

ПРИМЕНЕНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ МЕХАНИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

А. Д. НЕМЦЕВ

(Представлена семинаром кафедр электрических машин и общей электротехники)

Коренное улучшение качества выпускаемой продукции—одна из наиболее актуальных задач, стоящих в настоящее время перед промышленностью. Решение этой задачи требует пересмотра сложившихся, устаревших методов организации контроля качества.

Цель настоящей работы — дать анализ применяемых на электромашиностроительных заводах методов контроля, рассмотреть возможность применения методов статистического контроля при изготовлении механических деталей асинхронных двигателей и разработать критерий для оценки качества технологии.

В настоящее время на электромашиностроительных заводах применяются два вида контроля: сплошной и выборочный.

Сплошной контроль заключается в том, что проверке подвергаются 100% деталей. Он применяется после операций с неустойчивыми технологическими процессами и после операций, имеющих решающее значение при дальнейшей обработке изделий. Так, например, у всех щитов проверяется диаметр и чистота отверстия под подшипник, диаметр свободного конца вала при отсутствии шлифовки после запрессовки пакета.

При применении сплошного контроля предполагают, что он полностью гарантирует потребителя от получения недоброкачественных изделий. Однако этому контролю присущи серьезные недостатки, например, большие затраты, связанные с его проведением. Кроме того, он имеет недостатки и технического характера, которые заключаются в том, что у контролеров, проверяющих одну и ту же продукцию изо дня в день, появляются симптомы усталости и определенная «слепота к дефектам». Поэтому некоторые дефекты остаются незамеченными.

Под выборочным контролем понимается такой метод контроля, при котором в процессе производства систематически отбирается в соответствии с заранее составленным планом определенное количество изделий для проверки их качества. Если 100%-ный контроль выполняет только защитную функцию, то выборочный контроль преследует две цели: а) обеспечение качества продукции в процессе самого производства и б) приемочный контроль продукции, произведенной в результате этого процесса. Этот метод обычно представляет собой либо процентную выборочную проверку продукции, либо чисто произвольную проверку, частота которой зависит от количества встречаемых дефектов. Эти оба метода могут быть признаны эффективными в том случае, если предварительно проанализирован риск, с которым сопряжено применение этих

методов для поставщика и потребителя. Этой оценкой риска и отличается научный метод выборочного контроля от «проверки наугад».

Выборочный контроль, фиксирующий результаты какой-либо отдельной операции, служит основанием для переналадки станков, а иногда сигнализирует и о необходимости повышения квалификации людей, которые управляют операциями.

Применяемые на электромашиностроительных предприятиях методы выборочного контроля не решают ни одну из поставленных задач, так как назначаемые объемы и частота выбора контролируемой продукции осуществляются без всестороннего анализа риска. Поэтому необоснованное осуществление выборочного контроля не способствует повышению качества выпускаемой продукции, и он является неэффективным. Это подтверждается проведенными исследованиями, которые заключались в следующем. Двигатели, забракованные при контрольных испытаниях по каким-либо параметрам, разбирались и делались измерения диаметров ротора и щита, боя ротора и щита. Результаты измерений показали, что у большого количества деталей имеются параметры, значения которых выходят за пределы допуска. Для изменения существующего положения необходимо внедрять выборочный статистический контроль, который уже успешно применяется на предприятиях машиностроительной и радиоэлектронной промышленности в СССР и во многих отраслях промышленности за рубежом.

При внедрении статистических методов контроля необходимо знать возможности технологического оборудования. В связи с этим были проведены исследования, по результатам которых можно судить о фактических разбросах параметров при изготовлении деталей и узлов асинхронных двигателей. Результаты измерения для двигателей А02-32-4 представлены на рис. 1, 2, 3, 4, на которых вертикальными линиями обозначены границы допуска.

Анализ технологических процессов изготовления деталей асинхронных двигателей показал, что в настоящее время имеют место большие разбросы некоторых параметров.

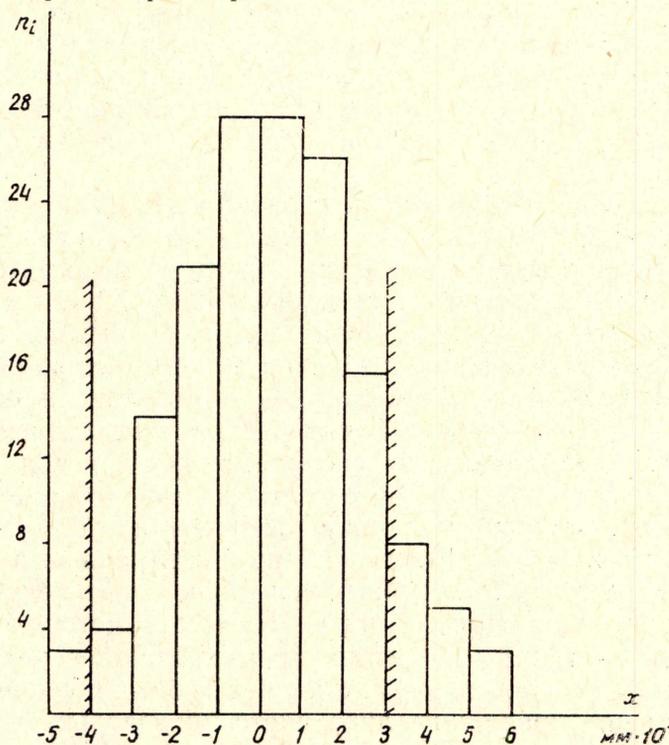


Рис. 1. Распределение отклонений от номинала диаметра роторов

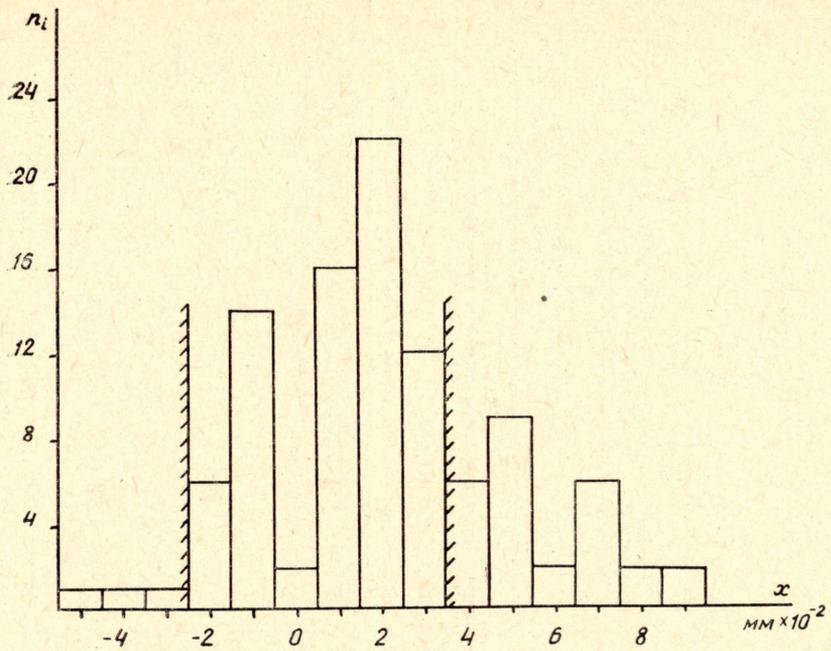


Рис. 2. Распределение отклонений от номинала диаметра замка щита

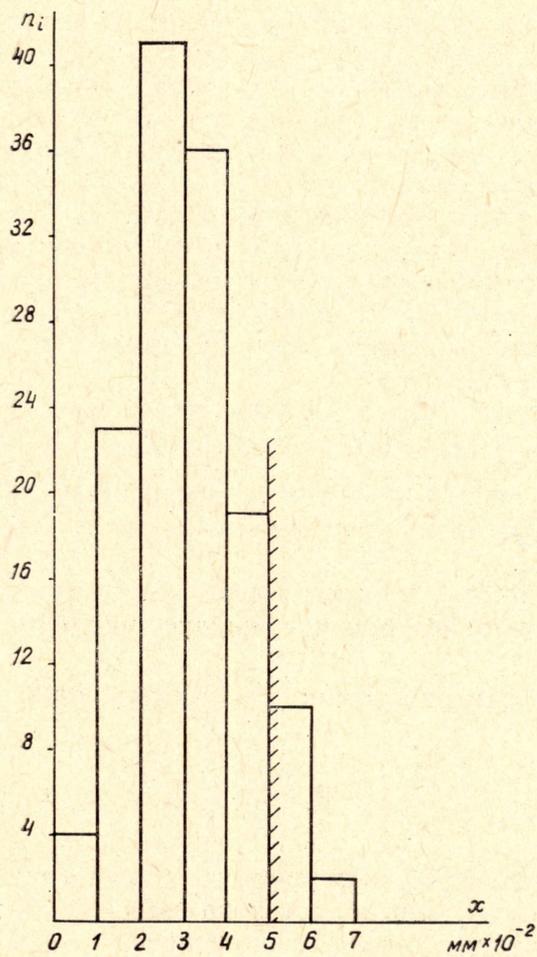


Рис. 3. Распределение боя поверхности роторов относительно шеек под подшипники

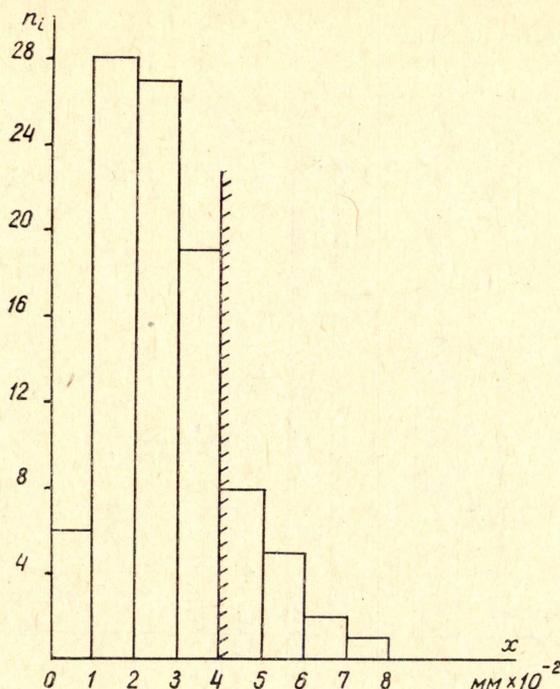


Рис. 4. Распределение боя щита

Эффективное же регулирование качества технологических процессов возможно при коэффициенте точности $K_T = 0,75 \div 0,85$ [1]. На приведенных гистограммах разброс параметров больше поля допуска и поэтому $K_T > 1$. Следовательно, при внедрении статистических методов контроля нужно или увеличить поле допуска, или усовершенствовать технологические процессы так, чтобы возможности данного оборудования соответствовали установленным допускам.

Как было сказано ранее, основная цель применения статистических методов контроля в промышленности — это регулирование и управление производственными процессами. Регулирование производственных процессов может осуществляться как по количественным, так и по качественным признакам.

Для регулировки процесса по количественным признакам чаще всего применяют двойные контрольные карты, например, « \bar{x} —R» — карту, в которую заносятся средние значения \bar{x} и размахи R выборок [3, 4]. \bar{x} -карта отражает ход процесса между выборками, а R-карта — положение внутри выборок.

Для ведения контрольных карт необходимо провести предварительный анализ, цель которого найти среднюю линию и границы регулирования.

Расчет границ регулирования для \bar{x} -карты производят по выражению [2]

$$K_{н.в.\bar{x}} = \bar{x} \pm \frac{z_{\alpha} \cdot \sigma}{\sqrt{n}}, \quad (1)$$

где

- \bar{x} — среднее значение измеряемого параметра;
- z_{α} — коэффициент, определяется по табл. 36 [2];
- σ — среднее квадратическое отклонение;
- n — объем выборки.

Границы регулирования для R-карты определяются по выражению [2]

$$K_B = D \cdot \bar{R}, \quad (2)$$

$$\bar{R} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k R_i, \quad (3)$$

где

k — число выборок;

$$R_i = x_{i \max} - x_{i \min}, \quad (4)$$

где

$x_{i \max}$ $x_{i \min}$ — соответственно максимальное и минимальное значения измеряемого параметра в выборке.

Коэффициент D определяется по [2, 3].

Регулирование производственного процесса при помощи контрольных карт количественных признаков требует составления контрольной карты для каждого рассматриваемого признака качества данной детали, что часто лишает обрабатываемые данные наглядности и неосуществимо непосредственно у станка.

Поэтому на практике для отдельных характеристик изделия проверяется, лежат ли они в пределах допуска или же выходят за эти пределы. Этот вид выборочного контроля применяется прежде всего в тех случаях, когда производится проверка большого количества изделий и когда эту проверку целесообразнее вести, используя измерительные приспособления, устанавливающие наличие или отсутствие качественных признаков (типа «годен-негоден»).

К основным методам контроля по качественным признакам относятся одноступенчатый, двухступенчатый и последовательный контроль. Одноступенчатый приемочный контроль обладает несколькими преимуществами: его легче спланировать, объемы выборок остаются постоянными. Можно получить наибольшее количество информации относительно качества партий изделий, так как данные каждой выборки могут быть нанесены на контрольную карту. Кроме того, если не освоен одноступенчатый контроль, трудно сразу освоить двухступенчатый или последовательный.

Обладая такими преимуществами, этот вид контроля может быть применен на электромашиностроительных заводах при контроле качества деталей и узлов после механической обработки.

Важнейшими параметрами одноступенчатого контроля являются объем выборки n и приемочное число c . Они определяются требованиями, предъявляемыми к качеству партий в результате соглашения между заказчиком и изготовителем.

При замене 100%-ного контроля выборочным имеют место ошибки двух родов.

Ошибка первого рода возникает, когда заказчик бракует на основании выборочного контроля годную партию с низким процентом брака, так как отобранная выборка содержала больше дефектных изделий, чем предусмотрено приемочным числом c . Вероятность такого ошибочного решения называется риском изготовителя.

С другой стороны, партия с высоким процентом брака может оказаться принятой, если взятая из нее выборка не содержит вообще или содержит лишь небольшое число дефектных изделий. Ложное решение о принятии качества представляет собой ошибку второго рода. Вероятность такого решения называется риском заказчика.

Рациональный план контроля должен составляться так, чтобы вероятности принятия ошибочных решений были по возможности невелики.

При оценке качества выпускаемой продукции необходимо учитывать технологию изготовления. Учет ее должен быть количественным и объ-

ективным. Такой учет можно сделать с помощью обобщенного критерия качества технологии.

Учитывая, что при изготовлении асинхронных двигателей действует большое количество случайных факторов, за обобщенный критерий качества технологии целесообразно принять вероятность того, что в собранном изделии все детали и узлы удовлетворяют техническим условиям:

$$P_T = P[X^{(1)}] \times P[X^{(2)}] \times \dots \times P[X^{(j)}] \times \dots \times P[X^{(m)}] = \prod_{j=1}^m P[X^{(j)}], \quad (5)$$

где $\prod_{j=1}^m P[X^{(j)}]$ — вероятность того, что все параметры j -того узла или детали удовлетворяют техническим условиям.

$$P[X^{(j)}] = P[x_1^{(j)}] \times P[x_2^{(j)}] \times \dots \times P[x_i^{(j)}] \times \dots \times P[x_{ni}^{(j)}], \quad (6)$$

где $P[x_i^{(j)}]$ — вероятность того, что i -й параметр j -го узла или детали удовлетворяет техническим условиям.

Способ определения вероятности $P[x_i^{(j)}]$ зависит от того, какие признаки — качественные или количественные — используются при контроле параметра. При контроле по качественным признакам

$$P[x_i^{(j)}] = 1 - \frac{n_q}{n} = 1 - \bar{p}, \quad (7)$$

где n — общее количество измерений,
 n_q — количество измерений, при которых значения параметров не соответствуют ТУ.

При контроле по количественным признакам

$$P[x_i^{(j)}] = \int_{x_H}^{x_B} f(x) dx, \quad (8)$$

где x_B и x_H — соответственно верхнее и нижнее допустимые значения контролируемого параметра.

$f(x)$ — плотность распределения контролируемого параметра.

Выводы

1. Дан анализ существующих методов контроля и разработаны рекомендации по применению статистических методов контроля при изготовлении механических деталей для крупносерийного производства асинхронных двигателей.

2. Предложен критерий для оценки качества технологии изготовления, который позволяет сравнивать технологические процессы различных предприятий, выпускающих одинаковую продукцию.

ЛИТЕРАТУРА

1. О. Г. Лисицкий и др. О первых стандартах по статистическим методам управления качеством продукции. Надежность и контроль качества. 4, 1970.
2. Р. Шторм. Теория вероятностей. Математическая статистика. Статистический контроль качества. М., 1970.
3. Б. Хэнсен. Контроль качества, «Прогресс», 1968.
4. Э. Шиндовский, О. Шюрц. Статистические методы контроля производства «Мир», 1969.