

Канд. техн. наук О. М. ПАРХОМЕНКО

**СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ
В ПОТОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ**

Качество продукции в значительной мере зависит от применяемых методов и средств технического контроля. В современных условиях, особенно на заводах крупносерийного и мас-

сового производства, нельзя ограничиться только пассивными методами контроля, которые фиксируют уже появившийся брак. Контроль должен обеспечивать активное наблюдение за ходом производственного процесса и предупреждать брак.

Одними из методов, отвечающих этим требованиям, являются статистические методы анализа и контроля текущего производства, которые дают возможность регулярно следить за точностью и устойчивостью производственных процессов и своевременно предупреждать их разладку.

Нашими и зарубежными учеными и производственниками разработан целый ряд различных вариантов статистического контроля. Выбор вариантов в производственных условиях долгое время проводился эмпирически, без достаточных теоретических обоснований, что вносило неуверенность, а в отдельных случаях и разочарование в этих методах, так как зачастую внедрялись необоснованно сложные и трудоемкие методы.

За последние годы значительную работу по созданию общей теории оценки вариантов статистического контроля провел Институт математики АН СССР. В зарубежной литературе появились работы французского инженера Р. Кавэ, в которых дается методика выбора параметров для метода средних арифметических в условиях производства, когда возможна пересортировка изготовленной продукции.

В 1952—55 гг. кафедра организации производства Харьковского авиационного института в порядке содружества с промышленностью провела теоретические и практические исследования по выбору вариантов статистического контроля в механических цехах харьковских заводов «Серп и молот» и ХТЗ им. Орджоникидзе.

В настоящем докладе излагаются методика и результаты выбора статистического контроля в условиях довольно распространенного типа производства: массового поточного производства по изготовлению крупных деталей двигателей.

Анализ производственных условий

Процесс изготовления основных деталей двигателя (блока, коленвала, шатуна, гильзы, поршня и т. д.) обладает целым рядом особенностей: детали большие и тяжелые по весу, трудоемкие и сложные в обработке и контроле, с операции на операцию детали движутся поштучно, допуски на их обработку жесткие (2—3 класс).

Статистический анализ точности и устойчивости процессов обработки этих деталей, проведенный на протяжении длитель-

ного времени, дает возможность сделать ряд выводов о характере процессов:

1. Кривые распределения геометрических размеров близки к кривой Гаусса.

2. Разладки процессов происходят в основном из-за смещения во времени центров группирования скачкообразно или с постепенным медленным нарастанием разладки.

3. Моменты появления разладок равновероятны в течение смены, подналадки производятся в основном 1—2 раза в смену, периоды между подналадками в среднем равны 8 часам.

4. Зоны разладок процессов равны в основном полю допуска, распределения величин разладок в этой зоне близки к закону Гаусса.

5. Наладки процессов производятся не идеально на заданный уровень, а на какой то уровень в зоне настроек; зоны рассеивания уровней наладок в основном не превышают половины поля допуска, погрешности подналадок в пределах этих зон распределяются по кривым, близким к закону Гаусса.

Сравнение вариантов в рассматриваемых производственных условиях

В условиях массового поточного производства детали при обработке движутся поштучно, не залеживаясь на рабочих местах. По сигналам контролера производится только подналадка процесса без рассортировки продукции, изготовленной между пробами. В таких условиях основным назначением статистического контроля является предупреждение брака путем своевременной сигнализации о появлении разладки процесса.

Критериями оценки, определяющими оптимальность варианта статистического контроля, являются следующие факторы:

1. Профилактичность контроля — способность метода контроля своевременно предупредить о начале разладки процесса еще до появления дефектных деталей. Критерием профилактичности принят один из показателей, разработанных МИАН СССР, показывающий, какая доля брака «снимается» с помощью статистического контроля.

2. Надежность контроля — оценивается риском недооценки расстройств процесса, приводящим к накоплению брака в сменной выработке, и риском переоценки расстройства процесса, приводящим к появлению ложных сигналов о необходимости отладки процесса, когда в действительности существенных изменений в нем не произошло.

3. Экономичность контроля — оценивается, с одной стороны, потерями от брака и, с другой стороны, стоимостью или

трудоемкостью контроля и подналадок, производимых по сигналам контроля.

4. Сложность и наглядность контроля.

Критерии оценки вариантов статистического контроля зависят от многих факторов: точности процесса и характера его разладок, от варианта статистического контроля, объема и периодичности проб, ширины контрольной зоны и т. д. Для расчёта их значений были использованы формулы, разработанные в МИАН СССР, с учётом показателей исследуемых процессов.

Для сравнения были приняты варианты контроля, наиболее распространенные в промышленности: диаграмма средних арифметических, диаграмма медиан и диаграмма крайних значений (с нанесением на карту индивидуальных значений проб).

Сравнение вариантов проведено с помощью графиков, отражающих зависимости критериев оценки от параметров контроля и точностных характеристик процессов.

Результаты сравнения вариантов статистического контроля

При определенном подборе параметров контроля (объема проб, их периодичности и ширины контрольных зон) все рассматриваемые варианты могут обеспечить одинаковую профилактичность и надежность контроля, но при этом варианты отличаются по своей экономичности. Для процессов нормальной точности при небольшой трудоемкости подналадок экономичность метода крайних значений на 15—20% выше, чем других методов. С увеличением трудоемкости подналадок разница между методами несколько уменьшается, но и тогда при наиболее распространенных требованиях к надежности контроля экономичность метода крайних значений выше. Это объясняется тем, что основное влияние на критерий экономичности имеет трудоемкость собственно контроля, а трудоемкость метода крайних значений значительно меньше, чем других методов.

Кроме отличий по экономичности, сравниваемые варианты статистического контроля отличаются также по полноте и наглядности отражения хода технологического процесса. Наиболее подробную информацию дает диаграмма крайних значений, когда на карту наносятся все значения пробы, и особенно если она совмещена с диаграммой медиан.

Таким образом, на большинстве операций обработки крупных деталей целесообразно внедрять метод крайних значений

как наиболее наглядный, наиболее экономичный и не уступающий по надежности другим методам.

Оценка вариантов контроля с помощью критериев профилактичности, надежности и экономичности дает также возможность обосновать и оптимальные значения объема проб, их периодичности и ширины контрольных зон для каждого варианта.

В рассматриваемых условиях объем проб целесообразно брать 2—3 шт. для повышения экономичности контроля, а требуемую надежность контроля обеспечивать соответствующим подбором периодичности проб и ширины контрольных границ.

Внедрение метода крайних значений на линиях обработки гильз, поршней, шатунов и др. деталей подтвердило надежность, простоту и экономическую эффективность этого метода. На большинстве операций брак снижается в 2—3 и большее количество раз, резко повышается точность обработки из-за улучшения наладки станков. Улучшается технология контроля, повышается технологическая дисциплина и организация труда контролеров.