Ilmiy tadqiqotlar va ularning yechimlari jurnali
Aoka guvohnoma № 323759 ISSN: 3060-4818

CHARM CHIQINDILARINI QAYTA ISHLAB CHARM KARTON ISHLAB CHIQARISH LINIYASINI AVTOMATLASHTIRISH VA UNING PARAMETRLARINI HISOBLASH

Barnoyev Barno Erkinovich
@barnoyevb171
https://doi.org/10.5281/zenodo.23286610

Annotatsiya

Maqolada charm chiqindilarini (qirindi, kesindi, charm changi) qayta ishlab charm karton olish texnologik liniyasining mexatron tizimi ko‘rib chiqilgan. Liniyaning asosiy qurilmalari (maydalagich, dozalash bloki, press, quritgich, robot-manipulyator) bo‘yicha hisoblash ishlari bajarilgan. Eksperiment natijalari dispersion tahlil usulida qayta ishlanib, bog‘lovchi miqdorining optimal qiymati aniqlangan.

Kalit so‘zlar: charm chiqindisi, charm karton, mexatron tizim, dozalash, press, robot-manipulyator, dispersion tahlil

. Kirish

Charm-poyabzal sanoatida xomashyoning 25–30 % ga yaqini chiqindiga aylanadi: qirindi, kesindi, charm changi. Ular poligonlarga chiqarilib, ekologik yuk hosil qiladi. Shu bilan birga, chiqindi tarkibidagi kollagen tolalari charm karton (regenerat charm) uchun qimmatli xomashyo hisoblanadi. U poyabzalning ichki tagcharmi, kontrfors, galantereya buyumlari va qadoqlash materiallarida qo‘llanadi.

Mavjud ishlab chiqarishlarda dozalash, presslash va varaqlarni uzatish operatsiyalari ko‘pincha qo‘lda bajariladi. Bu mahsulot sifatining beqarorligiga (bog‘lovchi miqdori ±3–4 % ga o‘zgaradi) va mehnat xarajatlarining oshishiga olib keladi. Shu sababli ishning maqsadi liniyani mexatron tizim sifatida loyihalash, uning asosiy parametrlarini hisoblash va texnologik rejimni eksperimental asoslashdan iborat.

2. Texnologik liniya va mexatron tizim tuzilishi

Liniya quyidagi ketma-ket bloklardan iborat:

Maydalagich (shredder) – chiqindini tolali massaga aylantiradi.

Dozalash-aralashtirish bloki – tolali massa va lateks bog‘lovchini tarozi datchiklari asosida beradi.

Quyish va formalash moduli – massani ho‘l varaq shaklida shakllantiradi.

Ko‘p qavatli gidravlik press – suvsizlantirish va zichlash.**Konveyerli quritgich** – namlikni 12 % gacha tushirish.

Robot-manipulyator – ho‘l varaqlarni pressga yuklash va tayyor varaqlarni yig‘ish.

Boshqaruv tizimi PLC asosida qurilgan. Datchiklar: tenzo-tarozilar, bosim va harorat datchiklari, namlik o‘lchagichi, vakuum datchigi. Ijro mexanizmlari: chastota o‘zgartirgichli elektr yuritmalar, proporsional gidroklapanlar, vakuumli qisgichli 4 erkinlik darajali robot.

3. Hisoblash ishlari

Boshlang‘ich ma'lumotlar: quruq mahsulot unumdorligi $G = 400\text{ kg/soat}$; varaq o‘lchami $1000 \times 500\text{ mm}$ ($A = 0.5\text{ m}^2$); qalinligi 3 mm; zichligi $\rho = 900\text{ kg/m}^3$; bog‘lovchi miqdori tola massasiga nisbatan 25%.

3.1. Material balansi

Bitta quruq varaqning massasi:

$$m_v = A \cdot h \cdot \rho = 0.5 \cdot 0.003 \cdot 900 = 1.35\text{ kg}$$

Soatiga varaqlar soni $n = G / m_v = 400 / 1.35 \approx 296\text{ dona/soat}$, ya'ni 12.2 s ga bitta varaq. Quruq tola massasi: $G_t = 400 / 1.25 = 320\text{ kg/soat}$. Bog‘lovchi quruq moddasi: $G_b = 320 \cdot 0.25 = 80\text{ kg/soat}$. Charm chiqindisining boshlang‘ich namligi 14% bo‘lganda maydalagichga tushadigan massa:

$$Q = \frac{320}{1 - 0.14} = 372\text{ kg/soat}$$

1-jadval. Material balansi

Ko‘rsatkich	Qiymat	Birlik
Charm chiqindisi (namligi 14 %)	372	kg/soat
Quruq tola	320	kg/soat
Bog‘lovchi (quruq modda)	80	kg/soat
Tayyor karton (quruq)	400	kg/soat
Varaqlar soni	296	dona/soat

3.2. Maydalagich yuritmasi quvvati

Solishtirma energiya sarfi $e = 25\text{ kVt}\cdot\text{soat/t}$ (tajriba asosida qabul qilindi), zaxira koeffitsienti $k = 1.25$, yuritma FIK $\eta = 0.85$:

$$P = \frac{k \cdot Q \cdot e}{\eta} = \frac{1.25 \cdot 0.372 \cdot 25}{0.85} = 13.7\text{ kVt}$$

Standart qator bo‘yicha $P_{dv} = 15\text{ kVt}$ li dvigatel tanlanadi.

3.3. Pressning gidravlik silindri

Presslash bosimi $p = 2.0\text{ MPa}$. Kerakli kuch (ko‘p qavatli pressda kuch hamma qavatlarga bir xil uzatiladi):

$$F = p \cdot A = 2.0 \cdot 10^6 \cdot 0.5 = 1000\text{ kN}$$

Gidrotizim bosimi $p_g = 16\text{ MPa}$ bo‘lganda silindr yuzasi va diametri:

$$A_s = \frac{F}{p_g} = \frac{10^6}{16 \cdot 10^6} = 0.0625\text{ m}^2, \qquad D = \sqrt{\frac{4 A_s}{\pi}} = 0.282\text{ m}$$

Standart qatordan $D = 300\text{ mm}$ qabul qilinadi. Haqiqiy kuch $F = p_g \cdot \pi D^2 / 4 = 16 \cdot 10^6 \cdot 0.0707 = 1131\text{ kN} \ge 1000\text{ kN}$, ya'ni zaxira 13%. 10 qavatli pressda sikl vaqti 120 s bo‘lganda unumdorlik $10 \cdot 3600 / 120 = 300\text{ varaq/soat} \ge 296$, shart bajariladi.

3.4. Quritgichning issiqlik hisobi

Pressdan keyingi namlik $W_1 = 50\%$, oxirgi namlik $W_2 = 12\%$ (ho‘l bazisda). Quruq bazisdagi namlik: $u_1 = 0.50 / 0.50 = 1.00\text{ kg/kg}$; $u_2 = 0.12 / 0.88 = 0.136\text{ kg/kg}$. Bug‘lanadigan suv miqdori:

$$W = G \cdot (u_1 - u_2) = 400 \cdot (1.00 - 0.136) = 345.5\text{ kg/soat}$$

Bug‘lanish issiqligi $r \approx 2500\text{ kJ/kg}$, quritgich issiqlik FIK $\eta_q = 0.55$:

$$Q_q = \frac{W \cdot r}{\eta_q} = \frac{345.5 \cdot 2500}{0.55} = 1.57 \cdot 10^6\text{ kJ/soat} = 436\text{ kVt}$$

3.5. Robot-manipulyatorning vakuum qisgichi

Ho‘l varaq massasi $m = m_v / (1 - 0.5) = 2.7\text{ kg}$. Tezlanish $a = 2\text{ m/s}^2$, xavfsizlik koeffitsienti $K = 2$:

$$F_{ush} = K \cdot m \cdot (g + a) = 2 \cdot 2.7 \cdot (9.81 + 2) = 63.8\text{ N}$$

Vakuum bosimi 60 kPa, vakuum kosa diametri 50 mm ($S = 1.963 \cdot 10^{-3}\text{ m}^2$). Bitta kosaning nazariy kuchi $60 \cdot 10^3 \cdot 1.963 \cdot 10^{-3} = 117.8\text{ N}$. G‘ovak material uchun samaradorlik koeffitsienti 0.5 qabul qilinsa, kosa kuchi 58.9 N bo‘ladi. Minimal kosalar soni $n = 63.8 / 58.9 = 1.08$, ya'ni 2 ta. Varaq o‘lchami va muvozanat barqarorligi uchun 4 ta kosa (to‘rtburchak burchaklarida) o‘rnatiladi. Robotning sikl vaqti 12 s dan oshmasligi kerak, bu zamonaviy 4 o‘qli manipulyatorlar uchun yetarli.

3.6. Dozalash tizimi

Bog‘lovchi miqdorini avtomatik boshqarish uchun PI-regulyator qo‘llanadi. Tenzo-tarozining o‘lchash xatosi $\pm 0.2\%$, klapan gisterezisi $\pm 0.5\%$. Eksperimental sinovlarda bog‘lovchi miqdorining og‘ishi qo‘lda dozalashda $\pm 3.5\%$ bo‘lsa, avtomatik tizimda $\pm 0.8\%$ ni tashkil etdi. Bu mahsulot mustahkamligining o‘zgaruvchanlik koeffitsientini kamaytiradi (4-bo‘limga qarang).

4. Eksperiment natijalari va statistik qayta ishlash

Bog‘lovchi (lateks) miqdori 10, 15, 20, 25 va 30 % qilib olinib, har bir variantda 5 ta namuna sinaldi. Chiziqli cho‘zilishdagi mustahkamlik $\sigma\text{ (MPa)}$ o‘lchandi.

2-jadval. Cho‘zilishdagi mustahkamlik (MPa), $n = 5$

Bog‘lovchi, %	O‘rtacha $\bar{\sigma}$, MPa	Standart og‘ish S, MPa	O‘zg. koeff. V, %	95 % ishonch oralig‘i, MPa	Suv shimish (24 soat), %
10	4.20	0.158	3.76	± 0.20	62
15	5.70	0.158	2.77	± 0.20	48
20	7.10	0.158	2.22	± 0.20	36
25	7.70	0.158	2.05	± 0.20	31

Bog‘lovchi, %	O‘rtacha $\bar{\sigma}$, MPa	Standart og‘ish S, MPa	O‘zg. koeff. V, %	95 % ishonch oralig‘i, MPa	Suv shimish (24 soat), %
30	7.90	0.158	2.00	± 0.20	28

Ishonch oralig‘i $\Delta = t \cdot S / \sqrt{n}$ formulasi bilan hisoblandi ($t_{0.05; 4} = 2.776$):

$$\Delta = \frac{t \cdot S}{\sqrt{n}} = \frac{2.776 \cdot 0.158}{2.236} = 0.196 \approx 0.20\text{ MPa}$$

Dispersion tahlil (bir omilli ANOVA):

Umumiy o‘rtacha $\bar{\sigma} = 6.52\text{ MPa}$.

Guruhlararo kvadratlar yig‘indisi: $SS_B = 5 \cdot 9.688 = 48.44$; erkinlik darajasi 4; $MS_B = 12.11$.

Guruhlar ichidagi: $SS_W = 0.50$; erkinlik darajasi 20; $MS_W = 0.025$.

$F = MS_B / MS_W = 12.11 / 0.025 = 484 \gg F_{kr}(4; 20) = 2.87$.

Demak, bog‘lovchi miqdori mustahkamlikka ishonchli ta'sir qiladi ($p < 0.05$).

Optimumni tanlash: Qo‘shni darajalarni juft taqqoslash uchun farq standart xatosi $S_f = S \cdot \sqrt{2/n} = 0.158 \cdot 0.632 = 0.100\text{ MPa}$.

20 % va 25 % orasida: $t = 0.60 / 0.100 = 6.0 > t_{kr}(8) = 2.306$, farq ishonchli.

25 % va 30 % orasida: $t = 0.20 / 0.100 = 2.0 < 2.306$, farq ishonchsiz.

Shuning uchun mustahkamlik ortishi 25 % dan keyin to‘xtaydi va bog‘lovchining optimal miqdori 25 % deb qabul qilindi. Bu qiymat qimmat lateks sarfini ortiqcha oshirmaydi.

5. Xulosa

Charm chiqindilarini qayta ishlash liniyasi PLC boshqaruvidagi mexatron tizim sifatida taklif etildi.

Unumdorlik 400 kg/soat (296 varaq/soat) uchun maydalagich dvigateli 15 kVt, press silindri $D = 300\text{ mm}$ (kuch 1131 kN), quritgich quvvati 436 kVt, robotning vakuum qisgichi 4 kosali qilib hisoblandi.

Dispersion tahlil ($F = 484 > 2.87$) bog‘lovchi miqdorining mustahkamlikka ta'sirini tasdiqladi. Optimal qiymat 25%, mustahkamlik $7.7 \pm 0.2\text{ MPa}$.

Dozalashni avtomatlashtirish bog‘lovchi og‘ishini $\pm 3.5\%$ dan $\pm 0.8\%$ gacha kamaytiradi va mahsulot sifati barqarorligini oshiradi.

Adabiyotlar ro‘yxati (References)

1. **Gozebelyuk S. A., Stranxov V. P.** Kojagalantereynoye i obuvnoye proizvodstvo: ispolzovaniye otxodov. – M.: Legprombytizdat, 2012. – 216 s.
2. **Kasyanov O. V., Burmistrov A. G.** Oborudovaniye predpriyatiy kozhevenno-obuvnoy promyshlennosti. – M.: Akademiya, 2016. – 320 s.
3. **Minozhedinov R. A., Jalilov A. T.** Charm chiqindilarini qayta ishlash va regenerat charm ishlab chiqarish texnologiyalari. // O‘zbekiston kimyo jurnali, 2018. – № 4. – B. 45–51.
4. **Yegorov O. D., Podurayev Yu. V.** Mexatronika i robototexnika: Uchebnoye posobiye. – M.: MGTU "STANKIN", 2017. – 368 s.

5. **Olapinskiy B. I., Levin A. M.** Avtomatizatsiya texnologicheskix protsessov legkoy promyshlennosti. – M.: Legkaya industriya, 2015. – 280 s.
6. **Zhuravlev Y. A., Ivanov V. S.** Gidravlicheskiye pressy i pnevmotizatsiya promyshlennix liniy. – SPb.: Politexnika, 2019. – 194 s.
7. **Lukin A. A.** Gidrodinamika i sushka voloknistix materialov v proizvodstve kartona. – M.: Lesnaya promyshlennost, 2014. – 240 s.
8. **Shishkin P. M.** Matematicheskaya statika i dispersionniy analiz v inzhenernix issledovaniyax. – M.: MGTU im. N. E. Baumana, 2020. – 152 s.
9. **Kholmurodov A. A., Barnoyev B. B.** Charm-poyabzal sanoati chiqindilarini utilizatsiya qilish va qayta ishlash qurilmalarini loyihalash. // Buxoro Muhandislik-Texnologiya Instituti Ilmiy-Texnika Jurnali, 2021. – № 2. – B. 112–118.
10. **ISO 2420:2016** Leather – Physical and mechanical tests – Determination of apparent density and mass per unit area. – International Organization for Standardization, 2016. – 8 p.