

МАТЕРИАЛИ
ЗА XI МЕЖДУНАРОДНА
НАУЧНА ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ

«БЪДЕЩИТЕ ИЗСЛЕДВАНИЯ -
2015»

17 - 25 февруари, 2015

Том 16
Технологии
Здание и архитектура

София
«Бял ГРАД-БГ» ООД
2015

СЪДЪРЖАНИЕ

ТЕХНОЛОГИИ

ЕНЕРГИЯТА

Мехтиеv А.Д., Цуприков В.В., Югай В.В. Солнечные модули с двухсторонней рабочей поверхностью	3
Jean-Pierre Ngoma, Adolphe Imano Moukengue, Burykin O.B., Sikorska O.V. Power losses sensitivity to electrical power systems transits changes.....	6
Тюрин А.Н., Осинсков В.А. Совершенствование конструкции вертикального ветрогенератора	11
Плотніченко С.Р., Піхтарь О.В. Дослідження вдосконалення системи енергетичного аудиту промислового підприємства	14
Сулейменов О.А. Современное состояние электростатической сепарации твердых дисперсных материалов.....	16
Сулейменов О.А. К вопросу избирательной зарядки дисперсных твердых материалов	18

ЕЛЕКТРОИНЖЕНЕРСТВО И ЕЛЕКТРОНИКА

Куцевол О.М., Куцевол М.О. Розроблення адекватної математичної моделі зерна	20
Artyushenko V.M., Volovach V.I. Experimental study of statistical characteristics of signal in radio systems for short-range.....	27
Сулейменов О.А. Состояние научных разработок по исследованию аппаратов электронно-ионной технологии.....	32

РАЗРАБОТКАТА НА МАТЕРИАЛИТЕ Е НА ИНЖЕНЕР

Белоцерковский М.А., Ярош В.И. Оценка технологических факторов, влияющих на адгезию газопламенных композиционных полимерных покрытий	34
Платонова Е.С., Жетесова Г.С., Юров В.М., Гученко С.А. Влияние технологических параметров на энергию разрушения покрытий.....	37

ПЪТУВАНЕ СЪС САМОЛЕТ И ПРОУЧВАНЕ НА КОСМОС

Бойко Г.В. Зменшення впливу звукових хвиль на поплавковий гіроскоп.....	41
--	----

ЕЛЕКТРОИНЖЕНЕРСТВО И ЭЛЕКТРОНИКА

К.т.н. Куцевол О. М., к.т.н. Куцевол М. О.
Вінницький національний аграрний університет, Україна

РОЗРОБЛЕННЯ АДЕКВАТНОЇ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ЗЕРНА

Відносний кут нахилу α' характеристики $\varepsilon(f)$, коефіцієнт відносного приросту уявної складової струму чутливого елемента K та відносна діелектрична проникність ε [1] будуть функціями трьох змінних:

$$\alpha' = f(x_1, x_2, x_3); \quad (1)$$

$$K = f(x_1, x_2, x_3); \quad (2)$$

$$\varepsilon = f(x_1, x_2, x_3). \quad (3)$$

де x_1 – вплив температури навколишнього середовища;

x_2 – вплив пористості;

x_3 – вплив вологості зерна.

Дослідження проведене для діапазону вологостей 18%...28%, де вплив заважальних факторів найбільший, а також найбільші діелектричні втрати та втрати від прямої провідності.

Складаємо таблицю факторів для дворівневої зміни (дворівнева зміна вибрана з міркувань обмеженості діапазону частот $\frac{f_2}{f_1} \leq 10$ та діапазону вологостей $\frac{W_2}{W_1} \leq 3$).

Таблиця факторів та рівнів їх зміни в натуральних і кодованих значеннях (табл.1).

Виходячи з даних табл.1 отримуємо трифакторний експеримент з дворівневою зміною, для якого рівняння регресії мають вигляд [2-4]:

Фактори впливу та рівні їх зміни

№ п/п	Фактор	Натуральне значення	Кодоване значення
1	Температура навколишнього середовища, °С	30 10	+1 -1
2	Шпаруватість, %	40 39	+1 -1
3	Вологість, %	28 18	+1 -1

$$y = Y_0 \cdot x_0 + Y_1 \cdot x_1 + Y_2 \cdot x_2 + Y_3 \cdot x_3; \quad (4)$$

$$z = Z_0 \cdot x_0 + Z_1 \cdot x_1 + Z_2 \cdot x_2 + Z_3 \cdot x_3; \quad (5)$$

$$q = Q_0 \cdot x_0 + Q_1 \cdot x_1 + Q_2 \cdot x_2 + Q_3 \cdot x_3, \quad (6)$$

де y – параметр ε ; z – параметр α' ; q – параметр K ;

Y_0, Z_0, Q_0 – значення сталих складових рівнянь регресії (4), (5), (6);

x_0 – вплив фіктивного параметра.

В табл. 2 розглядається матриця плану експеримента, в якій наявний код фіктивного параметра, що визначає сталі складові A_0, B_0 та C_0 .

У випадку дворівневої зміни кількість дослідів

$$m = 2^k, \quad (7)$$

де k – кількість факторів.

В даному випадку $m = 2^3 = 8$.

Матриця планування при $m = 8$ і для взаємопов'язаних факторів наведена в табл. 2.

В табл. 3 $\bar{y}_i, \bar{z}_i, \bar{q}_i$ – середні значення параметрів; $S^2(y_i), S^2(z_i), S^2(q_i)$ – дисперсії параметрів.

Таблиця 2

Повний факторний експеримент

№ п/п	Код x_0	Код x_1	Код x_2	Код x_3
1	+1	-1	-1	-1
2	+1	+1	-1	-1
3	+1	-1	+1	-1
4	+1	+1	+1	-1
5	+1	-1	-1	+1
6	+1	+1	-1	+1
7	+1	-1	+1	+1
8	+1	+1	+1	+1

Таблиця 3

Результати виконання плану експеримента

№ п/п	y_{i1}	y_{i2}	\bar{y}_i	$S^2(y_i)$
1	10,12	10,1	10,11	0,0002
2	22,88	22,92	22,9	0,0008
3	35,91	35,87	35,89	0,0008
4	50,47	50,49	50,48	0,0002
5	64,02	64,02	64,02	0
6	77,12	77,13	77,125	0,00005
7	90,04	90,1	90,07	0,0018
8	98,47	98,51	98,49	0,0008
1	11,31	11,33	11,32	0,0002
2	21,3	21,34	21,32	0,0008
3	31,16	31,12	31,14	0,0008
4	42,65	42,67	42,66	0,0002
5	49,03	49,03	49,03	0
6	56,43	56,44	56,435	0,00005
7	63,18	63,15	63,165	0,00045
8	67,05	67,01	67,03	0,0008
№ п/п	q_{i1}	q_{i2}	\bar{q}_i	$S^2(q_i)$
1	2,46	2,45	2,455	0,00005
2	4,89	4,88	4,885	0,00005
3	6,53	6,55	6,54	0,0002
4	12,12	12,16	12,14	0,0008
5	35,12	35,1	35,11	0,0002
6	63,21	63,25	63,23	0,0008
7	90,14	90,15	90,145	0,00005
8	122,57	122,5	122,535	0,00245

Дисперсія визначається за виразом [3]:

$$S^2(y_i) = \frac{\sum_{i=1}^n (y_{in} - \bar{y}_i)}{m-1}, \quad (8)$$

де m – кількість дослідів.

Використавши дані табл.3, визначимо значення коефіцієнтів рівнянь (4), (5) і (6), перевіримо однорідність дисперсії експерименту, дамо статистичну оцінку значимості коефіцієнтів, визначимо оптимальний параметр та перевіримо математичну модель на адекватність [4-6]. Обчислення проводяться на ПЕОМ з використанням математичного пакету MathCad 2000 Pro [7].

$$Y_0 = \frac{\sum_{i=1}^N x_0 \cdot \bar{y}_i}{N} = 56,136; \quad Z_0 = \frac{\sum_{i=1}^N x_0 \cdot \bar{z}_i}{N} = 42,763; \quad Q_0 = \frac{\sum_{i=1}^N x_0 \cdot \bar{q}_i}{N} = 42,13;$$

$$Y_1 = \frac{\sum_{i=1}^N x_1 \cdot \bar{y}_i}{N} = 6,113; \quad Z_1 = \frac{\sum_{i=1}^N x_1 \cdot \bar{z}_i}{N} = 4,099; \quad Q_1 = \frac{\sum_{i=1}^N x_1 \cdot \bar{q}_i}{N} = 8,567;$$

$$Y_2 = \frac{\sum_{i=1}^N x_2 \cdot \bar{y}_i}{N} = 12,597; \quad Z_2 = \frac{\sum_{i=1}^N x_2 \cdot \bar{z}_i}{N} = 8,236; \quad Q_2 = \frac{\sum_{i=1}^N x_2 \cdot \bar{q}_i}{N} = 15,71;$$

$$Y_3 = \frac{\sum_{i=1}^N x_3 \cdot \bar{y}_i}{N} = 26,291; \quad Z_3 = \frac{\sum_{i=1}^N x_3 \cdot \bar{z}_i}{N} = 16,152; \quad Q_3 = \frac{\sum_{i=1}^N x_3 \cdot \bar{q}_i}{N} = 35,625.$$

Визначення експериментальних значень інформативних параметрів y , z та q здійснювалось в одних і тих же умовах з однаковою точністю, тому можна очікувати на однорідність їх дисперсій. Щоб переконатись у цьому, виконаємо перевірку за допомогою критерія Кохрена [3]:

$$G_y = \frac{S^2(y_i)_{\max}}{\sum_1^N S^2(y_i)}, \quad (9)$$

$$G_z = \frac{S^2(z_i)_{\max}}{\sum_1^N S^2(y_i)} \quad (7)$$

$$G_q = \frac{S^2(q_i)_{\max}}{\sum_1^N S^2(y_i)} \quad (8)$$

де $S^2(y_i)$ – рядкова дисперсія інформативного параметра y ;
 $S^2(z_i)$ – рядкова дисперсія інформативного параметра z ;
 $S^2(q_i)$ – рядкова дисперсія інформативного параметра q .

Експериментальні значення критерію Кохрена для трьох інформативних параметрів:

$$G_y = 0,387; G_z = 0,242; G_q = 0,533.$$

Табличне значення критерію Кохрена G_T G_T для 5%-го рівня значимості, кількості ступенів свободи $f = n - 1 = 2 - 1 = 1$ та кількості рядків $N = 8$ [3] дорівнює 0,68.

Для всіх трьох інформативних параметрів $G < G_T$, тому твердження про однорідність дисперсій підтверджується і проведення двох спостережень в кожному досліді цілком достатньо.

Проведемо перевірку значимості коефіцієнтів моделей (4) – (6) шляхом перевірки довірчого інтервалу.

Для цього спочатку знаходимо дисперсії коефіцієнтів регресії [3]

$$S^2(Y) = \frac{\sum_1^N S^2(y_i)}{N}; S^2(Z) = \frac{\sum_1^N S^2(y_i)}{N}; S^2(Q) = \frac{\sum_1^N S^2(y_i)}{N},$$

де $S^2(y_i)$ – рядкове значення дисперсії параметра y ;
 $S^2(z_i)$ – рядкове значення дисперсії параметра z ;
 $S^2(q_i)$ – рядкове значення дисперсії параметра q .

Значення дисперсій коефіцієнтів рівнянь (4) – (6), отримані експериментальним шляхом:

$$S^2(Y) = 0,0005813; S^2(Z) = 0,0004125; S^2(Q) = 0,000575.$$

Знаходимо довірчий інтервал коефіцієнтів рівнянь (4) – (6):

$$\Delta Y = \pm t \cdot \sqrt{S^2(Y)}; \Delta Z = \pm t \cdot \sqrt{S^2(Z)}; \Delta Q = \pm t \cdot \sqrt{S^2(Q)}, \quad (9)$$

де t – табличне значення коефіцієнта Ст'юдента. В нашому випадку $t = 12.71$.

Експериментальні значення довірчих інтервалів:

$$\Delta Y = \pm 0.306; \Delta Z = \pm 0.258; \Delta Q = \pm 0.305.$$

Коефіцієнти всіх трьох рівнянь значно більші їх довірчих інтервалів тому рівняння (4) – (6) остаточно записуються з їх коефіцієнтами:

$$y = 56,136 \cdot x_0 + 6,113 \cdot x_1 + 12,597 \cdot x_2 + 26,291 \cdot x_3; \quad (10)$$

$$z = 42,763 \cdot x_0 + 4,099 \cdot x_1 + 8,236 \cdot x_2 + 16,152 \cdot x_3; \quad (11)$$

$$q = 42,13 \cdot x_0 + 8,567 \cdot x_1 + 15,71 \cdot x_2 + 35,625 \cdot x_3. \quad (12)$$

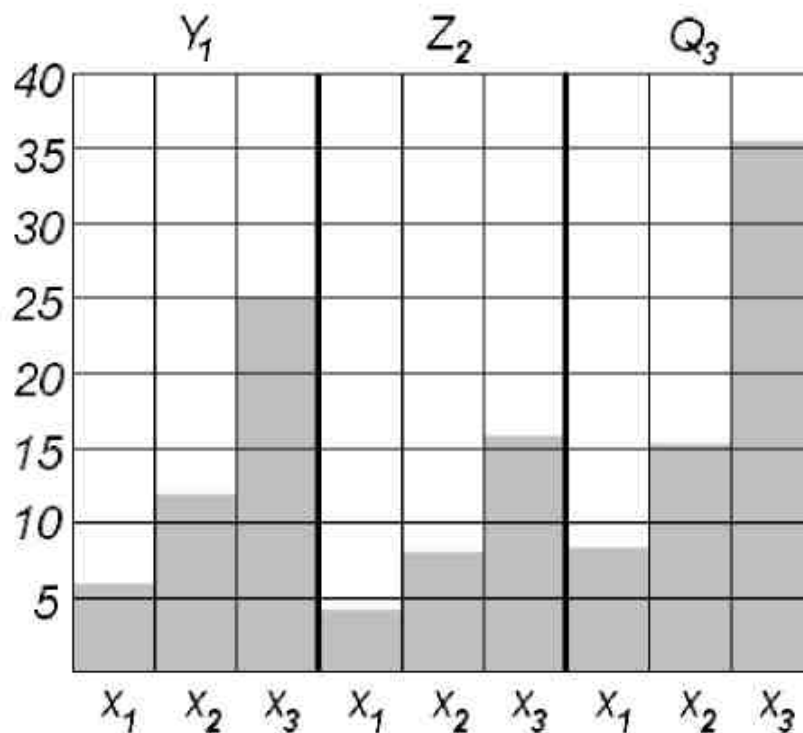


Рис.1. Порівняльна діаграма впливу на інформативні параметри вологи і основних збудувальних факторів

Аналіз діаграм (рис. 1) показує, що досить чутливим до вологості матеріалу є параметр ε . Проте він не захищений від дії температури і пористості, тому не може рекомендоватись для використання в якості інформативного. Параметр α' має недоліки ε та низьку чутливість до вологості. Таким чином, оптимальним з точки зору чутливості до вмісту вологи в матеріалі та захищеності від температури та пористості є параметр K – коефіцієнт відносного приросту ємнісного струму ЧЕ. Отже, математичною моделлю зразка зерна може бути рівняння (12). Перевіримо його на адекватність, використавши критерій Фішера [3] при заданому 5%-му рівні значимості. Експериментальне значення критерія Фішера знаходиться за виразом:

$$F_e = \frac{S_{ad}^2}{S_e^2} = \frac{\sum_1^N (v_{ip} - \bar{y}_i)^2}{\sum_1^N \frac{\sum (v_{ip} - y_{in})^2}{N}}, \quad (13)$$

де S_{ad}^2 – дисперсія адекватності;

$S_e^2 S_v^2$ – дисперсія відтворюваності;

v_{ip} – розрахункові рядкові значення параметра;

\bar{y}_i – середні експериментальні рядкові значення параметра;

y_{in} – окремі експериментальні рядкові значення параметра;

d – кількість коефіцієнтів моделі;

N – кількість дослідів;

n – кількість паралельних спостережень.

Розрахунок F_e проведений на ПЕОМ із використанням математичного пакету MathCad 2000 Pro. При цьому $F_e = 0,99984$.

Теоретичне значення критерія Фішера [3] при 5%-му рівні значимості 4-х ступенях свободи $F_T = 3,1$.

Оскільки $F_e < F_T$, можна стверджувати, що отримане рівняння регресії (12) є математичною моделлю, адекватною об'єкту контролю з ймовірністю 0,95.

Висновки

В результаті досліджень отримано математичну модель нового інформативного параметра зерна пшениці коефіцієнта відносного приросту уявної складової комплексного струму чутливого елемента, адекватного об'єкту контролю із ймовірністю 0,95, який має значну захищеність від заважальних факторів і високу чутливість до вологості.

Отримана модель може бути покладена в основу побудови та калібрування діелектрометричних вологомірів.

Література:

1. Куцевол О. М. Високочастотні методи вимірювання вологості зерна / Олег Миколайович Куцевол, Володимир Олександрович Поджаренко // Наук. праці Дон. Націон. техн. унів. Сер. «Обчислювальна техніка та автоматизація». – 2005. – Т. 2. – № 90. – С. 199–204.

2. Фрумкин Владимир Давыдович. Теория вероятностей и статистика в метрологии и измерительной технике / В. Д. Фрумкин, Н. А. Рубичев. – М. : Машиностроение, 1987. – 168 с.

3. Адлер Юрий Павлович. Планирование эксперимента при поиске оптимальных решений / Юрий Павлович Адлер, Елена Владимировна Маркова, Юрий Васильевич Грановский. – М. : Наука, 1976. – 279 с.

4. Барабашук Владимир Иванович. Планирование эксперимента в технике / Владимир Иванович Барабашук, Борис Петрович Креденцер, Виктор Иванович Мирошниченко. – К. : Техніка, 1984. – 200 с.

5. Зедгинидзе Ираклий Георгиевич. Планирование эксперимента для многокомпонентных систем / И. Г. Зедгинидзе. – М. : Наука, 1976. – 390 с.

6. Вентцель Елена Сергеевна. Теория вероятностей и её инженерные приложения / Е. С. Вентцель, Л. А. Овчаров. – М. : Наука, 1988. – 480 с.

7. Дьяконов В. П. MATHCAD 8 / 2000: специальный справочник / В. П. Дьяконов. – СПб: Изд-во «Питер», 2000. – 592 с. – ISBN 5-272-00069-2.

СЕРТИФИКАТ УЧАСТНИКА

Международной
научной конференции
БЪДЕЩИТЕ ИЗСЛЕДВАНИЯ

Г. София

15 - 22 февраля

2015



www.rusnauka.com

Секция:

Технически науки

Автори:

Куцевол О.М., Куцевол М.О.

Доклад на тему:

Розроблення адекватної
математичної моделі
зерна

Председател оргкомитета
Емилко Тодоров Петков

Петков

