

Термитные нихарды, синтезированные металлтермией// Вісник СумДУ. – Суми. – 2005. – №1(73). – С. 157–161. **8.** Zhiguts Yu.Yu., Shurokov V.V. The improvement of service and technological characteristics cast alloys syntheses by exothermic processes// Материалы 6-ой пром. конф. „Эффективность реализации научного, ресурсного и промышленного потенциала в современных условиях”. Славское. – К.: «Наука, техника, технология». – 2006. – С. 113-114. **9.** Жигуц Ю.Ю. Використання порошкових матеріалів для синтезу високохромованих неіржавіючих сталей//Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні. – Запоріжжя, ЗНТТУ. – 2005. – №2. – С. 26–29. **10.** Zhukov A.A., Ramani A.S., Zhiguts Yu.Yu. Modifications of Hillert equation and their application in phase diagram computation// OPA. Amsterdam B.V.Metal Physics and Advanced Technologies. – 1997. – Vol.16. – p. 821–839. **11.** Жуков А.А., Жигуц Ю.Ю., Шилина Е.П., Мажумдар Дж. Датта. Комбинированная поверхностная обработка лазерным поверхностным упрочнением и самораспространяющимся высокотемпературным синтезом// Изв. ВУЗов. Черная металлургия. М. – 1998. – №5. – С. 60–63. **12.** Патент України на корисну модель № у 2005 03319 А МПК: 7B22C9/08. Металотермічний реактор/ Ю.Ю. Жигуц, Ю.Ю. Скиба, В.І. Похмурський, І.І. Крайній – Опубл. 17.10.2005. – Бюл. №10. **13.** Котик Ф.И., Ибрагимов С.Г. Контроль металлов и сплавов в машиностроении. М. Машиностроение. – 1983. – 248 с. **14.** Патент України №253051 А МПК: 7B22C9/08 Спосіб термітного зварювання чавунів /Ю.Ю. Жигуц, Ю.Ю. Скиба. Опубл. 15.01.2003; – Бюл. №1.

Сдано в редакцию 22.05.07

МНОГОМЕРНЫЙ СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ В ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Звягинцева А.В.

(Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Россия)

В электрохимических системах актуальным является приготовление покрытий с заданными свойствами, для чего используют комплексные электролиты с добавлением органических веществ, адсорбирующихся на поверхности электрода. Для решения оперативных и тактических задач применяется статистическое управление качеством, цель которого состоит в описании и выявлении явных отличительных признаков, изучаемых совокупностей на основе данных множества наблюдений

Актуальность. В настоящее время широкое применение находит гальваностегия, то есть нанесение покрытий в виде металлов и сплавов. При этом важной задачей является приготовление покрытий с заданными свойствами.

Обоснование задачи. Поставленная задача не может быть решена без знания механизма и закономерностей процессов электрокристаллизации металлов. Для регулирования скорости электрокристаллизации и получения осадков с заданными свойствами часто используют не простые, а комплексные электролиты и в растворы добавляют органические вещества, адсорбирующиеся на поверхности электрода.

Цель исследования. Электрохимические системы металлов и сплавов создаются с целью получения покрытий с заданным набором функциональных свойств. Степень достижения заданных функциональных параметров определяет качество покрытий и качество процессов их получения. Основной причиной неудач в создании электрохимических систем осаждения металлов являются несовершенная работа и

недостаточность знаний при принятии решений. Одна из причин этого состоит в том, что факты часто путают с суждениями.

Любой вид человеческой деятельности сопряжен с производством огромных массивов данных. Они накапливаются иногда целенаправленно, иногда сами собой, но всегда существует острая проблема превращения этих данных в информацию, позволяющую осознать факты, важные для принятия управленческих решений.

Ключевую роль в процессе добывания фактов играют измерения, которые можно определить как приписывание чисел вещам.

Принимать решения на основе фактов – значит отличать достоверные или надежные факты от ложных, сомнительных фактов или артефактов. Таким образом, принимая решения на основе фактов, мы снижаем до сих пор огромные потери от неэффективности управленческих решений и, одновременно, накапливаем информацию, которую постепенно превращаем в знания. "Статистическое мышление" предполагает цепочку взаимосвязанных процессов для принятия решения (рис.1)

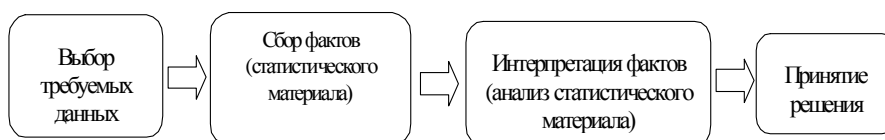


Рис. 1. Цепочка взаимосвязанных процессов, характерных для принятия решения

Одной из самых главных стадий в этой цепочке – выбор требуемых данных, на основании которых будут вырабатываться решения. Правильность принятого решения будет зависеть от правильности исходных данных, которые должны представлять собой только факты. Поэтому сбор и интерпретация фактов – важнейшие этапы принятия решения и все явления необходимо рассматривать со статистических позиций.

Статистическое управление качеством – инструмент, который предназначен для решения оперативных и, отчасти, тактических задач.

Результаты исследования. Многомерный статистический анализ является мощнейшим инструментом изучения зависимостей многомерных переменных. Особенно это стало очевидно с развитием компьютерных средств вычисления.

Поставим общую математическую задачу следующим образом. Имеются совокупности (или объекты) $n_i=1, \dots, r$. В нашем случае объектами n_i являются изделия с электрохимически нанесёнными покрытиями и классифицированные на два класса (качественные покрытия и брак), таким образом, r известно и равно двум. Объекты n_i описываются моментами (вектором средних и матрицей ковариаций). Далее, имеется два множества наблюдений, первое обозначено через X , а второе – через U (каждое из них может быть пустым). Каждое из наблюдений, принадлежащих множеству X , таково, что для него известна с достоверностью совокупность, которой он принадлежит, или его, метка. Что касается меток наблюдения из множества U , то они неизвестны. На настоящем этапе решения задачи будем считать, что множество U – это означает, что мы не имеем в наличии наблюдений, для которых неизвестна принадлежность к конкретным совокупностям.

Цель математического исследования состоит в качественном описании и выявлении явных отличительных признаков, изучаемых совокупностей, на основе данных наблюдений множества X

Все вычисления в данной работе проводилось с использованием статистических программ "STATISTIKA".

Используя понятия объекта и признака, условимся впредь называть матрицей “Объект-свойство” или “Объект-признак” прямоугольную таблицу, состоящую из значений признаков описывающих свойства исследуемой выборки наблюдений. В данном контексте одно наблюдение будет записываться в виде отдельной строки состоящей из значений используемых признаков. Отдельный же признак в такой матрице данных будет представлен столбцом, состоящим из значений используемых признаков. Отдельный же признак в такой матрице данных будет представлен столбцом, состоящим из значений этого признака по всем объектам выборки.

Преимуществом многомерных методов обработки результатов является использование всех взаимосвязанных откликов-сигналов, а не выделение из них единичных. При рассмотрении индивидуальных сигналов в обработку не включаются их ковариации, что неизбежно приводит к статистически необоснованным результатам. В прошлом статистический анализ более чем одной переменной сводился к рассмотрению каждой переменной в отдельности. Такой подход обладает ограниченными возможностями, поскольку выводы относительно совокупности переменных, как правило, не могут быть получены из выводов относительно каждой переменной.

По отдельно взятым разрозненным сигналам невозможно добиться постановки удовлетворительного аналитического заключения. Здесь налицо многомерная диагностическая задача, когда только совокупное взаимодействие признаков способно в той или иной степени отражать разбиение объектов на классы (группы) по актуальному критерию.

Отклики в эксперименте имеют разные масштабы измерений, что негативно сказывается на результатах многомерных статистических исследований. Для приведения их к единому масштабу обычной практикой является использование фишеровского стандартизированного преобразования каждого отклика

$$Y_i = \frac{y_i - \bar{y}_i}{S_i}, \quad (1)$$

где Y_i – стандартизованный i -отклик, y_i – натуральное значение i -го отклика, \bar{y}_i – среднее значение i -го отклика, s_i – среднеквадратическое отклонение i -го отклика.

В результате такого преобразования величины Y_i определяются в долях соответствующих среднеквадратических отклонений.

Дискриминантным анализом называют раздел многомерного статистического анализа, содержащий статистические методы классификации многомерных наблюдений по одной из нескольких категорий или совокупностей. Предполагается также, что исследователь обладает так называемыми обучающими выборками (“классификация с учителем”). Классический вариант дискриминантного анализа основан на определении канонических направлений в исходном пространстве признаков, удовлетворяющих следующему критерию:

$$J = \frac{\text{дисперсия между классами}}{\text{дисперсия внутри классов}} = \max.$$

Весовой вектор w , удовлетворяющий данному критерию, исходя из геометрической интерпретации задаёт новую координатную сеть в исходном p -мерном пространстве признаков $y(x) = w^T x (\|w\| = 1)$ с максимальной неоднородностью исследуемой совокупности объектов.

Новой оси соответствует, по существу, первая главная компонента объединённой совокупности объектов, получения с учётом дополнительной обучающей информации о принадлежности их различным классам.

Весовой вектор w , при котором достигается максимальное значение критерия, определяется в результате решения обобщённой задачи на собственные значения:

$$(C-IS)w=0, \quad (2)$$

где C – ковариационная матрица объединённой совокупности объектов; S – ковариационная матрица одного из классов (предполагается, что ковариационные матрицы разных классов равны).

Всего существует p собственных векторов, удовлетворяющих приведённому уравнению. Их можно упорядочить по величине собственных чисел и получить систему ортогональных канонических направлений w_1, \dots, w_p .

Количество дискриминантных канонических функций равно количеству анализируемых переменных. Дискриминантные коэффициенты каждой канонической функции и процент дисперсии всех переменных, объяснённых соответствующими дискриминантными функциями показаны в табл. 1.

Две дискриминантные функции D1 и D2 объясняют 99,8 % разброса откликов вокруг своих средних значений, поэтому для дальнейшего анализа можно ограничиться только ими.

Стандартизованные канонические (дискриминантные) коэффициенты могут быть проинтерпретированы обычным способом: чем больше стандартизованный коэффициент, тем больше вклад соответствующей переменной в дискриминацию совокупностей. Наибольший вклад в первую функцию D1, имеющую решающее значение для дискриминации покрытий, вносит время половинной сорбции $\tau_{0,5}$. Тогда как основной переменной в функции D2 является сигнал детектора ΔF_c .

Таблица 1. Характеристика дискриминантных функций

Переменная	Дискриминантная функция	
	D1	D2
X1	0,27	-0,06
X2	0,26	0,79
X3	0,17	-0,62
X4	0,26	-0,40
X5	0,28	0,11
X6	0,65	-0,03
X7	0,36	0,27
X8	0,7	-0,23
Процент объяснённой дисперсии, %	86,6	11,8

Константы и коэффициенты дискриминантных функций D1 и D2, в которые вводятся натуральные значения признаков:

$$D1 = -6,05 + 0,67 \cdot X1 + 0,33 \cdot X2 + 0,34 \cdot X3 + 0,46 \cdot X4 + 0,66 \cdot X5 + 0,73 \cdot X6 + 0,45 \cdot X7 + 0,80 \cdot X8;$$

$$D2 = 0,12 - 0,17 \cdot X1 + 0,97 \cdot X2 - 1,03 \cdot X3 - 0,71 \cdot X4 + 0,26 \cdot X5 - 0,04 \cdot X6 + 0,33 \cdot X7 - 0,31 \cdot X8$$

Следует отметить, что полученные коэффициенты не дают информации, между какими совокупностями дискриминируют соответствующие функции. Характер дискриминации для каждой дискриминантной (канонической) функции можно

определить, рассмотрев средние значения функций для каждой совокупности. Средние значения дискриминантных функций представлены в табл. 2.

Таблица 2. Средние значения дискриминантных функций

Покрытие	D1	D2
Качественное	-8,71	-0,56
Брак	9,39	-1,60

Из данных табл. 2 видно, что уже первая дискриминантная функция D1 достаточно хорошо различает совокупности покрытий.

Другой главной целью применения дискриминантного анализа является проведение классификации, которая включает в себя попытку осмысленно рассортировать объекты, принадлежащие двум и более классам [1,3,4].

Как только модель установлена и получены дискриминирующие функции, возникает вопрос о том, как хорошо они будут предсказывать, к какой совокупности принадлежит конкретный образец? Пусть имеется совокупность n_1, \dots, n_r размером r с вектором средних m_1, \dots, m_r и общей положительно определённой матрицей ковариаций S . Нужно отнести некоторым оптимальным образом новое p -мерное наблюдение U к одной из этих различных совокупностей.

В принципе уже по дискриминантным функциям можно составить диагностическое правило. Оно будет заключаться в вычислении расстояния от диагностируемого объекта до центроидов класса в пространстве канонических дискриминантных функций. Вместе с тем более точные результаты диагностики даёт применение линейных дискриминантных функций Фишера, которые имеют название классифицирующих. Они предназначены для определения, к какой группе наиболее вероятно может быть отнесён каждый объект. Функций классификации имеется столько же, сколько имеется групп [2,5,6,7].

Весовые коэффициенты классифицирующих функций определяются по следующей формуле:

$$w_i = S^{-1} m_i (i = 1, K), \quad (3)$$

где S – матрица ковариаций диагностического класса; m_i – вектор средних i -го диагностического класса; K – количество классов.

Пороговые величины вычисляются так:

$$\omega_{0i} = -\frac{1}{2} w_i^T m_i + \ln P_i (i = 1, K), \quad (4)$$

где P_i – априорная вероятность i -го класса.

Правило диагностики с применением классифицирующих функций следующее: объект x относится к i -му классу, если выполняется условие

$$g_i(x) = \max_{j=1, K} g_j^{(x)}, \quad (5)$$

где $g_j(x) = w_j^T x - \omega_{0j}$.

Коэффициенты функций классификации представлены в табл. 3.

Таблица 3. Коэффициенты функций классификации для покрытий

Переменная	Дискриминантная функция для	
	качественных покрытий	брака
X1	9,80	6,17
X2	3,75	5,20
X3	8,52	6,92
X4	6,57	5,79
X5	3,35	2,97
X6	3,68	3,17
X7	2,39	2,38
X8	4,11	3,31
Константа	-41,00	-35,73

Функции классификации можно использовать для прямого вычисления показателя классификации для новых образцов. В качестве новых объектов рассмотрим ту же самую выборку экспериментальных результатов. Таким образом, в терминах математической задачи, сформулированной нами ранее, множества наблюдений X и U равны между собой.

Общим результатом, на который следует обратить внимание при оценке качества текущей функции классификации, является матрица классификации (табл. 4). Матрица классификации содержит число образцов, корректно классифицированных (диагональные элементы матрицы) и тех, которые попали не свои совокупности.

Таблица 4. Классификационная матрица

Группа	% правильности	Качественные покрытия	Брак
Качественные покрытия	33,3	78,6	4
Брак	47,6	0	92,9
Всего	51,0	27	33

Строками данной матрицы являются имеющиеся группы, а колонками – расчётные классификации. Общий процент правильных классификаций составил 51,0 %. Это не слишком точные результаты, которые могут в какой-то мере содействовать решению аналитических задач. Лучше других классифицируются бракованные покрытия (92,9 %), тогда как точность классификации качественных покрытий составляет 78,6 %. Этот результат следует считать определённым достижением в применении методов дискриминантного анализа для решения практически важных задач контроля качества электрохимических покрытий.

Выводы. 1) Классификационная матрица строится по тем же наблюдениям, по которым получены классификационные функции.

2) Данный подход увеличивает процент правильной классификации.

3) Основное назначение таких функций классифицировать по имеющимся совокупностям новые объекты той же природы.

Список литературы: 1. Айвазян С.А., Бежаева З.И., Староверов О.В. Классификация многомерных наблюдений. – М.: Статистика, - 1974, - 240 с. 2. Айвазян

С.А., Бухштабер В.М., Енюков И.С., Мешалкин Л.Д. Прикладная статистика: Классификация и снижение размерности. – М.: Финансы и статистика, 1989. – 607 с. **3.** Кафаров В.В. Проблемы управления химическими процессами. – М.: Знание, 1978. – 64 с. **4.** Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. – М.: Радио и связь, 1993. – 320 с. **5.** Хармут Х. Применение методов теории информации в физике. – М.: Мир, 1989. – 344 с. **6.** Бусленко Н.П. Математическое моделирование производственных процессов. – М.: Наука, 1964. – 364 с. **7.** Кафаров В.В., Глебов М.Е. Математическое моделирование основных процессов химических производств. – М.: Высш. шк., 1991. – 400 с. **8.** Аристов И.В. Имитационное моделирование миграционных процессов при электродиализной деминерализации растворов глицин-соляная кислота и аланин-соляная кислота// Сорбционные и хроматографические процессы. 2002. т.2. №2. С.257-264.

Сдано в редакцию 24.02.08

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ ПОТОКОВ В ЗОНЕ РЕЗАНИЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИЗНОСА РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Ивченко Т.Г. (ДонНТУ, г. Донецк, Украина)

Work is devoted perfection of analytical calculation method of thermal streams which are operating on the front and back surfaces of the cutting tool blade. Analytical researches of intercommunication of thermal streams are conducted in the area of cutting with a wear on the back surface of the cutting tool blade. The set dependences provide possibility of management thermal streams and allow regulating values of wear, providing the possible level of thermal streams on the front and back surfaces of the cutting tool blade in the wide range of change of tooling terms.

Введение

Исследование тепловых явлений при резании, влияющих на качество обработки деталей и работоспособность оборудования, оснастки, инструмента, представляет значительный интерес для повышения эффективности функционирования технологических систем. Современные тенденции интенсификации процесса резания приводят к существенному увеличению тепловых нагрузок на режущий инструмент, в связи с чем актуальность задач по их изучению еще более возрастает.

В настоящее время методы как экспериментальных, так и теоретических исследований теплового состояния режущего инструмента достаточно хорошо разработаны. Первый этап теплофизического анализа систем – изучение источников теплоты и основных закономерностей формирования тепловых потоков в зоне резания. Существующая методика анализа тепловых потоков [1, 2] весьма затруднительна для практического применения. Методика, представленная в работе [3], позволяет значительно упростить решение задачи определения тепловых потоков на передней и задней поверхностях лезвия инструмента, что значительно упрощает и возможности аналитического расчета температур резания [4]. Однако сведения, представленные в этих работах, охватывают лишь отдельные варианты обработки, в них отсутствуют общие закономерности формирования тепловых потоков в различных условиях эксплуатации режущего инструмента. Представляет интерес дальнейшее развитие методики аналитического определения тепловых потоков в зоне резания в широком диапазоне изменения условий механообработки.