

можно рассмотреть текст только с крупным размером шрифта. Это же относится и к формулам математических выкладок и к графическим иллюстрациям. Однако не все схемы, графики и формулы, даже при увеличении на весь экран можно рассмотреть с дальних рядов аудитории. В этом случае целесообразно отобразить первоначально объект целиком, в уменьшенном масштабе. А затем, на последующих слайдах, продублировать его отдельные фрагменты в достаточно крупном масштабе.

Курс лекций читывается, как правило, в течении всего семестра. При этом студенты одновременно изучают и другие предметы. Поэтому важно перед началом занятия настроить студентов на изучение предмета. Можно в течении нескольких минут, в краткой форме, повторить материал предыдущей лекции. Некоторые преподаватели так же рекомендуют следующий прием: быстро-медленно-быстро. Содержание новой темы кратко излагается перед началом ее изучения. Затем тема рассматривается подробно, а в конце изучения опять повторяется в краткой, реферативной форме. Подобная методика позволяет охватить тему целиком, рассмотреть отдельные ее фрагменты, а затем опять представить целостную картину изучаемой темы. Подобные приемы позволяют студентам систематизировать полученную информацию, что способствует лучшему усвоению предмета.

В заключение необходимо отметить, что образовательные технологии представляют собой модель преподавания, которая требует определенных ресурсов на ее разработку. Однако успешно разработанная модель преподавания позволяет заранее спланировать обучение. В этом случае его результаты будут предсказуемы и повторяемы. Для успешной реализации педагогических технологий необходим синтез педагогической науки и технических средств обучения на базе компьютерной техники.

Литература

1. Богданов, И.В. Проектирование учебного процесса на базе современных информационных технологий / И.В. Богданов, И.А. Крутий, Е.В. Чмыхова // Телекоммуникация и информатизация образования. - 2001, №1. – С. 72-84.
2. Андресен, Б.Б. Мультимедиа в образовании / Б.Б. Андресен, К. Бринк // Специализированный учебный курс. – М.: Дрофа, 2007. – 224 с.
3. Селевко, Г.К. Современные образовательные технологии: Уч. пособие. – М. Нар образование, 1998.–256с.

УДК 541.133.08:519.8

ИЗМЕРЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИХ РАСТВОРОВ ПУТЕМ КОМПЕНСАЦИИ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ИХ ПРОВОДИМОСТЬ

Исаеня Н. В., к.т.н., доц. (БГАТУ, Минск)

Введение

Моющие средства, применяемые в сельскохозяйственном производстве, являются проводниками второго рода, т. е. электролитами. Однако в процессе технологического процесса их моющая способность ухудшается в результате взаимодействия с загрязненными поверхностями.

Для контроля концентрации моющего средства в растворе необходимо осуществлять отбор проб и проводить их химический анализ в лабораторных условиях, что требует дополнительного времени и не позволят осуществлять контроль в процессе мойки. Кроме того при автоматизации технологического процесса измерение концентрации необходимо проводить по ходу технологического процесса, что позволит поддерживать ее требуемое значение системой автоматического регулирования.

Т.к. моющие растворы являются электролитами, то в качестве информационного параметра определения их концентрации экспресс-методом целесообразно принять электропроводимость раствора. Измерение концентрации на основе проводимости также широко используется в химической и сахарной промышленности, крахмало-паточном производстве, мойке молочного оборудования и т. д.

Основная часть

Основным информационным параметром при измерении концентрации электропроводящих растворов является их проводимость, которая представляет величину обратную их удельному сопротивлению и измеряется в сименс/см. Однако изменение температуры влияет и на проводимость раствора, что вносит погрешность при измерении его концентрации. Так для моющего раствора МС-8 экспериментально полученная таблица проводимостей в зависимости от концентрации и температуры представлена в табл.1

Таблица 1 - Экспериментальная таблица проводимости моющего раствора МС-8 в зависимости от концентрации и температуры

Температура, $T^{\circ}C$	Концентрация раствора, N г/л					
	5	10	15	20	25	30
20	0,23	0,46	0,69	0,9	1,11	1,32
30	0,32	0,61	0,89	1,18	1,45	1,7
40	0,42	0,73	1,1	1,43	1,75	2,05
50	0,5	0,89	1,31	1,7	2,07	2,42
60	0,58	1,05	1,51	1,95	2,38	2,78
70	0,65	1,21	1,71	2,2	2,68	3,14

Секция 4: Информационные технологии в АПК

Как видно из таблицы значения проводимости, например, при концентрации 5 г/л при изменении температуры с 20 до 70°C отличается более чем в 2,8 раза. Задача состоит в том, чтобы исключить влияние температуры на проводимость. При постоянной концентрации N проводимость раствора X с изменением температуры определяется согласно [1] линейной зависимостью

$$X = X_0 + KT, \quad (1)$$

где X_0 - проводимость при температуре 0° С, K - температурный коэффициент проводимости, T - истинное значение температуры электролита. Общий вид экспериментальной таблицы проводимости электролита представлен в табл. 2. Т. к. концентрация каждого J -го столбца таблицы постоянная N_j , то его проводимость с изменением температуры T_i согласно выражения (1) будет определяться зависимостью $X_j = F_j + R_j T_i$, где $F_j = X_{0j}$ и $R_j = K_j$ для каждого столбца таблицы свое.

Таблица 2 - Общий вид таблицы проводимости моющего раствора

N , г/л T °С	N_1	N_2	...	N_j	...	N_m
T_1	X_{11}	X_{12}	...	X_{1j}	...	X_{1m}
T_2	X_{21}	X_{22}	...	X_{2j}	...	X_{2m}
...
T_i	X_{i1}	X_{i2}	...	X_{ij}	...	X_{im}
...
T_n	X_{n1}	X_{n2}	...	X_{nj}	...	X_{nm}

Тогда для каждого столбца таблицы, где значения концентрации постоянны

$$X_{ij} = F_j + R_j T_i = F_j (1 + R_j T_i / F_j) = F_j (1 + \alpha_j T_i), \quad (2)$$

а $\alpha_j = R_j / F_j$. Поскольку согласно (1) для каждого столбца таблицы проводимость в зависимости от температуры линейная, то для аппроксимации линейной функции $Y = R + SZ$ методом наименьших квадратов

$$S = \frac{n \sum zy - \sum z \sum y}{n \sum z^2 - (\sum z)^2}, \quad \text{а } R = \frac{\sum y - \sum z}{n}. \quad (3)$$

Тогда формулы для расчета коэффициентов линейной зависимости каждого столбца будут аналогичны формулам (3)

$$S_j = \frac{n \sum_{i=1}^n X_{ij} T_i - \sum_{i=1}^n X_{ij} \sum_{i=1}^n T_i}{n \sum_{i=1}^n (T_i)^2 - (\sum_{i=1}^n T_i)^2}, \quad R_j = \frac{\sum_{i=1}^n X_{ij} - S_j \sum_{i=1}^n T_i}{n}, \quad \text{и } \alpha_j = \frac{S_j}{R_j}.$$

Обработав проводимости каждого столбца табл. 1 по приведенным формулам будут получены коэффициенты S_j , R_j и α_j . Значение α обладает меньшим разбросом в сравнении S и R в зависимости $X_j = f(T_i)$, т. к. эти прямые выходят приблизительно из одной точки на оси температур. Тогда разбив интервал α от α_{\min} до α_{\max} на K интервалов можно сформировать массив α ($\alpha_1, \alpha_2 \dots \alpha_k$), где $\alpha_1 = \alpha_{\min}$, а $\alpha_k = \alpha_{\max}$. Затем для каждого из этих α на основании зависимости (2) получается новая промежуточная таблица проводимостей по формуле

$$XP_{ij} = F_j (1 + \alpha T_i). \quad (4)$$

Всего будет K таких таблиц. Затем для каждой из этих таблиц определяется суммарная ошибка по всем строкам и столбцам между значениями проводимостей взятыми из этих таблиц и исходной таблицы 1. В результате будет получен массив из K ошибок. Из этого массива определяется минимальная ошибка и ее номер. Этот номер будет номером того α , которое обеспечивает температурную стабилизацию исходной табл. 1. Используя полученные выше значения R_j к каждому столбцу таблицы 2 скомпенсированные табличные проводимости для всех строк и столбцов исходной таблицы определяются выражением

$$XS_{ij} = \frac{X_{ij}}{1 + \alpha T_i}. \quad (5)$$

Тогда в результате программной обработки табл.1 по выражению (5) при $\alpha = 0,066$, которое рассчитано согласно изложенной выше методики, получается новая табл.3. В данной таблице при концентрации 5 г/л с изменением температуры с 20 до 60°C проводимость увеличилась в 1,6 раза, а в исходной в 2,8 (почти в 3 раза).

Таблица 3. Скомпенсированная по температуре таблица проводимостей

Температура, $T^{\circ}\text{C}$	Концентрация раствора, N г/л					
	5	10	15	20	25	30
20	0,099	0,197	0,296	0,386	0,476	0,566
30	0,107	0,204	0,297	0,394	0,484	0,567
40	0,115	0,199	0,300	0,39	0,478	0,56
50	0,116	0,206	0,303	0,393	0,478	0,559
60	0,116	0,210	0,302	0,39	0,477	0,557
70	0,115	0,214	0,302	0,389	0,473	0,555

Поскольку согласно [1] концентрация N при постоянной температуре определяется зависимостью $N = ax^2 + bx + c$, то для стабилизированных по температуре значений проводимости концентрация N_j в каждой строке будет определяться выражением

$$N_j = a_j X S_{ij}^2 + b_j X S_{ij} + c_j, \text{ где } j = 1, m. \quad (6)$$

Аппроксимирующие коэффициенты a_j, b_j, c_j рассчитываются методом наименьших квадратов для каждой строки скомпенсированной табл.3 на основании формул аппроксимации экспериментальных данных трехчленом $y = ax^2 + bx + c$. В результате для каждой строки таблицы будут получены свои коэффициенты a, b и c . Потом, аналогично расчету α , интервал изменения каждого из этих коэффициентов от минимального до максимального значений разбивается на k интервалов и в результате чего формируется массив из k значений для каждого из этих коэффициентов. Потом тройным вложенным циклом по a, b и c , где (например, a -внешний, b -первое вложение, c -второе вложение), на основании табл.3 создается $k * k * k = k^3$ виртуальных таблиц. Для каждой из них определяется суммарная ошибка в % между расчетными концентрациями по формуле (6) и их истинными значениями взятыми из таблицы 1. Из множества этих ошибок находится номер той одной тройки коэффициентов a, b и c , где эта ошибка минимальна. В результате такой обработки при $k=20$ для табл.1 получены значения $a=10,61$, $b=49,01$, $c=-0,75$. Тогда концентрация раствора с учетом скомпенсированных по температуре проводимостей $X S_{ij}$ (табл.3) будет определяться выражением

$$N_{ij} = \frac{a \cdot X S_{ij}^2}{(1 + \alpha T_i)^2} + \frac{b \cdot X S_{ij}}{1 + \alpha T_i} + c, \quad i = 1, n; j = 1, m. \quad (4)$$

В результате программной обработки проводимостей по формуле (4) при рассчитанных a, b и c получены концентрации моющих растворов для различных температур, приведенные в табл.4. Из таблицы следует, что ошибка на границах диапазона концентраций и температур не превышает 10%.

Таблица 4. Истинная концентрация раствора, полученная на основании рассчитанных параметров a, b, c и α

	Температура $T^{\circ}\text{C}$	Истинная концентрация раствора, N г/л					
		5	10	15	20	25	30
Концентрация полученная в результате расчетов по коэффициентам a, b и c	20	4,51	9,328	14,68	19,746	24,984	30,394
	30	4,599	9,66	14,734	20,186	25,439	30,457
	40	5,005	9,435	14,921	19,996	25,082	29,998
	50	5,048	9,771	15,05	20,13	25,109	29,961
	60	5,08	10,018	15,033	19,998	25,010	29,813
	70	5,014	10,208	15,021	19,898	24,083	29,7

Заключение

Предложен способ определения концентрации моющего раствора в результате измерения его электропроводности, который заключается в программной обработке экспериментально полученной таблицы проводимости раствора в зависимости от его концентрации и температуры. Сначала в результате обработки таблицы устраняется влияние температуры на табличные значения проводимости, а затем в результате программной обработки скомпенсированной таблицы определяются настроечные коэффициенты прибора измерения концентрации.

Литература

1. Худякова, Т.А., Крешков, А.П. Кондуктометрический метод анализа/- М.: Высшая школа, 1975.-с. 207.
2. Исаеня Н.В. Теоретическое определение коэффициентов настройки прибора измерения концентрации моющих растворов// Международная научно-практическая конференция «Инновационные технологии в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции». 14-15 апреля 2011 г./ Минск, 2011.-с.205-207.