laktionov, Yu.F. Nabatnikov

Methodological Bases to Research of Quality Production of Mining Machines

Considered philosophical and general methodological research directions in the field of quality production of mining machines and processes.

Keywords: method, analysis, synthesis, abstraction, generalization of scientific modeling, formalization

XXI век – это экономика знаний, материализованная в виде эффективных технологий. Чтобы двигаться вперед инженер должен обладать багажом необходимых знаний и навыков. Это инновации, непрерывное обновление, обеспечивающие конкуренцию качества товаров и услуг.

В связи с этим методы исследования и средства, обеспечивающие повышение качества продукции и процессов, приобретают первостепенное значение и играют решающую роль в производственной деятельности.

В основе любых исследований лежит методология, как учение о методах познания и преобразования деятельности.

Под методом понимается система регулятивных принципов, правил, норм практической или познавательной и теоретической деятельности.

Метод – способ достижения какой-либо цели, решение конкретной задачи, прием, образ действий; способ познания действительности, исследования явлений природы и общественной жизни.

Метод конкретизируется в методике, состоящей из конкретных приемов, средств получения и обработки фактического материала. Выбор и применение различных методов и методик исследовательской работы предопределяются и вытекают как из природы изучаемых явлений, так и их задач, которые ставит перед собой исследователь.

Каждый метод дает возможность изучать лишь какие-то отдельные стороны объекта. В процессе изучения объекта мы сначала наблюдаем общую картину, а частности остаются в тени. Для изучения частных необходимо переходить к рассмотрению составляющих элементов изучаемого объекта. И инструментом на данном этапе исследования выступает анализ – мысленное разложение предмета на составляющие его части и стороны, элементы. Когда путем анализа частности достаточно изучены, наступает следующая стадия познания – синтез – мысленное объединение в единое целое расчлененных анализом элементов. Анализ фиксирует в основном то специфическое, что отличает части друг друга. А синтез вызывает то существенно общее, что связывает части в единое целое. В каждый момент времени исследователь осознает что-нибудь одно. Но и оно имеет множество свойств, связей. Исследователь познает это одно только в преобладающем порядке: концентрируя внимание на одних свойствах и связях и отвлекаясь от других, то есть абстрагируясь.

Абстрагирование – мысленное выделение какого-либо предмета в отношении от его связей с другими предметами, какого-либо свойства предмета в отвлечении от других его свойств.

Задачей всякого познания является обобщение – процесс мысленного перехода от единичного к общему, от менее общего к более общему.

Научное обобщение – это не просто выделение и синтезирование сходных признаков, но проникновение в сущность вещи: усмотрение единого в многообразном, общего в единичном, закономерного в случайном.

В природе самого понимания фактов лежит аналогия, связывающая нити неизвестного с известным. Новое может быть осмыслено, понято только через образы и понятия старого, известного.

Характерным инструментом современного научного исследования является моделирование – практическое или теоретическое оперирование объектом, при котором изучаемый предмет заключается каким-либо естественным или искусственным аналогом, через исследование которого мы проникаем в предмет познания. Существенное значение в познавательной деятельности имеет такой метод, как формализация – обобщение форм различных по содержанию процессов, абстрагирование этих форм от их содержания. Всякая формализация является некоторым огрублением реального объекта, но она нужна для выражения определенного содержания, для его уточнения и раскрытия.

Как методы исследования выделяются:

- индукция – процесс выделения общего положения из ряда частных утверждений, из единичных фактов;

- дедукция, наоборот, – процесс рассуждения, идущий от общего к частному или менее общему.

Всякие открытия, скачки научной мысли создаются, в конечном счете, индукцией – раскованным, но важным творческим методом!

Анализ возможностей технологических процессов позволяет установить ту точность, которой характеризуется, данный процесс. Под возможностями данного технологического процесса понимаются его возможности обеспечить установленные показатели качества при данных факторах и нормальных условиях производства.

В число факторов, влияющих на технологический процесс, следует включить исходный материал, оборудование, навыки оператора, измерительные устройства, навыки контролера и т.д.

Условия реализации процесса должны быть такими, чтобы результаты анализа возможностей процесса были осмысленными, а процесс должен быть статистически контролируемым.

Методика проведения анализа предусматривает три этапа: получение данных; анализ данных; исследование полученных данных. При этом, выбирают те выходные характеристики процесса, которые будут подвергаться изучению.

Один процесс может иметь несколько характеристик, каждая из которых будет иметь только ей присущий вид отклонений. Чтобы исследовать отклонения каждой из этих характеристик, нужны отдельные данные для каждой из них, хотя в некоторых случаях эти данные можно получить одновременно. В большинстве случаев не следует изучать все характеристики, поскольку многие из них слабо влияют на качество продукции, не оправдывают ни затраты, ни время на их изучение.

Объем исследований зависит от тех знаний и опыта, которые имеются о данном технологическом процессе. Если новый процесс или новая операция, включенная в старый технологический процесс, или, например, если ранее данный станок не исследовался, необходимо провести более полный анализ.

С этой целью составляют полный перечень техусловий, которые должны поддерживаться при испытаниях. Определяют и регистрируют характеристики того материала, который подается на вход анализируемого процесса. Если на изучаемую операцию влияют отклонения характеристик, возникающие в результате предшествующих операций, следует замерить и зафиксировать эти отклонения.

При проведении анализа следует использовать точное и надежное измерительное оборудование с известными характеристиками точности измерений.

Ход анализа. Анализ возможностей процесса должен проводиться в нормальных условиях, характерных для данного процесса. Факторы, влияющие на ход процесса, не должны изменяться. При проведении анализа в течение всего периода сбора данных, следует, как правило, использовать только одну партию исходного материала, только одного оператора, управляющего процессом, только одного контролера, ведущего измерения. Операторы не должны вносить коррективы в изучаемый процесс или производить в ходе анализа дополнительные регулировки.

В этот период следует избегать перекалибровки измерительного оборудования, за исключением тех случаев, когда такая перекалибровка проводится в нормальном режиме. В течение продолжительного периода все эти факторы могут претерпеть изменения; предпочтительнее поэтому провести несколько отдельных исследований в далеко отстоящие один от другого моменты. Тем самым, можно узнать, каково влияние этих естественно меняющихся факторов на возможности процесса.

При анализе необходимо получать достаточно представительную выборку. Для большинства операций рассматриваются не менее 50 измерений. Следует сохранять информацию о результатах измерений; обычно каждое изделие, прошедшее процесс обмера, маркируют. Если, в дальнейшем, возникнут какие-либо вопросы о точности измерения, то имеется возможность провести повторные замеры. При их проведении следует соблюдать особую осторожность и учитывать те изменения, которые могли произойти со временем, например, изменения размеров за счет колебания температуры детали и т.д. Если не ограничиться обычным построением распределением частот и нанести измененные данные на графики в порядке их поступления, то можно получить дополнительную информацию об анализируемом процессе, выявить кратковременные периоды резких отклонений процесса.

Важным средством, помогающим проанализировать возможности процесса, являются бланки, в которых заносятся результаты измерений. Хорошо продуманная форма бланка помогает быстро зарегистрировать всю необходимую информацию. Если измерения проводятся с соблюдением всех указанных предосторожностей, можно легко сравнить между собой результаты измерений и запроектованные допуски, выявляются данные, свидетельствующие о выходе процесса из-под контроля или появления случайных выбросов.

В технологии машиностроения различают следующие виды элементарных погрешностей по их воздействию на технологическую систему:

- систематические постоянные погрешности (например, от неточности мерного инструмента);

- систематические погрешности, закономерно изменяющиеся по течению технологического процесса (например, в связи с размерным износом режущего инструмента);

- случайные погрешности, которые, появившись при обработке одной заготовки, необязательно появляются при обработке других заготовок. Их значения колеблются в определенных пределах A_{\min} – A_{\max} . Предсказать момент появления и величину этих погрешностей возможно только с определенной вероятностью.

Систематические погрешности изучаются с помощью теоретических и экспериментальных исследований закономерностей, которым они подчиняются.

Случайные погрешности – с применением теории вероятности и математической статистики.

Расчетно-аналитические методы (модели) основаны на полной детерминированности процесса, когда известны начальная точность, так и влияние сопутствующих факторов.

Этапы математического описания процессов:

- последовательное определение начальных (исходных) погрешностей;

- установление в аналитическом виде их влияния на окончательную точность готовой детали (составление систем уравнений);

- решение полученной системы уравнений.

Вероятностно-статистические методы (модели) используются при изготовлении больших партий деталей. Без раскрытия физической сущности явлений решаются задачи по исследованию и оценке точности обработки, сборки, контроля и анализу точности оборудования. Определяются первичные и суммарные погрешности.

Расчетно-статистический метод (модель) объединяет оба вышеуказанных метода. Определяют первичные и суммарные погрешности, оценивают их отдельные составляющие статистическим и расчетным путем. Определяют поле рассеивания случайных погрешностей и отдельные погрешности расчетно-аналитическим методом.

Статистические методы контроля и управления качеством предусматривают исследования с использованием кривых распределения погрешностей. Производят выборку изделий из обработанных на данной операции. Размер выборки влияет на точность оценки. Строится ответная кривая распределения, к которой по критерию согласия подбирают теоретический закон распределения. Плотность распределения, представляющая качество выборки, может быть использована для визуального определения среднего уровня качества, разброса качества и сопоставления качества с требованиями технических условий.

При устойчивом технологическом процессе на настроенном оборудовании при отсутствии изменяющейся во времени систематической

погрешности действующая величина (например, размер детали) часто подчиняется закону нормального распределения. Закону равной вероятности – если на размер обработки оказывает влияние установившийся износ инструмента. Закон треугольника (Симпсона) – если имеет место ярко выраженный начальный износ, зона установившегося износа мала, а затем идет зона ускоренного возрастания износа. Закон эксцентриситета (Релея) – распределение погрешностей взаимного положения, формы (отклонение от параллельности, перпендикулярности двух поверхностей и оси детали к торцу, разностенности полых деталей).

Однако, по полученным кривым не всегда возможно определение причин, вызывающих изменение точности обработки. Эти методы не учитывают последовательности обработки, фиксируют результаты законченного этапа, не дают необходимой информации для управления точностью процесса обработки.

Графоаналитический метод (точечных диаграмм, контрольных карт) оценки точности технологических операций применяют:

- для получения качественной характеристики технологической операции;
- как предварительный этап по установлению качественных значений показателей точности и стабильности и закономерностей их изменения в процессе обработки.

Если кривая графика приближается к пределам или превышает их, то рекомендуется проанализировать необходимость частичного изменения процесса (его корректировки).

Таблица выборочных значений – комплексов процедур, включающих планы приемочного выборочного контроля, (в которых объемы партий, выборки и критерии приемки или 100 %-ого контроля) являются взаимозависимыми.

С использованием методов анализа допусков, корреляции и дисперсий осуществляют контроль качества продукции, анализируется инженерное проектирование или нарушение производственного процесса.

Статистический анализ допусков позволяет сбалансировать допуски отдельных деталей с допуском сборочной единицы. Одним из наглядных примеров реализации такого метода является селективная сборка.

Статистические критерии значимости позволяют получить ответ на вопрос, значительно ли отличается данная партия материала от стандартного значения или от качества другой или других партий того же материала. Данные критерии можно использовать для сравнения материалов, полученных из двух или нескольких источников, а также для определения того, какой из факторов влияет на качество технологического процесса.

Критерии значимости, в совокупности, способны выявить различия в процентах дефектных изделий, в средних значениях, в размахах изменений и других числовых параметрах, дают заключение о том, что различия эти являются, или не являются, статистически значимыми.

При планировании эксперимента статистический анализ выполняется перед началом эксперимента, а в структуру эксперимента вводятся факторы с возможными и вынужденными изменениями некоторых из них. Использование такого подхода приводит почти всегда к более надежным результатам и к большей экономии (за счет уменьшения числа испытаний) по сравнению с программами, ведущимися на основе проб и ошибок и предположений о постоянстве факторов.

Математические методы регрессионного анализа предусматривают, как правило, выполнение трех этапов:

- с помощью коэффициента смешанной корреляции определяется степень связи между переменными;

- устанавливается то математическое выражение, которое будет использовано для предсказаний средних значений зависимой переменной по значениям независимой переменной, т.е. подбираем кривую, накладываем ее на нанесенные точки, и выявляем связи с линейной или нелинейной кривой регрессией;

- устанавливаются границы, внутри которых, как ожидается, будут находиться значения выражения, полученного на втором этапе.

Вышеперечисленные методы на сегодняшний момент являются основным эффективным инженерным инструментом, применяемым при исследовании качества горных машин и их технологических процессов.

Список литературы

1. **Метрология, стандартизация и сертификация.** Учебник для вузов/ Я.М. Радкевич, А.Г. Схиртладзе, Б.И. Лактионов. – 4-е изд. – М.: Высшая школа, 2010 – 800 стр.

2. **Фейгенбаум А.** Контроль качества продукции. Пер. с англ. – М.: Экономика, 1986 г. -472 стр.

3. **Никифоров А.Д., Коклов А.Н., Назаров Ю.Ф.** Процессы управления объектами машиностроения. Учебное пособие для машиностроит. спец. вузов. – М.: Высшая школа, 2001 г. – 455 стр.

4. **Управление закупками и поставками.** Учебник для вузов/ М. Линдер, Ф. Джонсон, А. Флинт, Г. Фирон. Пер. с англ. – 13-е изд. – М.: ЮНИТИ-ДАГА, 2007 г., 751 стр.

5. **Тимирязев В.А., Схиртладзе А.Г.** и др. Основы технологии машиностроительных производств. Под ред. Тимирязева В.А. Уч. для вузов. М.: 2012 г.