

УДК 658.562

К ВОПРОСУ О ПРИМЕНЕНИИ КОНТРОЛЬНЫХ КАРТ И ИНДЕКСОВ ВОСПРОИЗВОДИМОСТИ

© 2010 Ю.А. Лунина¹, Д.В. Галуза², М.С. Зинина², Е.А. Соловьева²¹ Самарский государственный архитектурно-строительный университет² Самарский государственный аэрокосмический университет

Поступила в редакцию 15.12.2010

В статье рассматриваются вопросы применения контрольных карт и индексов воспроизводимости. Даются рекомендации по определению количества измерений. Приводятся результаты расчётов. Ключевые слова: менеджмент качества, кабель, методы статистические.

Применения статистических методов анализа позволило коренным образом изменить отношение к качеству выпускаемой продукции, но в тех случаях, когда корректные методы некорректно использовали, отношение к статистическому исследованию резко ухудшалось.

Поставим задачу в проведении оценки уровня качества производства автомобильного провода, на этапе ошланговки. Имеем следующие сложности при решении данной задачи:

1. единица продукции является бобина, в которую уложен провод длиной 30 км, то есть возникает проблема через какой интервал проводить измерения для построения в частности контрольной карты;

2. провод имеет не идеально круглую поверхность, следовательно, замеры должны быть как-то распределены и по диаметру.

Проведем анализ процесса производства. Ошланговка осуществляется за счет пластиката, который предварительно разогретый подается в дозатор, значит, имеются температурные зоны подготовки пластиката.

Проведем замер, за какое время температурная зона, в которой находится полностью подготовленный пластикат, будет использована дозатором. Выясняется, что данное время составляет 2,6 минуты.

Известно, что для построения контрольной карты необходима группировка значений, при-

чем рекомендовано группировать результаты измерений по пять, чтобы гарантировать сгруппированному ряду нормальность. Следовательно, необходимо в течение 2,6 минуты проводить пять замеров, то есть два замера в минуту. Тем самым мы решим первую задачу.

Так как существует оценка диаметра провода по двум плоскостям, первая, где имеется минимальная толщина изоляции, формируемая пластикатом, и вторая где – максимальная, будем строить контрольную карту по двум диаметрам перпендикулярно расположенным друг к другу, причем данные смешиваться не должны и карты анализироваться должны отдельно.

То есть фактически для анализа одного провода придется вести четыре контрольные карты две карты по среднему значению и две по среднеквадратическому, но по разным диаметрам. Тем самым мы решим вторую задачу.

Теперь проведем анализ самой контрольной карты. Известны условия, при которых процесс признается управляемым или неуправляемым, в частности одним из критериев является выход точки на контрольной карте за расчетные границы. При увеличении количества измерений, а в

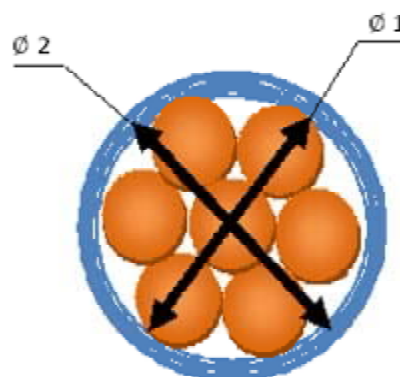


Рис. 1. Сечение автомобильного кабеля

Лунина Юлия Александровна, соискатель кафедры экономики и менеджмента в строительстве.

E-mail: Lunina_ja@mail.ru.

Галуза Дарья Владимировна, инженер.

E-mail: dasha_450413_@mail.ru.

Зинина Марина Сергеевна, студентка кафедры производства летательных аппаратов и управления качеством в машиностроении. E-mail: plaukt@mail.ru

Соловьева Екатерина Андреевна, студентка кафедры производства летательных аппаратов и управления качеством в машиностроении. E-mail: plaukt@mail.ru

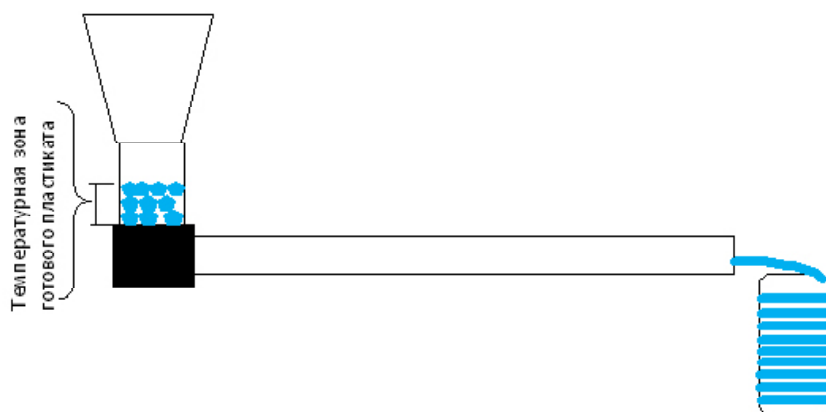


Таблица 1. Параметры и характеристики проводов

Марка провода, сечение, мм ²	Диаметр провода, мм			Минимальная толщина изоляции, мм	Номинальная толщина изоляции, мм	Минимальная концентричность
	Ном.	Мин.	Макс.			
ПВАМ – 0,5	1,5	1,4	1,6	0,22	0,3	0,55
ПВАМ- 0,75	1,8	1,7	1,9	0,24	0,32	0,55
ПВА -0,75	2,3	2,2	2,5	0,35	0,5	0,55

Таблица 2. Результаты применения контрольных карт

Марка провода, сечение		Результаты применения контрольных карт		
		X	S	
ПВАМ – 0,5	ЛАП 60	d1	2	0
		d2	1	0
ПВАМ- 0,75	SPE10	d1	0	0
		d2	0	1
ПВАМ-0,5	SPE10	d1	0	0
		d2	0	0
ПВА-0,75	ЛАП-60	d1	4	0
		d2	4	0

нашем случае их число будет равным не менее нескольких тысяч, данный критерий будет обладать недостаточной достоверностью. И по одному ему говорить о разлаженности процесса не стоит. Тем более останавливать процесс производства. Выходом из данной ситуации может быть следующий, во-первых, необходим математико-вероятностный расчет. Который покажет уровень достоверности данного критерия. Основой его расчета будет формула закона нормального распределения и уточнения, по каким немецким или американским стандартам строится контрольная карта, тогда можно рассчитать в зависимости от среднего, дисперсии и контрольных границ вероятность попадания точки за пределы границ при известном числе измерений. Во-вторых, необходимо оценивать, не появились ли и другие критерии разлаженности процесса, при этом следует пользоваться автоматизированной процедурой расчета.

Но на практике появляется и другая не простая задача по использованию контрольных карт, которая заключается в следующем. Как известно расчет контрольных границ производится после измерений, а карта крайне необходима в процессе производства, так как ее основная ценность заключается в регулировании технологического процесса, а не в его анализе. Следовательно, для корректного применения контрольной карты необходимо воспользоваться теорией эксперимента и установить границы регулирования заранее.

Так как большинство технологических процессов подчиняются нормальному закону распределения, а параметры изделия имеют две границы поля допуска, то будем разрабатывать показатели качества при оговоренных условиях.

Известно, что экономические потери в случае выхода параметров изделия за одну из границ поля допуска, неравны потерям в случае

выхода за другую границу поля допуска. Тогда показатель экономических потерь рассчитывается следующим образом:

$$Q_{эк} = P_1 \mathcal{E}_1 + P_2 \mathcal{E}_2,$$

где P_1 – вероятность выхода продукции за НКГ (нижняя граница поля допуска),

P_2 – вероятность выхода продукции за ВКГ (верхняя граница поля допуска),

\mathcal{E}_1 – экономические потери связанные с выходом продукции за НКГ,

\mathcal{E}_2 – экономические потери связанные с выходом продукции за ВКГ.

Как показывает практика, экономические потери зависят от удаления параметра качества изделия от границы поля допуска. Тогда $P_1 \mathcal{E}_1$ будет рассчитываться по формуле:

$$P_1 \mathcal{E}_1 = \sum p_i \mathcal{e}_i,$$

где p_i – вероятность появления параметра изделия в предполагаемом интервале,

\mathcal{e}_i – экономические потери, связанные с появлением параметра изделия в предполагаемом интервале.

Величина $P_2 \mathcal{E}_2$ в нашем случае не изменяется, так как связана с постоянными потерями в следствии забраковки изделия.

Кроме того, следует учитывать объем выпускаемой продукции V .

Тогда окончательно формула расчета вводимого показателя примет вид:

$$Q_{эк} = V(\sum p_i \mathcal{e}_i + P_2 \mathcal{E}_2).$$

Анализ технологического процесса при помощи такого показателя позволит решить целый класс задач стоящих перед руководителями: сопоставить текущие экономические потери со стоимостью ремонта оборудования, определить всегда ли настройка на середину поля допуска является экономически целесообразной и т.д.

Но для более детального исследования технологических процессов такого показателя будет недостаточно. Необходимо узнать изменение чего \bar{X} или σ приводит к более значительным экономическим потерям.

Как отмечалось выше, мы ограничены тем, что распределение значения X является случайной величиной \bar{X} , распределенной по нормальному закону с \bar{X} и σ .

Тогда вероятность выполнения технического задания рассчитывается следующим образом:

$$\alpha = \Phi\left(\frac{ВКГ - \bar{X}}{\sigma}\right) - \Phi\left(\frac{НКГ - \bar{X}}{\sigma}\right),$$

где Φ – функция Лапласа.

Введем отклонение D от центра поля допуска:

$$D = \bar{X} - \left(\frac{ВКГ + НКГ}{2}\right)$$

$$\text{тогда } ВКГ - \bar{X} = \left(\frac{ВКГ - НКГ}{2}\right) - \Delta,$$

$$НКГ - \bar{X} = -\left(\frac{ВКГ - НКГ}{2}\right) - \Delta.$$

После введения D вероятность выполнения технического задания примет вид:

$$\begin{aligned} \alpha &= \Phi\left(\frac{\left(\frac{ВКГ - НКГ}{2}\right) - \Delta}{\sigma}\right) - \Phi\left(\frac{-\left(\frac{ВКГ - НКГ}{2}\right) - \Delta}{\sigma}\right) = \\ &= \Phi\left(\frac{1 - \Delta'}{\sigma'}\right) - \Phi\left(\frac{-1 - \Delta'}{\sigma'}\right), \end{aligned}$$

$$\text{где } \Delta' = \frac{\Delta}{\frac{ВКГ - НКГ}{2}} \text{ и } \sigma' = \frac{\sigma}{\frac{ВКГ - НКГ}{2}}$$

При идеально настроенном процессе на середину поля допуска $D = \Delta' = 0$, тогда:

$$\alpha = \Phi\left(\frac{1}{\sigma'}\right) - \Phi\left(\frac{-1}{\sigma'}\right) = 2\Phi\left(\frac{1}{\sigma'}\right).$$

При этом видно, что вероятность выполнения технического задания зависит только от σ' . Теперь возможно провести анализ влияния σ и величины D (отклонение \bar{X} от центра поля допуска) на вероятность выполнения технического задания или на уровень брака в производстве. На рис. 1 представлена зависимость величины $(1 - \alpha)$ от Δ' при различных σ' .

По результатам построения графиков на рис. 3 можно сделать вывод о том, когда изменение \bar{X} или σ выгодно для предприятия. Очевидно, что подобной возможностью не обладает индекс воспроизводимости $S_{рк}$. Тем не менее, для предприятий остается важным использовать показатель, который демонстрирует изменение технологического процесса и не зависит от экономических потерь. При решении такой задачи следует обращать внимание на неравномерность изменения вероятности выхода параметров изделия за границы поля допуска. При этом индекс воспроизводимости $S_{рк}$ не реагирует на изменение доли брака (так как является односторонним показателем). Для решения данной проблемы можно проводить наблюдение за изменением нескольких индексов воспроизводимости ($S_{рв}$, $S_{рк}$, $S_{рл}$) или воспользоваться следующей формулой расчета комплексного показателя:

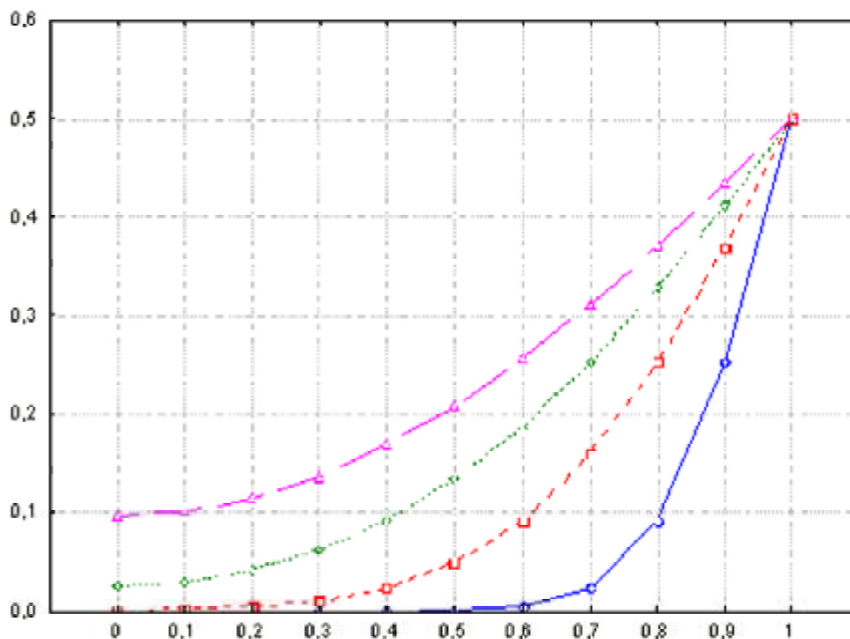


Рис. 3. Влияние величин σ и Δ' на долю брака $(1 - \alpha)$

$$Q = Q_p Q_c,$$

где Q_p – показатель рассеивания процесса,
 Q_c – показатель характеризующий способность процесса удовлетворять принятым требованиям.

$$Q_p = [1 - (P_{цд} - P_d)],$$

где $P_{цд}$ – вероятность выхода годных изделий при идеально-центрированном процессе,

P_d – вероятность выхода годных изделий.

$$Q_c = P_{цд} / P_c,$$

где P_c – целевое (стандартное) значение выхода годных изделий принятое на конкретном предприятии.

Разработанные показатели имеют широкую область применения, но следует отметить, что расчет Q целесообразен когда имеется высокая вероятность появления брака, так как в других случаях большей наглядностью обладают индек-

сы воспроизводимости (C_{pv} , C_{pk} , C_{pl}).

Разработанные в статье методы оценки уровня качества продукции на стадии производства позволят наиболее эффективно организовать обратную связь по управлению технологическими процессами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ключков Ю.С., Шахов П.А. Совершенствование методики оценки уровня качества технологического процесса // 8 Королевские чтения: всероссийская молодежная научная конференция, Самара 2005 г. С. 172
2. Барвинок В.А., Ключков Ю.С., Фокин В.И., Игнатъев С.А., Яницкая Т.С. Оценка технологического процесса с помощью показателей качества // Известия СНЦ РАН. Спец. выпуск "Технологии управления организацией. Качество продукции и услуг". Вып. 4. 2008 г. С. 136-145.

TO THE QUESTION ON APPLICATION OF CONTROL CARDS

© 2010 J.A. Lunina¹, D.V. Galuza², M.S. Zinina², E.A. Soloveva²

¹Samara State Architectural-Building University

²Samara State Aerospace University

In article it is considered questions of application of control cards. Recommendations about definition of quantity of measurements are given. Results of calculations are brought.

Key words: management of quality, cable, statistical technology.

Julia Lunina, assistant at Samara of Architectural and Construction University of Russian Federation. E-mail: Lunina_ja@mail.ru
 Darya Galuza, an inzhener. E-mail: dasha_450413_@mail.ru.
 Marina Zmina, student.
 Ekaterina Solovieva, student.