

ISSIQLIK AKKUMULYATORLI QUYOSH QURITGICHIDA QISHLOQ XO'JALIK MAHSULOTLARINI QURITISH KINETIKASI

Нематов И.Л.¹, Хайридинов Б.Э.², Умарова С.У.²

Qarshi davlat texnika universiteti¹

Qarshi davlat universiteti²

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17318740>

Annotatsiya: Maqolada kombinatsiyalashtirilgan quyosh va yer osti issiqlik energiyalarini akkumulyatsiyalash jarayonlaridan samarali foydalanib qishloq xo'jalik mahsulotlarini quritish texnologik jarayonlari xususan issiqlik akkumulyatorli hajmli havo qizdirish kollektorida qovun qirqimlarini va uryukni kuraga massasini nam saqlash miqdorini kinetikasi, quritish intensivligini sifatli quritilgan mahsulot tayyorlashdagi issiqlik almashinuv namlik jarayonidagi diffuzion bug'lanish xarakteristikasini analiz qilish metodikasi ishlab chiqilgan.

Kalit so'zlar: issiqlik almashinuvi, nam saqlash, quritish kinetikasi, diffuzion, namlik uzatish, quritish intensivligi, texnologiya, analiz qilish.

КИНЕТИКА СУШКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ В СОЛНЕЧНОЙ СУШИЛКЕ С ТЕПЛОВЫМ АККУМУЛЯТОРОМ

Аннотации: В статье представлении вопросу рационального использования солнечной и подпочвенной аккумуляции тепле вый энергии комбинированные сушильной установке. Целые данного исследования было интенсификация процессов сушки дыни и абрикоса путем объединения в единый энергетический блок в гелио сушилке воздушного коллектора и сушильной камеры. Для достижения данной цели были разработаны методика диагностики теплообменных процессов с переменными потенциалами диффузии, влаг переноса, кинетика и интенсивности испарения влаги.

Ключевые слова: теплообменных, влагосодержание, кинетика сушки, диффузии, влаг переноса, интенсивность сушки, технология, привести диогностику.

DRYING KINETICS OF AGRICULTURAL PRODUCTS IN A SOLAR DRYER WITH A HEAT ACCUMULATOR

Abstract: The article presents the issue of rational use of solar and subsoil thermal energy accumulation in a combined drying installation. The purpose of this study was to intensify the drying processes of melon and apricot by combining an air collector and a drying chamber into a single energy unit in a solar dryer. To achieve this goal, a diagnostic technique was developed for heat exchange processes with variable diffusion potentials, moisture transfer, kinetics and intensity of moisture evaporation.

Key words: heat exchange, moisture content, drying kinetics, diffusion, moisture transfer, drying intensity, technology, diagnostics.

KIRISH

Issiqlik akkumulyatorli quyosh va yer osti energiyasidan foydalanib quritgichda mevalarni (o'rik, olma va qovun qirqimlari, uzum, anjir, gilos va boshqalarni quritishda sifat va samaradorlikka erishda qurilmaning raqobatbardoshlik tizimini ishlab chiqish uchun uning sutka davomida ishlash rejimini, issiqlik-fizikaviy parametrlarini va texnologik xarakteristikasini optimallashtirish, iqtisodiy jihatidan kriterial baholash muhim masalalardandir.

Xususan konvektiv usul bilan o'zgaras tezlikda qovun qirqimlarini quritishning dastlabki davrida berilgan barcha issiqlik, uning sirtidan namlikning bug'latishga sarf bo'ladi. Quritiladigan mahsulotni alohida bo'lagi uchun quritish kinetikasini hisoblashga quyidagi tenglamadan foydalaniladi[1].

$$-V\rho_T r_c dW = \alpha F(T - T_M) d\tau \quad (1)$$

bundan

$$-\frac{dW}{d\tau} = \alpha F(T - T_M) / (V\rho_T r_c) \quad (2)$$

Bu yerda F , V , ρ_T va W lar mos holda quritiladigan mahsulotni sirti, hajmi, zichligi va namlik darajasi, α – quritish agentligidan nam qovun qirqimining sirtiga issiqlik berish koeffitsiyenti, r_c – bug'lanish issiqligi $W/r_o = W_0$ boshlang'ich shartda d – diametrli sferik shakldagi qovun qirqimlarining bulagi uchun (1) tenglamani integrallaymiz. Quritiladigan mahsulotni temperatura o'zgarishini issiqlik tashuvchi (havo) ni temperatura o'zgarishiga nisbatan ta'sirini e'tiborga olinsa uning sirtidagi qatlamda namlik darajasining qiymatini:

$$W = W_0 - \frac{G\alpha}{r_c \rho_T \alpha_0} \int_0^\tau (T - T_M) d\tau \quad (3)$$

tenglamadan foydalanib hisoblanadi.

Nam mahsulot qatlamining chuqurligi buyicha quritishda issiqlik tashuvchini temperatura taqsimoti qatlam orqali pastdan yuqoriga qarab harakatlanishi e'tiborga olinadi[2,3]. Qatlamning dh elementar balandligi qatlami orqali quritishdagi issiqlik tashuvchi harakati quyidagi issiqlik balansidan aniqlanadi.

$$-cCdT = \alpha(T - T_M)[G(1-m)/d]dh \quad (4)$$

Bu yerda $G(1-m)/d$ – qatlam balandligining birligiga to'g'ri keluvchi sferik bulakning sirti (4)tenglamani integrallab, m g'avak qatlamining balandligi bo'yicha issiqlik tashuvchini eksperimental profelining temperaturasi quyidagicha formulada ifodalanadi.

$$T = T_M + (T_0 - T_M) \exp(-ch) \quad (5)$$

Bu tenglamalarda $C = G\alpha(1-m)/cGd, c, G$ va T_0 – issiqlik sig'imi, quritiladigan mahsulot joylashtirilgan stelajning birlik ko'ndalang kesimi yuzadidan o'tadigan issiq havo oqimining sarfi va quritiladigan mahsulot qatlamidan o'tadigan issiq havo oqimining temperaturasi qiymatlari vaqt birligida o'zgaras hisoblanadi va quritiladigan mahsulotni davomiyli buyicha o'rtacha qiymatidan foydalaniladi[4,5].

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Statsionar temperaturali issiqlik tashuvchini taqsimoti (5) ni e'tiborga olgan (3) tenglamadan h qatlam balandlikdagi material qatlamining namlik darajasini qiymati hisobga olinib quyidagicha tenglama bilan hisoblanadi.

$$W = W_0 - [6\alpha/(r_c \rho_T \alpha)](T_0 - T_M) \exp(-Ch)\tau \quad (6)$$

h balandlikdagi butun material qatlamining namlik darajasini qiymati (6) taqsimotini integrallashda balandlik $0 \leq h \leq H$ chegaralar buyicha joylashgan bo'ladi.

$$\bar{W} = \frac{1}{H} \int_0^H W dh = W_0 - \frac{cG(T_0 - T_M)}{r_c \rho_T (1-m)H} (1 - e^{-CH})\tau \quad (7)$$

(6) va (7) tenglamalar vaqtning τ momentigacha qatlan bo'lagining quritish jadalligini bildiradi, qatlam bulagining osti baravar namlik yo'qotilishiga yetishsa $h=0$ va $W=W^*$ da τ^* ning qiymati quyidagi taqsimot tenglamadan aniqlanadi.

$$\tau^* = (W_0 - W^*) / [6\alpha(r_c \rho_T \alpha)^{-1}(T_0 - T_M)] \quad (8)$$

W' – qatlamning namlik darajasini W ga tengligiga erishgandan so'ng quritishda issiqlik tashuvchini harakat yo'nalishida oqim ko'chishi boshlanadi: bunda material W^* nam saqlash miqdorigacha butunlay quriydi. (1-rasm). Bunday oqimning ko'chishi T_M temperaturada quritiladigan mahsulotning T_0 temperaturasiigacha, W^* nam saqlashgacha quritilgan materialning tez qizishga nisbatiga asosan oddiygina aniqlanishi mumkin. Namlik zonasidagi bo'lakning pastki qatori uchun issiqlik balansi;

$$\alpha F(T^* - T_M) d\tau = r_c \rho_T V \left(\frac{\partial W}{\partial h} \right)_{h=h^*} dh \quad (9)$$

tenglik orqali ifodalanadi, $d\tau$ vaqt moboynda dh^* mahsulot qatlamining elementar ko'chishi, quritilgan materialdagi issiqlik oqimining to'liq tezigi uchun quyidagi ifodani beradi [6,7].

$$\frac{dh^*}{d\tau} = \frac{G\alpha(T^* - T_M)}{\left[r_{cT} \rho_T \alpha \left(\frac{\partial W}{\partial h} \right) \right]_{h=h^*}} \quad (10)$$

(10) tenglama buyicha hisoblash uchun T^* va $(\partial W / \partial h)_h$ zarur kattaliklardir, undan h^* qatlam balandligiga mos keluvchi shart uchun yozilgan kinetik munosabatlardan aniqlanishi mumkin. Birinchi shunday munosabat issiqlik tashuvchiga bog'liq holda h^* da joylashgan material qatlamining issiqlik balansi bo'lib xizmat qiladi.

$$cG(T_0 - T^*) d\tau = (1-m) \rho_T (C_T + C_B W^*) (T_0 - T_M) h \quad (11)$$

$$\text{bundan } T^* = T_0 - L(T_0 - T_M)(dh^* / d\tau) \quad (12)$$

$$\text{bu yerda } L = (1-m) \rho_T (C_T + c_B W^*) / (c(i))$$

(12) bog'lanish, nam soha oralig'ida quritish oqimi buyicha issiqlik balansi (4) dan integrallashdan foydalanib, qatlam balandligi bo'yicha quritiladigan mahsulot temperatura taqsimoti keltirib chiqariladi.

$$T = T_M + (T_0 - T_M) [1 - L(dh^* / d\tau)] \exp[-B(h - h^*)] \quad (13)$$

(13) temperatura profili τ^* dan τ gacha chegarada asosiy kinetic darajasini integrallash uchun foydalaniladi. τ^* - vaqt momenti uchun yozilgan (9) ni integrallashda (6) tenglamadan foydalaniladi.

$$W(h, \tau^*) = W_0 - [6\alpha / (r_c \rho_T \alpha)] (T_0 - T_M) e^{-bh} \tau^* \quad (14)$$

(14) ni integrallash natijasida quritiladigan mahsulotning yuqori darajasidagi namlik saqlashining statsionar bo'lmagan rejimi uchun quyidagi tenglamaga keltirish mumkin[8].

$$W(h, \tau) = W_0 - \frac{6\alpha(T_0 - T_M)}{r_c \rho_T \alpha} e^{Hh} \left[\tau^* + \int_{\tau^*}^{\tau} (1 - L \frac{dh^*}{d\tau}) e^{Hh^*} d\tau^* \right] e^{Bh} d\tau \quad (15)$$

Issiqlik tashuvchi havo oqimini tezligini hisoblash uchun $(\partial W / \partial h)_h$ h^* buyicha namlik saqlanishini (15) tenlamani defferensiallash bilan aniqlanadi.

$$\left. \frac{\partial W}{\partial h} \right|_h = \frac{6\alpha(T_0 - T_M)}{r_c \rho_T d} B e^{-Bh} \left[\tau^* + \int_{\tau^*}^{\tau} (1 - L \frac{dh^*}{d\tau}) e^{Bh^*} d\tau^* \right] \quad (16)$$

Qurtiladigan mahsulotni nam saqlash darajasi tezlik oqimini vaqt birligida balandlik bo'yicha o'zgarishi (10), (12) va (16) munosabatlar e'tiborga olinib quyidagi ko'rinishda ifodalanadi.

$$\frac{dh^*}{d\tau} = (1-L \frac{dh^*}{d\tau}) e^{Bh^*} / \left[B \left(\tau^* + \int_{\tau^*}^{\tau} (1-L \frac{dh^*}{d\tau}) e^{Bh^*} d\tau \right) \right] \quad (17)$$

Agar $h^*|_{\tau=\tau^*} = 0$ boshlang'ich shartda (17) tenglamani yechimi, tenglama nam saqlash jarayonida massa ko'chishining o'zgarish tezligi uchun qatlamning boshlang'ich harakatiga mos keluvchi ifodaga olib kelinadi [9].

$$\frac{dh^*}{d\tau} = \frac{1}{Br^* + L} \quad (18)$$

TADQIQOT NATIJALARI VA MUHOKAMASI

Demak teng og'irlikdagi nam saqlash koordinatasining joriy holati quritish vaqtining chiziqli funksiyasi bo'lib hisoblanadi.

$$h^* = (\tau - \tau^*) / (B\tau^* + L) \quad (19)$$

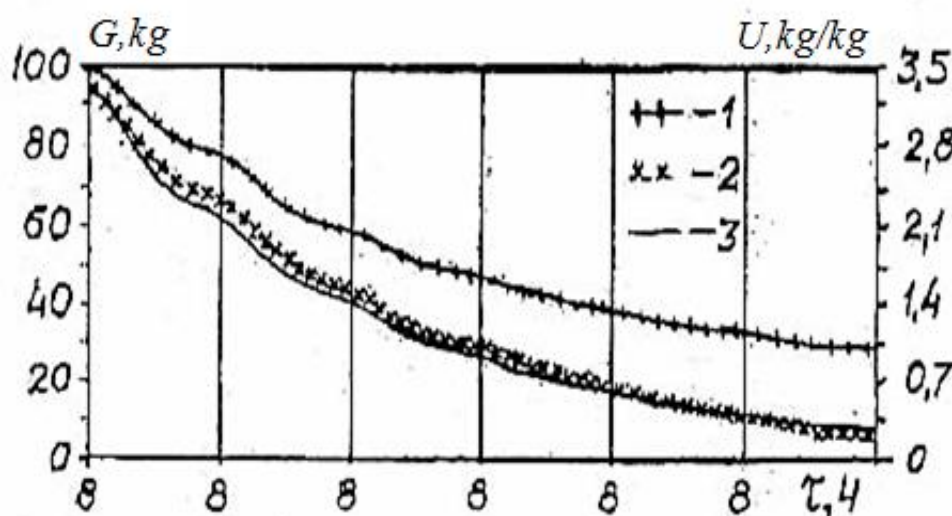
(19) munosabat uchun (15) ifodadan foydalanib yuqori nam zona oralig'ida quritiladigan mahsulotning nam saqlash miqdori quyidagicha tenglamadan aniqlanadi [10, 11].

$$W(h, \tau) = (W_0 - W^*) \exp[-B(h - h^*)] \quad (20)$$

Qatlamning butun balandligi buyicha namlik saqlanishi o'zgarish W^* uchun $0 < h < h^*$ va h^* dan H gacha oraliqda (200 ifodani integrallashga keltiriladi/

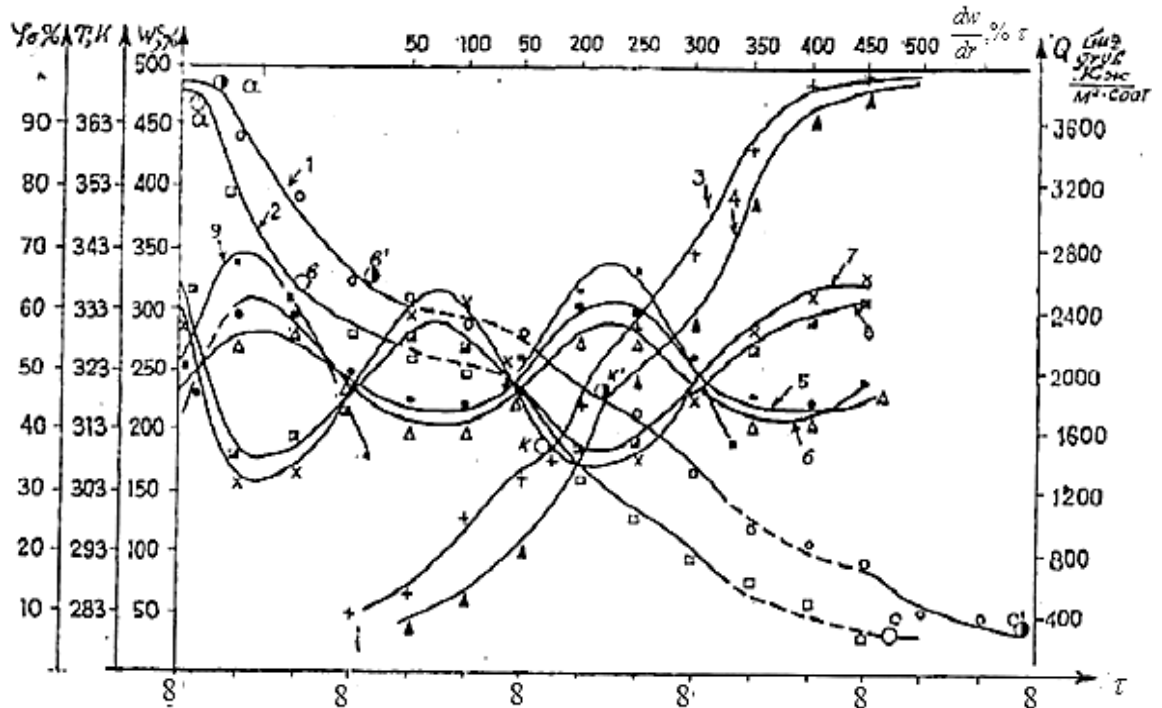
$$\bar{W}(\tau) = \frac{1}{H} \left\{ \int_0^{h^*} W^* dh + \int_{h^*}^H [W_0 - (W_0 - W^*) e^{-B(h-h^*)}] dh \right\} = W_0 - (W_0 - W^*) \left[\frac{h^*}{H} + \frac{1}{BH} (1 - e^{B(H-h^*)}) \right] \quad (21)$$

Ozgarish tezlik davridagi sferik ko'rinishdagi qovun qirqimlarini quritishda statsionar bo'lmagan rejimda nam saqlash mahsulotning (qovun qirqimlarining) natijalari va konvektiv quritish jarayonida massa va nam saqlash miqdorini o'zgarishi: 1-G, 2-U-tajriba natijalari, ($\bar{W}, \text{kg/kg}$) 1-rasmda keltirildi. (16-24 avgust 2023 yil)



1-rasm. Qovun qirqimlarini quritish jarayonida massa va namlik saqlash miqdorini vaqt birligida o'zgarishi

O'ryukni issiqlik akkumulyatorli parnik tipidagi hajmiy havo qizdirish quyosh kollektorli quritgichda radiatsion-konvektov (kun davomida), konvektov (tunda) usulda quritish jarayonidagi tajriba natijalari va nazariy tadqiqot hisoblashlari taqqoslanib quritish jarayonidagi tajriba natijalari va nazariy tadqiqot hisoblashlari taqqoslanib quritish kinematikasi va tezligini ichki havo temperaturasi va namligini o'zgarish, qurilmaning tiniq yuzasidan o'tadigan quyosh radiatsiyasiga bog'liqligi keltirilgan. Qurilma sutka davomida (tunda issiqlik akkumulyatordan uzatiladigan issiq havo ta'sirida) ishlashi ta'minlanishi tufayli quritish tezligi ikki barobar jadallashadi.



2-rasm. Grafikda issiqlik akkumulyatorli hajmiy havo qizdirish quyosh kollektorli quritgichda (14)-(21) ifodalarni e'tiborga olib (9) differensial tenglamani dinamik holatdagi MATLAB /Simulink dasturi orqaliblok sxema tuzilib o'ryuk quritilish jarayonidagi quritish kinetikasi va tezligini ichki havo temperaturasi, namligi va tiniq yuzasidan o'tadigan quyosh radiatsiyasiga bog'liqligi tajriba va nazariy tadqiqot natijalari keltirilgan. (9-15 iyul. 2021 yil)

1 va 2 o'ryukni radiatsion-konvektiv va konvektiv usulda quritish kinematikasi; 3 va 4 – konvektiv va radiatsion konvektiv usulda quritish jarayonida quritish tezligi; 5 va 6 – radiatsion-konvektov usulda quritish jarayonidagi havo temperaturasini o'zgarishi; 7 va 8 –radiatsion-konvektov usulda quritish jarayonida havo namligini o'zgarishi; 9- qurilma tiniq yuzasidan kun davomida o'tadigan quyosh radiatsiyasini o'zgarish miqdori.

XULOSA

Yoqilg'i – energiya resurslaridan tejab tergap foydalanish maqsadida muqobil energiya manbalaridan biri bo'lgan quyosh energiyasidan qishloq xo'jaligi mahsulotlarini, xususan o'ryuk va qovun qirqimlarini yoz va kuz oylarida quritish, qish va bahor oylarida gullar va ziravor ko'katlar yetishtirish uchun issiqlik akkumulyatorli quritgichdan samarali foydalanish imkoniyatlari katta [6]. Bunday takomillashtirilgan quyosh quritgichlaridan foydalanishni joriy etishga erishilsa har bir metr kvadrat foydali yuza uchun quritish sezoni davomida 300-320 kg shartli yoqilg'i va 263,2 kVt elektr energiyasini tejashga erishish mumkin.

Adabiyotlar

1. Фролов В.Ф. Моделирование сушки дисперсных материалов Л.: «Химия» 1987. 204 с.
2. Нурматова Д.Ж., Хайриддинов Б.Э., Халимов Г.Г. Режим аэрации естественно-конвективной передвижной гелиосушки с аккумулятором тепла. Труды международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы оптимизации и автоматизации технологических процессов и производство» Карши ДУ 17-18 ноуабря 2017. с. 294-298.
3. Strebkov D.S., Litvinov P.P., Tverianovich E.V. Research of functioning of a class of v-shaped stationary concentrators. Eurosun 2004. Freiburg, Germanu 14 Intern. Sornenforum. Vol. 3.P. 3-072-3-078.
4. Kambne A.K., Kalbande S.R., Dechmukn M., Gadg'e S.R. Solar drying sustem for energy conservation //Geliotexnika. 2011. №2. с. 46-55.
5. Комилов О.С., Астанов С.Х., Сафаров О.Ф., Шарипов М.З., Файзуллаев А.Р, Тиллаев Л. Комбинированная гелиосушительная установка. // Гелиотехника 2009. №4.с.71-75.
6. Ким.В.Д., Хайриддинов Б.Э., Холлиев Б.Ч. Моделирование тепло-и массаобмена при сушке сферических теп в условиях естественной конвекции в солнечной сушительной установке ССУ-800 // Гелиотехника. Т.: «Фан» 1999 № 4.с.35-39.
7. Monoj M., Manivaimaiz A. Simulation of Sular dryer utiliring greenhouse effect for cocoa bean drying. International journal of Advansed Engineering Technology, 2013. 3. P.24-27.
8. Матякубов А.А., Оразбердиева Интенсификация процесса сушки овощей и фруктов с использованием солнечной энргии // Энергосберегающие технологии и альтернативная энергетика НПЦ «Возновляемые источники энергии» Государственного энергетического института Туркменистанаб 2ю март 2024. №5. с.185-187.
9. Ким В.Д. , Умаров У.Т., Хайриддинов Б.Э., Сотторов Б.И. Моделирование гидродинамики дисперсного слоя плодов при солнечно-конвективной сушке // Гелиотехника Т.: «Фан» 2006. №1. 1.-с. 31-43.
10. Назаров М.А. Моделирование процесса тепло-массообменное в солнечных радиационно-конвективных сушилках // Гелиотехника Т.: 2006. №1. 1.-с. 43-48.
11. Khazimov Z.M., Bora G.C., Khazimov K.M., Khazimov M.Z. Modaling of the motion of free convective drying agent in plastic hellio dryer. Journal of Engineering Thermorhusics. 2014. 23.4, 306-315.