

УДК 311:620.17.172

СТАТИСТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ИСПЫТАНИЙ ФОЛЬГИ МЕДНОЙ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОЙ И КАТАНКИ МЕДНОЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОНТРОЛЬНЫХ КАРТ

Я.Г.Андреев, Т.Е.Поздеева, Н.В.Шишкова
 ЗАО «Кыштымский медеэлектролитный завод»
 456870, Кыштым, Парижской коммуны, 2
 labf@kmez.ru

Поступила в редакцию 31 марта 2004 г.

Представлен метод статистического контроля правильности и повторяемости процесса проведения испытаний на основе трех фаз: сбора данных, анализа и управления процессом. Показан пример формирования подгрупп для контроля качества испытаний на примере катанки. Представлена причинно-следственная диаграмма Исикава для анализа процесса. Описан метод управления процессом.

Андреев Ярослав Геннадьевич – начальник центральной заводской лаборатории Кыштымского медеэлектролитного завода.

Поздеева Татьяна Емельяновна – начальник лаборатории цеха электролиза медной фольги Кыштымского медеэлектролитного завода.

Шишкова Надежда Васильевна – инженер по внедрению новой техники и технологии цеха электролиза медной фольги Кыштымского медеэлектролитного завода.

В практике лабораторий часто возникает необходимость исследований материалов, в методах испытаний которых не оговорены требования к погрешности результатов. Технические условия на такие материалы и методики их испытаний разрабатывают обычно непосредственно на предприятии. При этом, как правило, отсутствуют стандартные образцы состава или свойств с помощью которых могут быть установлены все показатели точности методик и выполнения измерений.

В то же время, вышедший в свет ГОСТ Р ИСО 5725-1-2002 [1] рекомендует для обеспечения высокого качества продукции осуществлять контроль стабильности процесса проведения испытаний.

Подобная проблема встала перед лабораторией цеха электролиза медной фольги (ЦЭМФ) ЗАО «Кыштымский медеэлектролитный завод» при испытании фольги медной электролитической и катанки медной. Отсутствие стандартных образцов фольги и катанки заставило прибегнуть к методам статистического контроля процесса проведения испытаний с помощью контрольных карт (далее по тексту - КК), в целом аналогичных картам Шухорта [2].

Под процессом проведения испытаний подразумевается совокупность работы оборудования, средств измерений, качества входных материалов, погрешности методов, условий окружающей

среды и профессионализма персонала, выполняющего испытания.

Совершенствование процесса с помощью КК - это процедура, в которой повторяются основные фазы: сбор данных, анализ и управление.

Сбор данных

При участии программистов в лаборатории разработаны электронные программы для сбора данных результатов испытаний. В них фиксируются характеристики качества испытываемой текущей продукции (например, временное сопротивление, относительное удлинение после разрыва фольги или катанки, прочность на отслаивание фольги от диэлектрика и т.п.), результаты испытания для каждого из параллельных образцов, окончательный результат испытания, дата проведения испытания, смена, фамилия оператора, т.е. по возможности как можно больше информации.

Для построения КК оказалось достаточно пред-

варительных данных в объеме 200 - 300 подгрупп. В период сбора предварительных данных технологический процесс производства продукции и процесс проведения испытаний были не хуже и не лучше, чем это принято при нормальном ходе производства [2].

Существует несколько разновидностей КК, описание основных видов их приводится в [3]. Для контроля стабильности результатов механических испытаний фольги и катанки были выбраны КК, аналогичные картам Шухарта для количественных данных. Для оценки качества испытаний в лаборатории ЦЭМФ используют КК средних значений (\bar{X} - карта) и размахов (R-карта). За объем одной подгруппы принимается одно испытание с n количеством параллельных определений ($n = 2 + 4$).

Пример формирования подгрупп для контроля качества испытаний катанки на временное сопротивление σ (Н/мм²) и относительное удлинение после разрыва δ (%), представлен в табл. 1.

Таблица 1

1 Характеристики качества 2 Единица измерения 3 Метод испытаний по 4 Период			временное сопротивление σ , относительное удлинение после разрыва δ Н/мм ² , % ГОСТ 1497 с 01.01.2003 по 15.01.2003							
Дата	Оператор	№ под- группы	σ_1 , Н/мм ²	σ_2 , Н/мм ²	Среднее подгруппы σ_{cp} , Н/мм ²	Размах подгруппы $R(\sigma_1 - \sigma_2)$, Н/мм ²	δ_1 , %	δ_2 , %	Среднее подгруппы δ_{cp} , %	Размах подгруппы $R(\delta_1 - \delta_2)$, %
1 янв	Б	1	181	180	181	1	38	38	38	0
1 янв	Б	2	179	179	179	0	33	32	33	1
1 янв	А	3	181	181	181	0	37	39	38	2
2 янв	В	4	181	181	181	0	38	39	39	1
2 янв	В	5	186	184	185	2	36	37	37	1
2 янв	Г	6	188	189	189	1	36	30	33	6
3 янв	А	7	180	180	180	0	38	37	38	1
3 янв	А	8	183	185	184	2	35	36	36	1
3 янв	В	9	180	180	180	0	37	42	40	5
4 янв	Б	10	184	184	184	0	35	37	36	2
4 янв	Б	11	185	189	187	4	35	33	34	2
...										
...										
...										
15 янв	Б	198	180	181	181	1	38	37	38	1
15 янв	Б	199	181	180	181	1	39	43	41	4
15 янв	А	200	179	181	180	2	35	36	36	1
\bar{X}					181				36	
\bar{R}						2				2

\bar{X} - и R - карты строят в соответствии с [2] п.п. 11.1-11.6. КК имеет вид временного ряда, на оси абсцисс которого откладывается дата проведения испытаний, на оси ординат – все результаты испытаний, соответствующие данной дате. КК для каждого показателя качества строится отдельно (рис. 1). Построенные таким образом КК в дальнейшем используются для контроля текущего состояния процесса. Процедура управления с помощью КК приведена в [2] п.п. 6.1-6.7.

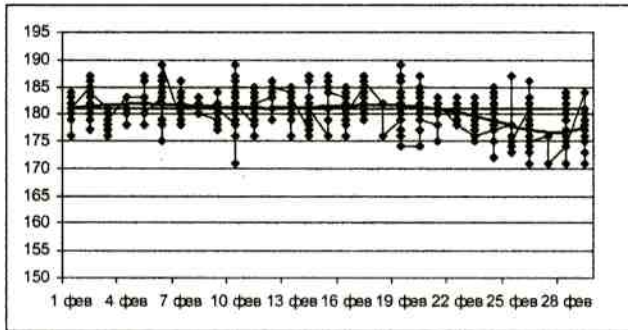


Рис.1. Пример построения контрольной карты средних значений

Анализ

При статистическом контроле процесса проведения испытаний наличие трендов на \bar{X} - карте или многократное появление значений вне контрольной границы на R - карте дает повод к проверке стабильности процесса из-за действия систематических причин. Эти причины и должны быть обнаружены, чтобы в дальнейшем их как-то учесть или скомпенсировать.

Производство продукции – это совокупность технологического процесса и процесса проведения испытаний. В задачу лаборатории не входит воздействие на технологический процесс, это – дело технологической службы цеха, мы оцениваем лишь качество выполнения испытаний. Однако, как уже отмечалось, в лаборатории нет возможности проверки правильности результатов измерений из-за отсутствия необходимого стандартного образца. Мы строим КК средних значений (\bar{X} - карту) без контрольных границ для того, чтобы оценивать тренды, если таковые возникают. Возникновение тренда может сигнализировать о появлении какой-либо систематической ошибки при проведении испытаний, а может быть нарушением технологического процесса либо намеренным вмешательством в технологию. Возможно, ввиду изменения технологии производства, изменится и средняя линия процесса. Тогда, если это изменение подтверждено технологической службой цеха, \bar{X} - карту нужно пересчитать на основе текущих данных. В любом случае со своей стороны мы обязаны

прореагировать на произошедшие изменения.

Пример. При статистическом анализе временного сопротивления катанки за февраль было обнаружено тренд в конце месяца, показывающий, что результаты снижаются относительно средней линии. При проверке лабораторией средств измерений выяснилось, что микрометр, с помощью которого измеряется диаметр катанки, необходимый для дальнейшего расчета данной характеристики, систематически «завышал» результаты. Микрометр заменили, после чего результаты «выровнялись».

Для выявления влияющих причин используется причинно-следственная диаграмма Исикава или «рыбий скелет». Причинно-следственная диаграмма изображает зависимость между данным следствием и его потенциальными причинами (причинно-следственный анализ).

Первое, что нужно сделать – определить показатель качества, изменчивость которого вы намерены изучать. Его нужно записать с правого края чистого листа бумаги. От него влево проводится прямая линия – основной «хребет кости». Затем определяются главные причины, которые влияют на этот показатель, записываются по обе стороны от «хребта» и соединяются с «хребтом» стрелками – «большими костями». Далее определяются вторичные причины, которые влияют на «большие кости», затем причины третьего порядка («мелкие кости») и т.д.

На рис. 2 представлена причинно-следственная диаграмма в случае, когда анализируют тренд на \bar{X} - карте при исследуемом показателе качества – временном сопротивлении катанки.

Составление такой диаграммы, пожалуй, самый сложный этап, т.к. очень важно выявить максимальное число причин, имеющих отношение к анализируемому показателю качества.

Вообще эффективней всего показал себя групповой метод анализа причин. Здесь необходимо учитывать мнение персонала, хорошо знающего особенности конкретного оборудования, условия проведения испытаний и т.п. Учитывается обязательно и мнение операторов, проводивших испытания, т.к. непосредственные исполнители, ежедневно выполняющие производственные операции на своем рабочем месте, могут сообщить больше ценных фактов, чем кто-либо другой. Важно мнение не только технических специалистов, но и персонала, не имеющего непосредственного отношения к данному процессу, т.к. именно у них может оказаться неожиданный подход к выявлению и анализу причин, которые могут не заметить лица, привычные к данной рабочей обстановке.

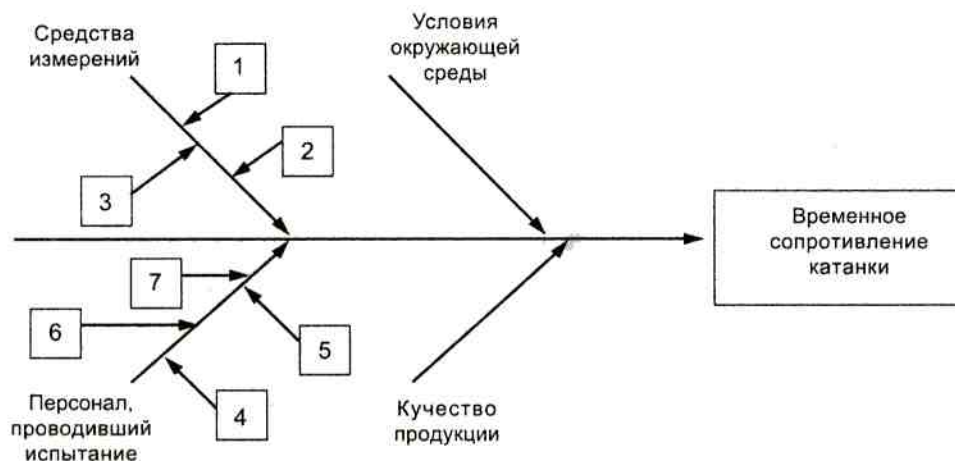


Рис.2. 1 – состояние испытательной машины (надежность крепления зажимов и т.п.); 2 – скорость нагружения; 3 – погрешность и исправность средств измерений (машины, микрометра); 4 – правильная эксплуатация оборудования; 5 – соблюдение методики; 6 – квалификация оператора; 7 – ошибка в расчетах.

Управление

После того, как диаграмма Исикава составлена, проверяется каждый пункт из перечня указанных причин с целью определить, действительно ли есть влияние их на исследуемый показатель качества. Желательно проводить проверку поэтапно, чтобы точно выявить действующую на процесс причину. Если мы считаем, что именно эта причина повлияла на стабильность процесса, проводятся корректирующие мероприятия, совершенствование процесса проведения испытаний (настройка оборудования, замена средства измерения, дополнительное обучение оператора и т.п.). После проведения корректирующих мероприятий оцениваются вновь полученные результаты и сравниваются с предыдущими.

Если источник причины найден и процесс стабилизировался, в будущем необходимо предотвратить его появление. Если улучшения тем не менее нет, возможно, были неверно рассчитаны

контрольные границы, или найдены не все причины, влияющие на стабильность процесса. Тогда либо мы возвращаемся к пункту «сбор данных» и контрольные границы пересчитываем на новом объеме данных, либо к пункту «анализ» соответственно. Более детальное описание управления процессом приведено в [4].

Хочется отметить, что работа лаборатории в этом направлении не закончена, можно сказать, только начинается, т.к. изучение и развитие статистических методов – это интересное, прогрессивное направление в области обеспечения качества. Во-первых, статистический контроль испытаний по контрольным картам актуален тем, что проводится постоянно и позволяет вовремя заметить, что произошли какие-либо изменения в процессе проведения испытаний. Во-вторых, отреагировав на произошедшие изменения, можно оперативно принять меры для устранения причин и противодействия им, тем самым поддерживая процесс на стабильном уровне.

ЛИТЕРАТУРА

- ГОСТ Р ИСО 5725-1-2002. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений». Ч.1 Основные положения. М.:Изд-во стандартов, 2002. 23 с
- ГОСТ Р 50779.42 (ИСО 8258-91). Статистические методы. Контрольные карты Шухарта. М.:Изд-во стандартов, 1999. 31 с.
- ГОСТ Р 50779.40 (ИСО 7870-93). Статистические методы. Контрольные карты. Общее руководство и введение. М.:Изд-во стандартов, 1996. 19 с..
- Стандарт SPC. Статистическое управление процессами. Н.Новгород: АО НИЦ КД, СМЦ «Приоритет», 1999 г. 181 с.

* * * * *

STATISTICAL TESTING QUALITY CONTROL FOR ELECTRODEPOSITED COPPER FOIL AND COPPER WIRE ROD WITH THE USE OF THE SHUKHART'S CONTROL MAPS

Ya.G.Andreev, T.E.Pozdeeva, N.V.Shishkova

A method of the statistical surveillance of correctness and repeatability for tests carrying out process on basis of three phases is submitted: data collection, analysis and process control. The example of making up of subgroups for rod tests quality surveillance is shown. Isikava's cause and effect diagram for process analysis is submitted. Process control method is described.