UDK 66.047.3:620.91

KOMBINATSIYALASHGAN AYLANUVCHI BARABANLI QURITKICHNING ENERGIYA TEJAMKORLIGINI MODELLASHTIRISH

Safarov Elyorbek Xasanovich
0000-0003-2985-7932
Andijon davlat texnika instituti, t.f.f.d.
E-mail: elyorbeksafarov7@gmail.com
Tel: +998937819264

Annotatsiya. Maqolada kungaboqar urug‘larini qurituvchi yangi baraban tipidagi kombinatsiyalashgan quritkichning energiya tejamkorlik ko‘rsatkichini aks ettiruvchi empirik matematik modeli keltirilgan. Model adekvatlikka tekshirilgan va foydalanishga yaroqliligi isbotlangan. Quritkichda elektr energiyasidan tashqari quyosh issiqlik energiyasidan qo‘shimcha ravishda foydalanilgan. Quritkichda quyosh kollektori mavjud bo‘lib, atmosfera havosini quyosh issiqlik energiyasi yordamida qizdirib beradi, so‘ng bu havo elektrokaloriferga beriladi. Elektrokalorifer ushbu havoni sozlangan quritish agenti haroratigacha qizdiradi, bunga kam vaqt sarflanganligi uchun asosiy elektr energiyasi ham kam sarflanadi. Shu orqali asosiy hisoblangan elektr energiyani tejash amalga oshadi. Matematik model quritish jarayonida quyosh kollektoridagi havo harorati, quritish agenti tezligi va harorati qiymatlari o‘zgarishining ta’sirini hisobga olgan holda quritkichni qancha quvvat iste’mol qilishini oldindan bashorat qila oladi. Kirish parametrlarini quritkich quvvat sarfiga qanday ta’sir qilayotgani grafiklarda tasvirlangan va tushintirilgan.

Kalit so‘zlar: kungaboqar urug‘lari, kombinatsiyalashgan barabanli don quritkich, energiya tejamkorlik, quyosh issiqlik energiyasi, quyosh kollektori, quritish agenti tezligi, matematik modellashtirish, parametrlarni bashorat qilish.

Annotation. The article presents an empirical mathematical model of a new drum-type Combination dryer drying sunflower seeds, reflecting the energy-saving indicator. The Model has been tested for adequacy and proven fit for use. In addition to electricity, solar thermal energy was additionally used in the dryer. The dryer has a solar collector, which heats the atmospheric air using solar thermal energy, then this air is fed to the electrocalorifier. The electrocalorifer heats this air to the temperature of the tuned drying agent, since less time is spent on it, the main electricity is also less spent. Through this, the main calculated electrical energy savings are realized. The mathematical model is able to predict in advance how much power the dryer will consume, taking into account the effects of changes in the air temperature, drying agent speed and temperature values in the solar collector

ISSN 3030-3907

during the drying process. How the input parameters are affected by the power consumption of the dryer is described and lowered in graphs.

Keywords: sunflower seeds, combined drum grain dryer, energy saving, solar thermal energy, solar collector, drying agent speed, mathematical modeling, parameter prediction.

Аннотация. В статье представлена эмпирическая математическая модель новой комбинированной сушилки барабанного типа для сушки семян подсолнечника, демонстрирующая энергоэффективность. Модель проверена на адекватность и доказана пригодность к эксплуатации. Помимо электричества, в сушилке дополнительно использовалась солнечная тепловая энергия. Сушилка имеет солнечный коллектор, который нагревает атмосферный воздух с помощью солнечной тепловой энергии, которая затем подается в электрокалорифер. Электрокалорифер нагревает этот воздух до температуры отрегулированного сушильного агента, на что также расходуется меньше электроэнергии, поскольку на это уходит меньше времени. Благодаря этому происходит экономия электроэнергии, которая считается основной. Математическая модель может предсказать, сколько энергии потребляет сушилка, учитывая влияние изменения температуры воздуха в солнечном коллекторе, скорости и значений температуры сушильного агента в процессе сушки. Как входные параметры влияют на энергопотребление сушилки, показано и объяснено на графиках.

Ключевые слова: Семена подсолнечника, комбинированная барабанная сушилка для зерна, энергосбережение, солнечная тепловая энергия, солнечный коллектор, скорость сушильного агента, математическое моделирование, прогнозирование параметров.

Kirish

Hozirda urug‘ va donlarni quritish qurilmalarining ko‘plab turlari mavjud. Ular bir birdan konstruksiyasi, quritish usuli va ko‘plab xususiyatlari bilan farqlanadi. Don quritish qurilmalari va quritish usullari haqida [1] da bayon qilingan. Quritish qurilmalarida jarayonni to‘g‘ri tashkil etish, jarayonga ta’sir qilayotgan kirish parametrlari o‘zgarishini mahsulotning chiqish parametri o‘zgarishlariga ta’sirini baholash maqsadida matematik modellashtirishni amalga oshirish zarur. Quritish jarayonida asosan issiqlik va massa almashinish hodisasi o‘rganiladi hamda modellashtiriladi. Bunday modellar quritish jarayonini boshqarish uchun juda muhimdir. Konvektiv va kontaktli usullar asosida tashkil etilgan quritish jarayonining modeli asosidagi simulyatsiya natijalari [2] da o‘rganilgan. Quritish qurilmalari rivojlanayotgan hozirgi vaqtda quritkichlarga ko‘plab talablar qo‘yilmoqda. Bunday talablardan biri energiya tejamkorlik

ISSN 3030-3907

talabidir. Ushbu talabni bajarish maqsadida quritish qurilmalarining konstruksiyasiga ko‘plab o‘zgartirishlar kiritilmoqda, kombinatsiyalashgan quritish usullaridan foydalanilmoqda. Yuqori unumdorlik yoki kam energiya sarfi kabi talablarni bajarish maqsadida ventilyator ishlashini va bunker sohalari bo‘ylab donning harakat sxemasini tuzish masalasini hal etish bo‘yicha matematik model ishlab chiqilgan [3]. Shuningdek, [4] quritish qurilmasida faol shamollashtish orqali don quritish jarayonini o‘rganish natijasida tegishli regression tenglamalar olingan va energiya tejamkorlikka erishish rejimlari tanlangan.

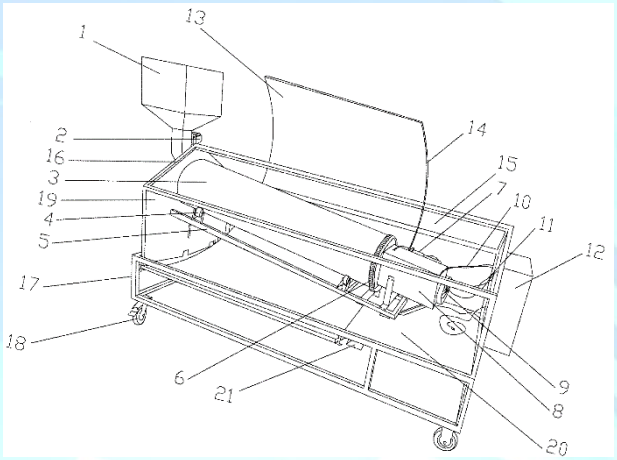
Sanoatning turli tarmoqlarida keng foydalaniladigan aylanuvchi barabanli quritkich konstruksiyasining soddaligi, universalligi bilan ajralib turadi. Barabanli quritkichlarda konvektiv va kontaktli quritish usullari keng qo‘llaniladi. Quritish jarayonini kombinatsiyalash, turli usullar bilan issiqlikni tiklash va boshqa qator o‘zgartirishlar natijasida quritkichda energiyani tejashga erishildi [5]. Barabanli quritkichlar urug‘ va donlarni quritishda ham samarali foydalaniladi. Yuqorida ko‘rib o‘tilgan ma’lumotlardan ko‘rinib turibdiki, energiya tejamkor quritish qurilmalarini loyihalash, modellashtirish va amaliyotga tadbiq etish hozir ham dolzarb masalalardan biri bo‘lib turibdi. Shularni inobatga olib biz yangi kombinatsiyalashgan energiya tejamkor barabanli quritish qurilmasini yaratdik [6, 7]. Quyida mazkur quritish qurilmasida energiya tejamkorlikni ifodalovchi regression tenglamalardan iborat matematik modelini ko‘rib o‘tamiz.

Materiallar va usullar:

Urug‘ va donlarni quritish uchun yangi baraban tipidagi kombinatsiyalashgan energiya tejamkor qurilma ishlab chiqildi va energiya tejamkorlik xususiyatini tadqiq qilish bo‘yicha tajriba o‘tkazildi (1-rasm). Tajriba quritkichida mahsulotni quritish uchun bir vaqtning o‘zida ham elektr energiyasidan, ham quyoshning issiqlik energiyasidan foydalanilgan. Quritish qurilmasi soatiga 4500Vt elektr quvvat sarflaydi. Quyosh issiqlik energiyasidan qo‘shimcha foydalanish evaziga asosiy elektr energiya tejaladi. Tajriba quritkichidagi quyosh kollektorida atmosfera havosi quyosh issiqlik energiyasi ta’sirida qiziydi, ushbu qizigan havo elektrokaloferda quritish haroratigacha qizdiriladi. Elektrokalorifer quritkich boshqaruv shkafidagi maxsus elektrik rele orqali avtomatik uzib ulanishi bilan boshqariladi. Elektrokalorifer atmosfera havosini to‘g‘ridan to‘g‘ri qizdirmaydi. Bu esa elektrokaloriferda qizigan havoni hosil qilish vaqtini kamaytiradi, tegishli quritish haroratini ta’minlash uchun elektrokalorifer rele orqali nisbatan ko‘proq vaqt uzilgan holatda turadi. Shu orqali asosiy elektr quvvat kam sarflanadi. Lekin, quritish agenti tezligining o‘zgarishi quritkichning quvvat sarfiga sezilarli ta’sir qiladi. Bundan tashqari quritish haroratlari o‘zgarsa ham quvvat sarfi o‘zgaradi. Demak, quritkichning quvvat

ISSN 3030-3907

sarfiga quyoshning faolligi, quritish harorati qiymati va quritish agenti tezligi ta’sir etmoqda.





1-rasm. Kombinatsiyalashgan energiya tejamkor barabanli tajriba quritkichi sxemasi: 1-yuklash bunkeri, 2-don sarfini rostlovchi qadamli motor, 3-quritish barabani, 4-aylanuvchi roliklar, 5-aylanuvchi roliklari qotirilgan tayanch, 6-barabanga mahkamlangan tishli g‘ildirak, 7- barabanni aylantiruvchi motor, 8-elektr pech, 9-ventilyator, 10-elektr pechni tok bilan ta’minlash o‘tkazgichi, 11- haroratlar haqidagi ma’lumotlarni etkazuvchi datchik kabellari, 12-boshqaruv shkafi, 13-parabolik truba shaklidagi nur qaytargich, 14-nur qaytargich mahkamlangan metal profil, 15-quyosh kollektori, 16-quyosh kollektorining metal karkasi, 17-quritkichning ostki tayanch qismi, 18-quritkich qurilmasini siljituvchi g‘ildiraklar, 19-quyosh kollektorini old tomondan to‘suvchi metal panel, 20-quyosh kolletorini past tomondan to‘suvchi metal panel, 21-to‘kish bunkeri.

Tajriba quritkichida quritish agentining harorati, tezligi va quyosh kollektoridagi havo haroratini elektrokaloriferning elektr quvvat sarfiga ta’sirini o‘rganib, quritkichning energiya tejamkorligining matematik tenglamasini keltirib chiqaramiz. Tajriba yoz oyida o‘tkazilganligiga qaramasdan, quritish qurilmasining energiya tejamkorligi turlichadir. Buning sababi, atmosfera harorati qiymatini turlicha bo‘lishi hisobiga quyosh kollektoridagi havo harorati qiymati bilan elektrokaloriferdan chiqayotgan quritish agenti harorati orasidagi farqning turlicha bo‘lishidir. Ushbu farq qancha kichik bo‘lsa, quritkichning energiya sarfi mos ravishda kichik bo‘ladi, yoki aksincha. Tajriba uchun kungaboqar urug‘lari olingan bo‘lib, quritish jarayoni 80°C, 90°C va 100°C quritish haroratlarida amalga oshirildi. Quyosh kollektoridagi havo haroratining o‘zgarishiga tajriba quritkichining konstruksiyasidan kelib chiqib ushbu quritish haroratlari ham ta’sir qiladi.

Yoz oyida o‘tkazilgan tajriba asosida quritkichning energiya tejamkorlik tenglamasini keltirib chiqaramiz. Quritkichning energiya tejamkorligiga ta’sir

ISSN 3030-3907

qiluvchi kirish omillari sifatida quritish agentining harorati, tezligi va quyosh kollektoridagi havo harorati kabi parametrlar olingan bo‘lib, ularning o‘zgarish oraliqlari quyidagicha:

1) quritish agenti harorati T_{qa}, uning o‘zgarish oralig‘i 80 ÷ 100°C;

2) quyosh kollektoridagi havo harorati T_{qk}, uning o‘zgarish oralig‘i 55 ÷ 65°C;

3) quritish agenti tezligi V_{qa}, uning o‘zgarish oralig‘i 0.5 m/c ÷ 1.5 m/c.

Uchta kirish omilli tajriba uchun o‘tkaziladigan tajribalar kombinatsiyalari soni:

$$N = 2^3 = 8$$

Kirish omillarining tajribalar kombinatsiyalari 1-jadvalda keltirilgan

1-jadval.

Kirish omillarining tajribalar kombinatsiyasi.

Kirish omillarining natural qiymatlari				Kirish omillarining o‘lchamsiz tizimdagi qiymatlari		
Tajribalar soni №	z_1	z_2	z_3	x_1	x_2	x_3
1	80	55	0,5	- 1	- 1	- 1
2	100	55	0,5	+1	- 1	- 1
3	80	65	0,5	- 1	+1	- 1
4	100	65	0,5	+1	+1	- 1
5	80	55	1,5	- 1	- 1	+1
6	100	55	1,5	+1	-1	+1
7	80	65	1,5	- 1	+1	+1
8	100	65	1,5	+1	+1	+1

Kirish omillari kombinatsiyalari asosida o‘tkazilgan tajriba qiymatlari quyidagi jadvalda keltirilgan:

2-jadval

Kombinatsiya asosida kirishi omillari tajriba qiymatlari

№	X_0	X_1	X_2	X_3	X_1X_2	X_1X_3	X_2X_3	U
1	+	–	–	–	+	+	+	2410
2	+	+	–	–	–	–	+	2893
3	+	–	+	–	–	+	–	2285
4	+	+	+	–	+	–	–	2685
5	+	–	–	+	+	–	–	2655
6	+	+	–	+	–	+	–	3244
7	+	–	+	+	–	–	+	2520
8	+	+	+	+	+	+	+	2971

ISSN 3030-3907

$b_j = \frac{1}{N}\sum x_{ji} y_i$ formula orqali koeffitsientlarni aniqlaymiz: b_0=2708; b_1=240; b_2=-92,6; b_3=139,6; b_{12}=-27,6; b_{13}=19,6; b_{23}=-9,4.

Kirish omillarning o‘rta qiymatlari asosida 6 marta takroran tajriba o‘tkazildi va $y_1^0 = 2660,\ y_2^0 = 2581,\ y_3^0 = 2579,\ y_4^0 = 2671,\ y_5^0 = 2651,\ y_6^0 = 2571$ qiymatlar olindi, o‘rta arifmetigi hisoblandi.

Optimallashtirish parametri dispersiyasi quyidagi formula bo‘yicha hisoblanadi:

$$s_y^2 = \frac{\sum_1^6 (y_u - \bar{y}_0)^2}{n_0 - 1}; \qquad (1)$$

bu erda $\bar{y}_0$ - o‘rta qiymatlarda hisoblangan chiqish kattaligi qiymatlarining o‘rta arifmetigi.

Styudent me’zoni bo‘yicha topilgan koeffitsientlarning ahamiyatligi aniqlandi. Ahamiyatlilik darajasi r =0,05 va erkinlik darajasi f =3-1=2 da Styudent me’zoni qiymati tp (f)= 4,3027 ga teng. Ushbu me’zon qiymatidan modul jihatdan kichik bo‘lgan koeffitsient qiymatlari ahamiyatliligi kichik bo‘lganligi sababli keyingi hisoblashlardan olib tashlanadi va b_0, b_1, b_2, b_3, koeffitsientlar keyingi hisoblashlarda qatnashadi. Tenglama quyidagicha bo‘ladi:

$$y = 2708 + 240x_1 - 92{,}6x_2 + 139x_3; \qquad (2)$$

Tenglama monandlikka tekshirish uchun monandlik dispersiyasi hisoblandi:

$$S^2_{мон} = \frac{\sum_{i=1}^{8} (y_{экс} - \hat{y}_{хис})^2}{N - (k+1)}; \qquad (3)$$

Tenglamani monandlik bo‘yicha Fisher me’zoniga tekshirildi va tenglamaning tajribaga monandligi tasdiqlandi.

$$F_{хис} = \frac{S^2_{мон}}{S^2_y} = 1{,}19;$$

Ahamiyatlilik darajasi r = 0,05 va erkinlik darajalari f_1 =3-1=2 va f_2=4 da F_{jad}=6,93.

Fisher me’zonining jadvaldagi qiymatini hisobiy qiymat bilan taqqoslashda quyidagi shart bajarilishi kerak:

$$F_{хис} \langle F_{жад};$$

shartga ko‘ra $F_{хис} \langle F_{жад}$, ya’ni 1,19⟨6,93;

Demak, tuzilgan model tenglamasi tajribaga monand.

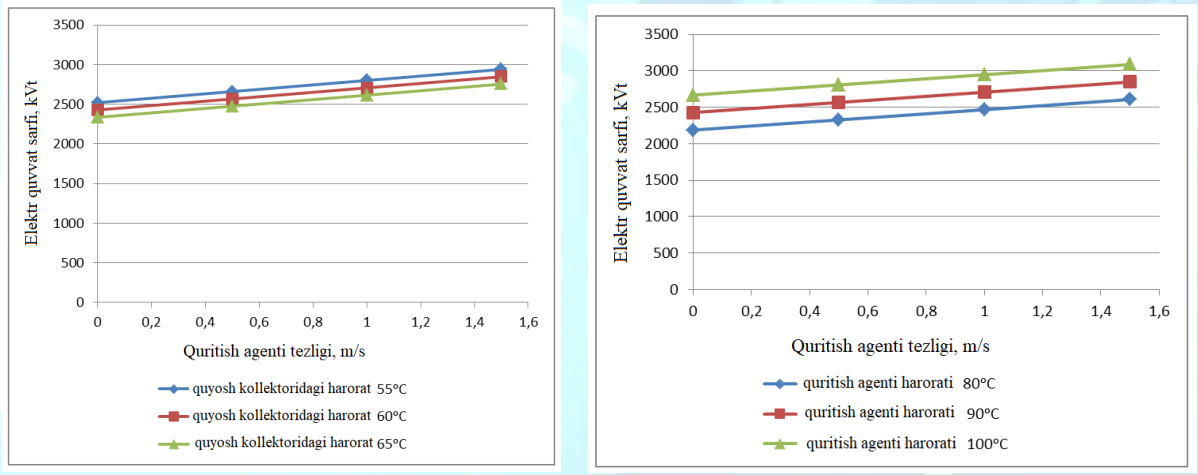
ISSN 3030-3907

(2) tenglama kirish omillarining kodlangan shakllaridan iborat. Shuning uchun tenglamani haqiqiy qiymatlarga o‘zgartirildi. Natijada quyidagi tenglama hosil bo‘ldi:

$$y = 1380 + 24T_{ка} - 18{,}52T_{кк} + 279{,}2V_{ка}; \qquad (4)$$

Natijalar va muhokamalar

Topilgan tenglama asosida grafiklar quramiz. 2-rasmda quyosh kollektoridagi havo harorati 55°C, 60°C va 65°C, quritish agenti tezligi 0 ÷ 1.5 m/c oraliqda o‘zgaradigan holatlarda 80°C, 90°C va 100°C quritish haroratlari bilan ishlash jarayonidagi quritkichning elektr quvvat sarfi o‘zgarish grafiklari ko‘rsatilgan. Grafiklarni quritish harorati 90°C, quyosh kollektoridagi havo harorati 60°C bo‘lgan o‘rta kirish omili qiymatlari misolida keltiramiz.



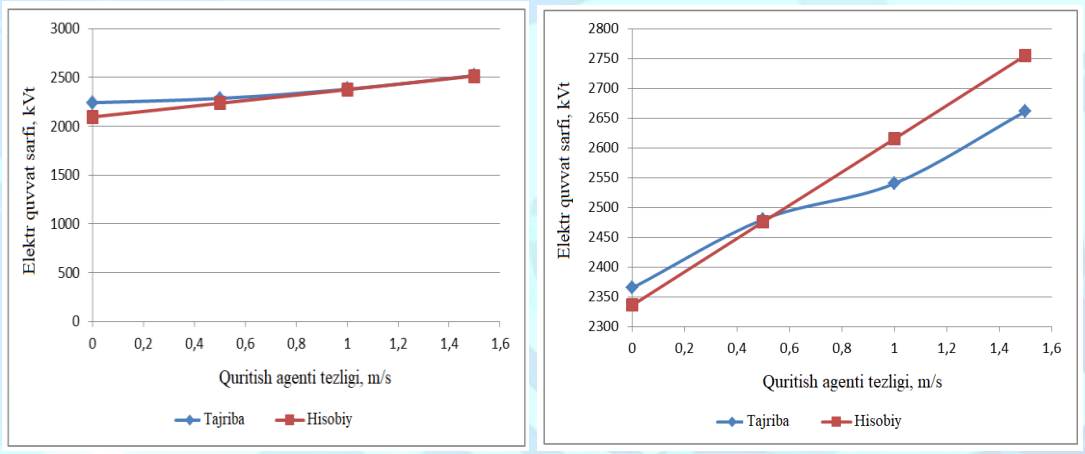
a) b)

2-rasm. Quritkich elektr quvvat sarfining o‘zgarish grafigi: a) quritish agenti harorati 90°C, b) quyosh kollektoridagi havo harorati 60°C.

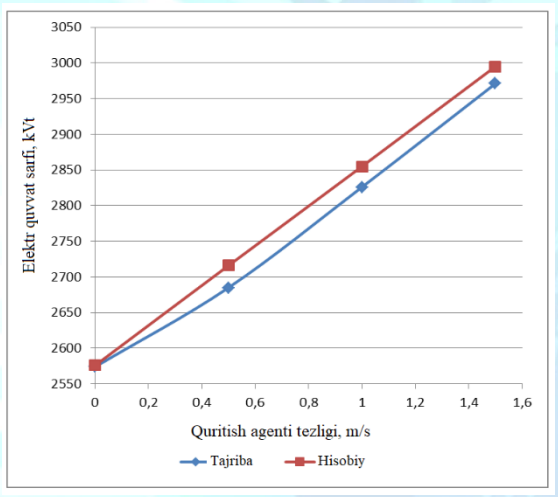
Ushbu rasmdagi grafiklardan ko‘rinadiki, quritish agenti harorati ortgan sari quritkich elektr quvvat sarfi ham chiziqli ortib boradi. Bundan tashqari o‘rnatilgan quritish agenti haroratida quyosh kollektoridagi havo haroratining ortishi bilan elektr quvvat sarfi kamayadi. Buni quyosh kollektoridagi havo haroratini ortishi kollektordan so‘rib olinayotgan ushbu havoni elektrokaloriferda kerakli quritish haroratigacha qizdirish vaqtini kamayishiga sababchi bo‘lishi bilan tushintirish mumkin.

Topilgan matematik model qiymatlarini tajriba qiymatlari bilan taqqoslash maqsadida 3-rasmdagi grafiklarni keltiramiz. Quyosh kollektoridagi havo harorati 65°C bo‘lgan holat bo‘yicha hisoblangan.

ISSN 3030-3907



a) b)



v)

3-rasm. Tenglama bo‘yicha hisoblangan elektr quvvat sarfi qiymatlarini tajriba qiymatlariga monandligi grafigi: a) quritish agenti harorati 80°C, b) quritish agenti harorati 90°C, v) quritish agenti harorati 100°C.

Topilgan tenglama tajriba qiymatlariga monand ekanligi isbotlangandan so‘ng, ushbu rasmdagi grafiklar tenglamani monand ekanligini yaqqol tasvirlaydi.

Yoz va kuz oylarida quritkichda elektr quvvat sarfini o‘rganish bo‘yicha topilgan tenglamalar tajriba qiymatlariga monand, ushbu topilgan tenglamalarni quritish agenti hamda quyosh kollektoridagi havo haroratining berilgan qiymatlar oralig‘ida quritkichning elektr quvvat sarfi qanday o‘zgarishini oldindan bashoratlashda foydalanish mumkin.

Xulosa

Yangi, kollektoridagi havoni quyosh issiqlik energiyasi yordamida qo‘shimcha qizdirish orqali elektr quvvat sarfini tejaydigan quritish qurilmasining empirik matematik modeli ishlab chiqildi. Mazkur model orqali quritish agenti harorati va tezligi, quyosh kollektoridagi havo harorati o‘zgarishiga qarab

ISSN 3030-3907

quritkichning qancha elektr quvvat sarflashini oldindan bashorat qilish mumkin. Model monandlikka tekshirilgan va foydalanishga yaroqli.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Mukhitdinov, J.P., Safarov, E.X.: Reviewing technologies and devices for drying grain and oilseeds. Chem. Tech., Cont. and Manag. 3, 05-19 (2021).
2. Stakic, M., Tsotsas, E.: Model-based analysis of convective grain drying processes. Dry. Technol. 23, 1895–1908 (2005). doi: 10.1080/07373930500210283.
3. Vasiliev, A.N., Severinov, O.V.: Mathematical model of energy-saving technology of grain drying. (2015).
4. Bastron, T.N., Chirukhina, N.M.: Energy saving modes of drying the oats by means of forced aeration. Bulletin of KrasGAU. 4, (2012).
5. Trojosky, M.: Rotary drums for efficient drying and cooling. Dry. Technol. vol. 37, pp. 632–651 (2019). https://doi.org/10.1080/07373937.2018.1552597
6. Mukhitdinov, J.P., Safarov, E.X., Olimov, B.K.: Research of a Combined Energy-Saving Drum Dryer for Drying Sunflower Seeds. Har. Edu.a.sci.rev. 2, pp. 35-52 (2022).
7. Yusupbekov, N.R., Mukhitdinov, J.P., Safarov, E.X.: Aerodynamic solar dryer for bulk materials. Application for invention (UZ) IAP 2020 0420 (2022).

ISSN 3030-3907