ГЕЛИОҚУРИТГИЧЛАРДА КОНВЕКТИВ ИССИҚЛИК-МАССА-АЛМАШИНИШ ЖАРАЁНЛАРИНИ ТАДҚИҚ ЭТИШ

[1]Назаров М.Р, [2]Салимов С.С, [3]Нарзуллоев У.А
[1]БухДПИ, Физика кафедраси дотцент, техника фонлари номзоди (PhD)
[2]БухДПИ, Физика кафедраси ўқитувчиси
[3]БухДПИ, Физика кафедраси ўқитувчиси

Аннотация.

Мазкур иш қуёш қуритгичларида конвектив иссиқлик-масса алмашиниш жараёнларини ўрганишга бағишланган. Ишда ихчам рециркуляцияли гелиоқуритгичда меваларни қуритиш жараёни тадқиқ этилган. Тажриба натижаларидан фойдаланиб, меваларнинг радиацион-конвектив қуриш жараёнини акс эттирадиган критериал тенглама олинган. Олинган натижалар асосида олма мевасининг иссиқлик алмашиниш коэффициенти аниқланган.

Калит сўзлар: конвектив иссиқлик алмашиниш, гелиоқуритгич, критериал тенглама, иссиқлик ўтказувчанлиги, диффузия коэффициенти, иссиқлик алмашиниш коэффициенти, Нусселт сони (ўлчамсиз мезони).

Исследование конвективных тепломассообменных процессов в солнечных сушилках

Аннотация. Данная работа посвящена исследованию конвективных процессов тепломассообмена в солнечных сушилках. В работе изучен процесс сушки плодов в компактной рециркуляционной гелиосушилке. По результатам эксперимента получено критериальное уравнение, отражающее процесс радиационно-конвективного теплообмена плодов. На основании полученных результатов определена коэффициент теплоотдачи плодов яблок.

Ключевые слова: конвективный теплообмен, солнечная сушилка, критериальное уравнение, теплообмен, коэффициент диффузии, коэффициент теплообмена, число Нуссельта (безразмерный критерий).

Кириш. Қуёш қуритгичларида меваларни қуритиш жараёнида юз берадиган қонуниятларни аниқлашда, қуритиладиган маҳсулотларни қуриш параметрлари ва иссиқлик техникавий характеристикаларини билишни тақозо қилади. Масалан, меванинг қуриш тезлиги, нам ва иссиқлик ўтказувчанлик коэффицинти, диффузия коэффициенти, иссиқлик сиғими ва ҳ.к. Бундай катталикларнинг сонли қиймати кўп омилларга боғлиқ бўлганлиги учун уларнинг қийматини аниқлаш анча мураккаб [1,5].

Ушбу мақолада муаллиф томонидан ишлаб чиқилган рециркуляцияли ихчам гелиоқуритгичда меваларни қуритиш жараёнида конвектив иссиқлик алмашинишни акс эттирадиган математик моделлар, ва ўхшашлик назарияси асосида меваларни иссиқлик алмашиниш коэффициентини аниқлаш усули тўғрисида фикр юритилади [3,4].

Мева ва сабзавотларни қуритиш жараёнида юзага келадиган конвектив иссиқлик алмашинуви жараёнлари ва намлик массасини узатиш жараёнлари билан чамбарчас боғлиқ. Қуритиш объектлари(мева ва сабзавотлар) одатда коллоид капилляр-ғовакли тузилишга эга бўлган маҳсулотлар ҳисобланади.

Меваларни қуёш энергияси билан қуритишда самарали қуриш режимларини танлаш асосан ташқи қуритиш омилларига, ҳамда маҳсулот(мевалар)нинг чегара қатламида содир бўладиган иссиқлик ва масса алмашиниш жараёнларига ҳам боғлиқ бўлади [1,5].

Конвектив иссиқлик алмашиниш жараёнларини тадқиқ этишнинг муҳандислик ҳисоблаш усулларидан бири бу ушбу жараёнларни лаборатория шароитида (эксперимент ўтказиб) тажрибада ўрганишдир. Одатда иссқлик узатиш жараёнида, ҳарорат майдонлари ва иссиқлик оқимларини ҳисоблаш учун аналогия усуллари, экспериментал режалаштириш назарияси ва ўхшашлик назарияси каби усулларидан фойдаланилади.

Маълумки, конвектив иссиқлик ва масса алмашиниш жараёнларини ўрганишда қуйидаги асосий катталиклар, яъни иссиқлик алмашинш коэффициенти α ва масса алмашиниш коэффитсиенти β ва иссиқлик ўтказувчанлик коеффитсиенти λ кабилар

ҳисобланади, ушбу иссиқлик-масса алмашиниш жараёнини тавсифловчи катталиклар кўплаб ўзгарувчан омилларга мураккаб тарзда боғлиқдир. Масалан, иссиқлик алмашинш коэффициенти α ни аниқлаш учун экспериментал маълумотларни қайта ишлаш асосида амалга оширилади, чунки конвектив иссиқлик алмашиниш дифференцсиал тенгламаларини ўхшашлик мезони (ўхшашлик критерийси) тенгламаси ёрдамида ечиш мумкин эмас.

Мураккаб иссиқлик алмашиниш тизимларида конвектив иссиқлик узатишда муҳитнинг иссиқлик бериш коеффитсиентини ташқи омилларга боғлиқлигини аниқлаш учун, одатда, чексиз кўп тажрибалар ўтказиш керак, чунки иссиқлик бериш коэффитсиенти α кўплаб ташқи ва ички параметрларга боғлиқ бўлади, масалан, вақт, координаталар, тезлик, ҳарорат, муҳитнинг физик хусусиятлари ва бошқалар:

$$\alpha = f(\tau, x, T, \nu, \lambda, \rho, \mu \dots) \qquad (1)$$

Конвектив ва радиацион иссиқлик алмашиниш жараёнлари, шунингдек, масса алмашинш жараёнларини ўрганиш, хусусан (1) ифодада мустақил ўзгарувчилар сонини камайтириш учун ўхшашлик назарияси ишлаб чиқилган. Ўхшашлик назарияси асосан ўлчовсиз комплекслар – мезонлар(критерийлар ёки ўхшашлик сонлари) устида амаллар бажаради. Бу ўхшашлик мезонлари текшириладиган тизимда муҳитдаги энергия, импулс ва массани узатиш жараёнини тавсифлайдиган дифференцсиал тенгламалар асосида олинади. Аниқроқ қилиб айтганда, ўхшашлик мезони бу физик миқдорлар нисбатларини тавсифловчи ўлчовсиз катталик(комплекс)дир[6].

Ўхшашлик назариясига кўра, иссиқлик ва масса алмашиниш коэффитсиентларини (иссиқлик бериш коэффитсиенти, иссиқлик ўтказувчанлик коэффитсиенти, диффузия коэффитсиенти ва бошқалар)ни тажрибада қуйидагича аниқланади. Технологик иссиқлик қурилмаларидаги жараёнларни тадқиқ қилиш лабораторияда унинг кичик физик моделларида ўрганилади, уларда худди шундай физик табиатга эга бўлган жараён амалга оширилади. Бу қурилма одатда моделлаштириш объекти (намуна) ҳисобланади. Шунинг учун ўхшашлик назарияси асосида моделлаштириш қоидаларидан фойдаланилади ва бунда чекланган миқдордаги тажриба натижаларини худди ўшандай ўхшаш ҳодисалар гуруҳига қўллашга имкон беради.

Иссиқлик бериш коэффициенти ва бошқа катталикларни тажрибадан аниқлаш учун Q иссиқлик миқдорини ўлчаш лозим; яъни tст; tc; F. Q. иссиқлик оқимини аниқлаш усуллари унинг қандай усулда берилишига ҳам боғлиқ бўлади. Бу тадбирлар экспериментатор томонидан танланади.

Ўрганилаётган иссиқлик узатиш жараёнини турига қараб эркин ва мажбурий конвекцияга ажратиш мумкин. Масалан, эркин конвектсияга - иситиш трубкаси; мажбурий конвекцияга эса мисол қилиб масалан, - вентилятор ҳавони ҳайдайди ёки насос сувни ҳайдайди ва х.к.). Демак юқорида кўрганимиздек, конвектив иссиқлик алмашинишни ифодалайдиган функционал боғланиш қуйидаги кўринишда бўлади.

$$Nu = f(\mathrm{Re}, \mathrm{Pr}) \qquad (2)$$

Бу ерда Nu – Нусселт ўлчамсиз мезони, Re – Рейнолдс ўлчамсиз мезони. Pr – Прандтл ўлчамсиз мезони. Бу ўлчамсиз мезонлар орасидаги (критериал) боғланишни қуйидаги даражали кўпайтма кўринишда ёзиш мумкин [1,3].

$$Nu = AR_e^m, P_r^n$$

Охирги ифодани ўлчамсиз мезонларнинг қийматларини қўйиб, уни қуйидаги кўринишда ҳам ёзиш мумкин:

$$\frac{\alpha l}{\lambda} = A\left(\frac{\upsilon d}{V}\right)^m \cdot \left(\frac{\nu}{a}\right)^n \qquad (2)$$

1-жадвал

Катталиклар	**20^0 C**	**40^0 C**	**60^0 C**
Ҳаво зичлиги ρ, $\frac{кг}{м^3}$	1,205	1,125	1,06
Ҳавонинг ишқаланиш коэффициенти η, $Па \cdot С$	$15.\ 10^{-6}$	$16.9.10^{-6}$	$18,6.10^{-6}$
Ҳавонинг иссиқлик ўтказувчанлиги, λ Вт/m.K	$2,9.10^{-2}$	3.10^{-2}	$3,1.10^{-2}$
Ҳаво тезлиги v, m/c	2	2	2
Меванинг характерли узунлиги $\lambda;\ м$	0,06	0,06	0,06

Охирги ифодадан A, m, n ларнинг қийматини аниқлаш учун турли режимларда ўтказилган тажриба натижалари ва қуритиш агентининг шу режимлардаги топилган қийматларидан фойдаланамиз.

Ихчам қуёш қуритгичи моделида меваларни қуритиш жараёнининг турли режимлари учун ўлчамсиз мезонларнинг қийматларини 1-жадвалдаги берилган маълумотлар ёрдамида ҳисоблаш мумкин. 2-жадвалда эса турли температуралар учун ўлчамсиз мезонларнинг ҳисобланган қийматлари берилган. Турли температураларда ўтказилган тажриба натижаларидан $\mathrm{Re}, Nu, \mathrm{Pr}$ ўлчамсиз мезонларининг қийматлари асосида A, m, n коэффициентларни аниқлаш учун қуйидаги тенгламалар системасини ечиш керак бўлади. $Nu_1 = A\mathrm{Re}_1^m \mathrm{Pr}_1^n,\quad Nu_2 = A\mathrm{Re}_2^m \mathrm{Pr}_2^n,\quad Nu_3 = A\mathrm{Re}_3^m \mathrm{Pr}_3^n$

2-жадвал

Ўлчамсиз мезонлар	**Ҳарорат 20^0C**	**Ҳарорат 40^0C**	**Ҳарорат 60^0C**
Re	2666	2366	2108
Nu	23,5	21,3	19,7
Pr	0,63	0,68	0,67

Ўлчамсиз мезонларнинг сонли қийматларни қўйилгандан кейин тенгламалар системаси қуйидаги кўринишга келади.

$$\begin{cases} 23,5 = A2666^m 0,63^n \\ 21,3 = A2366^m 0,68^n \\ 19,7 = A2108^m 0,68^n \end{cases} \qquad (4)$$

Бу тенгламалар системасини ечиб, A, m ва n коэффицинеларни қийматлари аниқланади. Тенгламани ечиш натижасида бу коэффициент-ларнинг қийматлари қуйидагига тенг бўлади: $A = 0,035 \quad m = 0,82 \quad n = 0,43$

Ушбу ишда қуритиш объекти сифатида олма меваси олинди. Олма мевасининг қуриши жараёнида олинган тажриба натижаларидан фойдаланиб, рециркуляцияли ихчам гелиоқуритгичида радиацион-конвектив қуриш жараёнини акс эттирадиган қуйидаги критериал тенглама олинди.

$$Nu = 0,035\ \mathrm{Re}^{0,82}\ \mathrm{Pr}^{0,43} \qquad (5)$$

Бу тенглама гелиоқуритгичларда меваларни радиацион-конвектив қуритишда иссиқлик алмашиниш жараёнини ифодалайди. Энди Нуссельт мезонининг қийматидан

фойдаланиб, олма мевасининг иссиқлик алмашиниш коэффициентини аниқлаймиз. Маълумки, $Nu = \frac{\alpha l}{\lambda}$ га тенг. Бундан меванинг иссиқлик бериш коэффициентини топамиз. $\alpha = \frac{21{,}3\lambda}{l} = \frac{21{,}3 \cdot 3 \cdot 10^{-2}}{6 \cdot 10^{-2}} \approx 10{,}5 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}}$ га тенг эканлигини топамиз. Аниқланган бу қиймат илмий адабиётларда берилган меваларнинг иссиқлик бериш коэффициентига яқиндир. Олинган тажриба натижаларидан гелиоқуритгич-ларни лойиҳалашда ва меваларни қуриш жараёнини тадқиқ этишда фойдаланиш мумкин.

Адабиётлар

1. Б.М. Румянцев, В.П. Журба. Тепловые установки в производстве строительных материалов и изделии. М-1991г.

2. А. Лыков. Теория сушки. Энергия, М., 1968 г 472с.

3. Назаров М.Р., Назарова Н.М., Худойбердиев А.А. Компактная гелиосушилка. Патент на полезную модель № FAP 01889. 29.03.2022.

4. М.Р. Назаров и др. Компактная солнечная сушилка с активным вентилированием. Международная научно-практическая конференция “Солнечная энергетика” НПО” Физика Солнца” физ-тех, институт. Тошкент 2019й 20-22 декабря.

5. А. С. Гинзбург, И.М. Савина Массообменные характеристики пищевых продуктов. Москва. «Легкая и пищевая промышленность» 1982г.

6. Samadovich, S. S. (2023). FRENEL LINZASINI SUV CHUCHUTGICHLARDA QO’LLANILISHI. *Наука и технологии*, *1*(3).

7. Sardor, S. (2023). QUYOSH KONSENTRATORLARI FOKUSINING YORUG‘LIK ZICHLIGI TAQSIMOTI. Innovations in Technology and Science Education, 2(15), 61-67.