PRESSLANGAN PAXTA MOYI TARKIBIDAGI MEXANIK ZARRALARNI CHO‘KTIRISH JARAYONINI TFT ASOSIDA TADQIQ QILISH

X.M Yuldashev
Qarshi davlat texnika universiteti dots. PhD,

Anotatsiya. Maqolada Presslangan moy tarkibidan mexanik zarralarni ajratib olish jarayonini optimallashtirishning matematik hisobi modeli keltirilgan. Matematik model qilinishi o‘tkazilgan tajribalarni grafiklarini shakillanishiga olib keladi. Shu bilan bir qatorda maqolada jarayonni hisoblash uchun foydalanilgan matematik tenglamalar aks etgan.

Kalit so‘zlar. Tezlik, zichlik, tindirish, presslangan moy, og‘irlik kuchi, tindirish vaqti, zarracha diametri, MATLAB dasturi, paxta moyi, moy oqimi, tizim, matematik model, adekvatlik.

Abstract. The article presents a mathematical calculation model for optimizing the process of extracting mechanical particles from press oil. Mathematical modeling leads to the construction of graphs of the experiments conducted. At the same time, the article reflects the mathematical equations used to calculate the process.

Keywords. Velocity, density, settling, pressed oil, gravity, settling time, particle diameter, MATLAB program, cottonseed oil, oil flow, system, mathematical model, adequacy.

Аннотация. В статье представлена математическая расчётная модель оптимизации процесса извлечения механических частиц из прессового масла. Математическое моделирование приводит к построению графиков проведённых экспериментов. При этом в статье отражены математические уравнения, используемые для расчёта процесса.

Ключевые слова. Скорость, плотность, осаждение, прессованное масло, сила тяжести, время осаждения, диаметр частиц, программа MATLAB, хлопковое масло, поток масла, система, математическая модель, адекватность.

Kirish

To‘liq faktorial tajriba (TFT) sxemasi asosida eksperimentni rejalashtirishda faktorlarning mumkin barcha kombinatsiyalari tanlanadi. TFT da tajribalar soni N_0 quyidagiga teng: $N_0 = n^k$ bu erda n – darajalar soni; k – omillar soni.

Ikkinchi darajali TFT uchun 2^k marotaba tajriba o‘tkazish kerak bo‘ladi. Omillar darajasi tadqiq qilinayotgan jarayonning asosiy parametrlari (omillar minimal va maksimal qiymat) hududlari chegaralarini ifodalaydi. Bular moy oqimining chiziqli tezligi (z_1), fuzaushlagichdagi moy harorati (z_2), sterjen (sim)larning og‘ganlik burchagi (z_3). Texnologik parametrlar yuqori (maksimal)

ISSN 3030-3907

z_i^+ va quyi (minimal) z_i^- qiymatlariga tayangan holda asosiy daraja – rejalashtirish markazi z_i^0 koordinatalari aniqlangan, shuningdek o‘zgarishlar intervali (qadami) Δz_i hisoblangan:

$$z_i^0 = {(z_i^+ + z_i^-)}/{2}, \text{ bu yerda } i = 1, 2, 3, \ldots, k \; . \; \Delta z_i = {(z_i^+ - z_i^-)}/{2}$$

Omillarning yuqori va quyi darajalarini tanlashda fuzaushlagichning o‘ziga xosligi bilan bog‘liq tadqiq qilinayotgan parametrlariga qo‘yilgan cheklovlar hisobga olingan. O‘zgarish interval eksperimentdagi omillar xatolik darajasidan katta, hamda yuqori va quyi darajalari cheklovida bo‘lishi kerak.

1-jadval

Omillarning minimal, markaziy va maksimal darajalarining qiymatlari, hamda ularning o‘zgaruvchanlik intervallari

№	Omil darajasi	Moy oqim tezligi (z_1), υ, m/s	Moy harorati (z_2), t, ^{0}C	Sterjen (sim)larning qiyalik burchagi (z_3), β, ∠
1	Minimal z_i^-	0,0004	70	30
2	Rejalashtirish markazi, z_i^0	0,0007	80	45
3	Maksimal z_i^+	0,0010	90	60
4	O‘zgarishlar intervali (qadami), Δz_i	0,0003	10	15

Natural $z_1, \ldots, z_k$ koordinatalar sistemasidan chiziqli o‘zgartirishlar asosida o‘lchamsiz $x_1, \ldots, x_k$ yangi koordinatalar tizimiga o‘tish lozim:

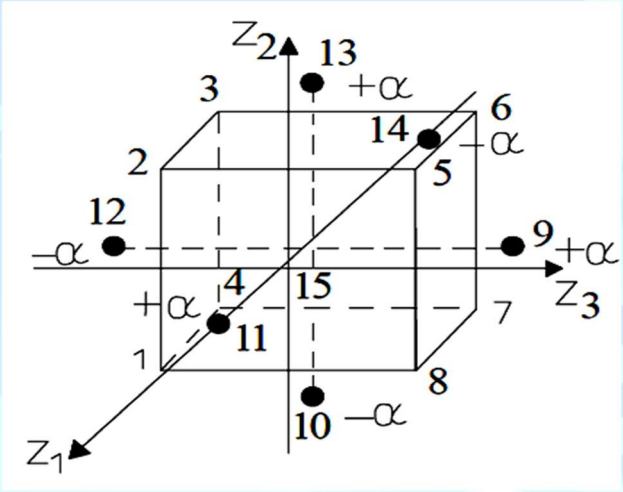
$$x_i = {(z_i - z_i^0)}/{\Delta z_i}, \text{ bu yerda } i = 1, 2, 3, \ldots, k$$

Barcha o‘zgaruvchilar -1 dan +1 gacha qiymatlarni oladi, ya’ni $x_i \in [-1; +1], i = \overline{1,k}$.

Box-Wilson kompozitsion reja matritsasida k omillar uchun tajribalarlar umumiy soni N ga teng bo‘ladi.

$$N = N_0 + 2_s + n_0 = 2^3 + 2 \cdot 3 + 1 = 15,$$

ISSN 3030-3907



bu tenglama k <5 bo‘lgan hollar uchun tavsiya etiladi. Bu erda N - kompozitsion reja matritsasidagi tajribalarning umumiy soni, N_0 - to‘liq faktorli tajribaning tajribalari soni ($N_0 = 2^k$), k - omillar soni, s - "yulduzli" nuqtalar soni, n_0 - rejaning markazidagi tajribalar soni.

1-rasm. k=3 uchun ikkinchi tartibli kompozitsion ortogonal planning sxemasi

"Yulduzli yelka" α qiymati quyidagicha hisoblanadi:

$$\alpha = \sqrt{\frac{\sqrt{N_0 \cdot N} - N_0}{2}} = \sqrt{\frac{\sqrt{8 \cdot 15} - 8}{2}} = 1{,}215$$

bu erda N_0- to‘liq faktorli tajribaning sinovlar soni 2^k 2-darajali markaziy kompozitsion rejalar uning markaziga nisbatan simmetriyasi tufayli shunday deyiladi. Ularga 1-darajali rejaga ma’lum miqdordagi tajribalarni qo‘shish bilan ushbu rejalar kompozitsionligi ta’minlanadi. k =3 uchun kompozitsion ortogonal reja ko‘rsatilgan (1-rasm): 1-8 nuqtalar TFT 2^3 ni tashkil qiladi, 9-14 – nuqtalar (± a, 0, 0); (0, ± a, 0) va (0, 0, ± a) koordinatali yulduzli nuqtalar, nuqta 15 rejaning markazi. Keyinchalik, "yulduzli yelka" ning natural qiymatini hisoblanadi,

$$\pm a_{zi} = z_i^0 \pm (\Delta z_i \cdot a)$$ [78; 19-24 b].

1-omil fuzaushlagichda moy oqimining chiziqli tezligi:

$$-a_{z1} = 0{,}0007 - (0{,}0003 \cdot 1{,}215) = 0{,}00033 \text{m/s}$$
$$+a_{z1} = 0{,}0007 + (0{,}0003 \cdot 1.215) = 0{,}00106 \text{ m/s}$$

2-omil "yulduzli yelka" ning natural qiymati – fuzaushlagichda moyning temperaturasi:

$$-a_{z2} = 80 - (10 \cdot 1{,}215) = 78{,}785 \text{ ℃}$$
$$+a_{z2} = 80 + (10 \cdot 1{,}215) = 81{,}215 \text{℃}$$

3-omil "yulduzli yelka" ning tabiiy qiymati – sterjenlarning og‘ganlik burchagi:

$$-a_{z3} = 45 - (15 \cdot 1{,}215) = 26{,}775 \angle;$$
$$-a_{z3} = 45 + (15 \cdot 1{,}215) = 63{,}225 \angle.$$

ISSN 3030-3907

2-jadval

Uch omilli eksperimentning ortogonal markaziy kompozitsion rejasini qurish matritsasi

Tajriba №	Moy tezligi z_1, 10^{-4} m/s	Moy Tem-ra z_2, ^0S	Sterjenlar og‘ganlik burchagi z_3, ∠	x_0	Moy tezligi x_1	Moy tem-rasi x_2	Sterjenlar og‘ganlik burchagi x_3
1	10	90	60	1	1	1	1
2	10	90	30	1	1	1	-1
3	10	70	60	1	1	-1	1
4	10	70	30	1	1	-1	-1
5	4	70	60	1	-1	-1	1
6	4	90	30	1	-1	1	-1
7	4	90	60	1	-1	1	1
8	4	70	30	1	-1	-1	-1
9	3,355	80	45	1	-1,215	0	0
10	10,645	80	45	1	1,215	0	0
11	7	78,215	45	1	0	-1,215	0
12	7	81,215	45	1	0	1,215	0
13	7	80	26,225	1	0	0	-1,215
14	7	80	63,225	1	0	0	1,215
15	7	80	45	1	0	0	0
Σ				1	10,43	10,43	10,43

Matritsa ortogonallik xususiyatini olishi uchun quyidagi formula bo‘yicha hisoblanagan korrektirovkalangan x_i' qiymatlari ustunlarni kiritish kerak:

$$(x_i')^2 = x_i^2 - \frac{\sum x_i^2}{n}$$

Omil maydoni $\bar{y}$ ning har bir nuqtasidagi javobi o‘rtacha qiymatlarini hisoblaymiz:

$$\bar{y}_i = \frac{1}{m}\sum_{j=1}^{m} y_{ij}, \qquad i = 1,2,\dots n$$

bu yerda m =3 — tajribalarning takrorlanishi soni.

Javob funksiyasi qiymati sifatida y (%) moy tarkibidan mexanik zarralarni ushlab qolish darajasi qabul qilinadi.

O‘zgaruvchilarning birinchi va ikkinchi darajalari va ularning juftlik o‘zaro ta’sirini o‘z ichiga olgan ikkinchi tartibli empirik matematik model quyidagi ko‘rinishga ega bo‘ladi:

ISSN 3030-3907

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2 + b_{33}x_3^2 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3$$

$$b_1 = \frac{\sum(x_1y)}{10{,}43} \quad b_2 = \frac{\sum(x_2y)}{10{,}43} \quad b_3 = \frac{\sum(x_3y)}{10{,}43}$$

$$b_{11} = \frac{\sum((x_1')^2\,y)}{7{,}476} \quad b_{22} = \frac{\sum((x_2')^2\,y)}{7{,}476} \quad b_{33} = \frac{\sum((x_3')^2\,y)}{7{,}476}$$

$$b_{12} = \frac{\sum(x_1x_2y)}{8} \quad b_{13} = \frac{\sum(x_1x_3y)}{8} \quad b_{23} = \frac{\sum(x_2x_3y)}{8}$$

$$b_0 = \frac{\sum(x_0y)}{15} - 0{,}6953b_{11} - 0{,}6953b_{22} - 0{,}6953b_{33}$$

Koeffitsiyentlarni hisoblash natijalari ularning quyidagi qiymatlarini berdi:

$b_0 = 0{,}6441;\ b_1 = -0{,}0538;\ b_2 = 0{,}0301;\ b_3 = 0{,}0431;\ b_{11} = 0{,}0372;\ b_{22} = 0{,}0451;$

$b_{33} = 0{,}0615;\ b_{12} = -0{,}0083;\ b_{13} = 0{,}0092;\ b_{23} = 0{,}0083.$

Regression tahlilning asosiy vazifasi jarayonning matematik modelini olish, olingan modelning adekvatligini tekshirish va har bir omilning: moy oqimi, moy temperaturasi va sterjenlar og‘ganlik burchagi fuzaning cho‘kishiga ta’sirini baholash hisoblanadi.

Tadqiqotning bir xilligi S_i^2 ni tekshirish uchun Koxren mezonidan foydalaniladi, rejaning barcha nuqtalarida javob funksiyasi qiymatlari bir xil darajadaligi aniqlanadi. Koxren mezoni qiymati quyidagi ifoda yordamida hisoblanadi.

$$G_p = \frac{(S_i^2)_{max}}{\sum_{i=1}^{n} S_i^2} = \frac{0{,}0157}{0{,}1350} = 0{,}0772$$

bu yerda $\sum_{i=1}^{n} S_i^2$ – tajriba natijalari dispersiyalarining yig‘indisi; $(S_i^2)_{max}$ – dispersiyalarining eng kattasi. Dispersiya – bu kattalikning o‘rtacha qiymatidan og‘ishlari kvadratining o‘rtacha qiymati. Olingan G_p qiymati G_{kr} ning kritik qiymati bilan solishtiriladi (erkinlik darajalari soni $f_1 = m - 1 = 2;\ f_2 = n = 15$ va ahamiyatlilik darajasi α =0,05 berilgan holda, $G_{kr} = 0{,}335$.)

$G_p < G_{kr}$ bo‘lgani uchun, rejaning barcha nuqtalarida javob qiymatlari bir xil darajada. Regressiya tenglamasi asosida olingan koeffitsiyentlarini ahamiyatliligi Styudent me’zoni (kriteriysi) yordamida tekshiriladi: agar koeffitsiyentning mutlaq (absolyut) qiymati ishonch oralig‘idan katta bo‘lsa $b_i > \Delta$ u holda koeffitsiyent muhim hisoblanadi, agar $|b_i| < \Delta$ bo‘lsa u holda b_i ahamiyatsiz hisoblanadi va u matematik modelda nolga teng deb qabul qilinadi. Dispersiyaning takrorlanuvchanligi $S_{d.t}^2$ ni hisoblanadi, bu butun tajribaning xatosini tavsiflaydi. Tajribalarni bir xil takrorlanishi (ya’ni, har bir tajribada bir xil miqdordagi kuzatuvlarda) hisoblash uchun quyidagi formula qo‘llaniladi:

ISSN 3030-3907

$$S^2_{d.t} = \frac{1}{n \cdot (m-1)} \sum_{j}^{n} \sum_{i}^{m} (y_{ji} - \bar{y}_j)^2$$

bu yerda y_j – j-chi tajribada alohida i-chi kuzatish natijasi; $\bar{y}_j$ – j-chi tajriba uchun kuzatishlarning o‘rtacha tanlanma qiymati bo‘lib, u (3.12) formula bilan aniqlanadi.

$$S^2_{d.t} = \frac{1}{15 \cdot (3-1)} \sum_{j}^{n} \sum_{i}^{m} (y_{ji} - \bar{y}_j)^2 = 0{,}0090$$

Ishonchlilik oralig‘i quyidagilar bilan belgilanadi: $\Delta = t_{kr} \cdot S_{koef}$ bu erda S_{koef}- koeffitsiyentlarning o‘rtacha kvadratik og‘ishi (xatoligi), t_{kr} – erkinlik darajasi soni (f=n·(m-1)=30) bo’ganda Student taqsimot jadvallaridagi t-mezonning kritik qiymati $t_{kr} = 2{,}04$. Koeffitsiyentlarning o‘rtacha kvadratik og‘ishi (xatoligi) S_{koef} o‘tkazilgan barcha tajribalar uchun natijalarning takrorlanishining dispersiyasi $S^2_{d.t}$ ga bog‘liq va quyudagi formula bilan hisoblanadi.

$$S_{koef.} = \sqrt{\frac{S^2_{d.t}}{n \cdot m}} = \sqrt{\frac{0{,}0090}{15 \cdot 3}} = 0{,}0141.$$

Ishonch oralig‘ining qiymatini aniqlaymiz Δ=2,04·0,0141=0,0288.

Olingan Δ=0,0288 qiymatini matematik modelning koeffitsiyentlari bilan taqqoslab, b_{12}, b_{13} va b_{23} dan tashqari barcha koeffitsiyentlar mutlaq (absolyut) qiymatdan katta ekanligini aniqlandi. Demak, yuqoridagi b_{12} b_{13} va b_{23} dan tashqari barcha koeffitsiyentlar muhim, ya’ni bu koeffitsiyent matematik modeldan chiqarib yuboriladi. Shunday qilib, ikkinchi tartibli regressiya tenglamasi shaklida olingan matematik model quyidagi ko‘rinishni oladi:

$$y = 0{,}6441 - 0{,}0538_{x1} + 0{,}0301_{x2} + 0{,}0431_{x3} + 0{,}0372^2_{x1} + 0{,}0451^2_{x2} + 0{,}0615^2_{x3}$$

Matematik modellarga qo‘yiladigan asosiy talablar bu ularning adekvatligi, universalligi va tejamkorligidir.

Agar matematik model obyektning berilgan xususiyatlarini maqbul aniqlik bilan aks ettirsa, model etarli adekvat deb hisoblanadi. Modelning aniqligi model chiqish parametrlari qiymatlari va obyekt parametrlarining mos kelishi orqali aniqlanadi.

J-chi chiqish parametridagi modelning nisbiy xatosi ε_j quyidagicha aniqlanadi:

$$\varepsilon_j = \frac{(\tilde{j} - y_j)}{y_j}$$

ISSN 3030-3907

bu erda ỹ - model yordamida hisoblangan jchi chiqish parametri; y_j- modellashtirilgan obyektda mavjud bo‘lgan o‘sha chiqish parametri.

Hisobga olingan chiqish parametrlari to‘plamiga ko‘ra modelning xatoligi ε_j quyidagi vektor orqali baholanadi.

$$\varepsilon_j = (\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots \varepsilon_m)$$

Agar ruxsat etilgan chegara xatosi ε_{old} berilsa, unda quyidagi shart bajariladigan maydonni tashqi parametrlar maydonida aniqlanishi mumkin

$$\varepsilon_m < \varepsilon_{old}$$

adekvatlik dispersiyasini (qoldiq dispersiya) quyidagi ifodaga muvofiq hisoblanadi:

$$S^2_{a.d} = \frac{m}{n-r}\sum_{i=1}^{n}(\tilde{y}_i - \bar{y}_i)^2 = \frac{3}{15-7}\cdot 0{,}0524 = 0{,}0196$$

bu yerda r–regressiya tenglamasidagi muhim koeffitsiyentlar soni; $\tilde{y}_i$ – o‘rganilayotgan parametrning i-chi tajriba uchun muhim koeffitsiyentlari bilan regressiya tenglamasi asosida hisoblangan qiymati; $\bar{y}_i$ – i-chi tajriba uchun jarayon chiqish ko‘rsatgichining o‘rtacha tanlangan qiymati.

Fisher mezonining hisoblangan qiymati F_{his} quyidagi formula bo‘yicha aniqlanadi:

$$F_{his} = \frac{S^2_{a.d}}{S^2_{d.t}} = \frac{0{,}0196}{0{,}0090} = 2{,}18$$

Fisher mezonining jadval qiymati F_{jadv} Fisher taqsimotining kritik nuqtalari jadvallaridan berilgan ahamiyatlilik darajasi a ga va tegishli erkinlik darajalari

$k_1 = n - r = (15-7) = 8$ va $k_2 = n(m-1) = (15(3-1) = 30)$ ga ko‘ra topilgan. $k_1$ning erkinlik darajasi adekvatlik dispersiyasining erkinlik darajasi S^2_{ad} ga, k_2 esa takrorlanuvchanlik dispersiyasining erkinlik darajasi $S^2_{d.tпр}$ t ga mos keladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. X.M. Yuldashev “Presslangan paxta moyini mexanik zarralardan ajratish jarayonini jadallashtirish va tindirish qurilmasini takomillashtirish” 2025. Buxoro, 40-45 b.

2. Абдурахмонов О.Р., Юлдашев Х.М. “Математическое моделирование на основе полнофакторного эксперимента процесса осаждения механических частиц из прессового хлопкового масла” . Развитие науки и технологий. № 4 2023. –С. 140-148

ISSN 3030-3907

3. Yuldashev X.M “Mexanik zarrachalarni suspenziyalardan cho‘ktirish jarayonini jadallashtirish” материалы международной научно-практической конференции. Бухара. 2024. 26-27 апрель.

ISSN 3030-3907