

**МАТЛАВ ДАСТУРИДА ТУТ МЕВАСИ ШАРБАТИНИ ҚУЮЛТИРИШ
ЖАРАЁНИНИ МАТЕМАТИК МОДЕЛЛАШТИРИШ****Самандаров А.И.**

Урганч давлат университети

«Озиқ-овқат технологияси» кафедраси доценти.

т.ф.ф.д. (PhD).

Аннотация: Мазкур тадқиқотда тут меваси шарбатидан концентрат олиш жараёнининг математик моделлаштирилиши амалга оширилган. Ишда вакуум-буғлатиш жараёнининг асосий технологик параметрлари, иссиқлик ва материал баланс тенгламалари ёрдамида бир ва кўп корпусли қурилмаларнинг динамикаси ўрганилган. MATLAB дастуридан фойдаланиб, эмпирик тенгламалар асосида жараённинг асосий кўрсаткичлари аниқланган. Шунингдек, қурилманинг биринчи корпусида қурултириш жараёни давомида шарбатнинг максимал концентрацияси 48% ни ташкил этиши ва жараённинг оптимал давомийлиги 4000 сония бўлиши аниқланган. Натижалар вакуум-буғлатиш мажмуаларини оптималлаштириш ва энергия ресурсларини самарали ишлатиш имкониятини берган.

Калит сўзлар: тут меваси шарбати, концентрат, математик моделлаштириш, вакуум-буғлатиш, MATLAB.

Жаҳон ҳамжамиятининг олимлари озиқ-овқат ишлаб чиқаришда уларнинг турли эритмаларини буғлатиш жараёнини энергия ресурсларини тежаш нуқтаи назаридан самарали вакуум-буғлатиш мажмуаларида ўтказиш мақсадга мувофиқлигини исботлаганлар. Тадқиқот мақсади тиндирилган тут шарбатини буғлатиш жараёнини моделлаштириш ва жараённинг математик моделини компьютерда тадқиқ этиш асосида ВБЖ нинг корпуслар сонини танлаш муаммосини ҳал қилишдан иборат. Шу мақсадда биз бир корпусли вакуум-буғлатиш қурилмасида шарбат таркибидан сувнинг буғлатиш жараёнини моделлаштирамиз. Кейин икки, уч корпусли ВБМга босқичма-босқич ўтишимиз мумкин [1; С.41-42, 2; С.71-73, 3; С.79-87, 4; С.88-95].

В.В.Кафаров ва унинг издошларининг кўп йиллик изланишлари туфайли маълумки, ҳар қандай жараённинг бир босқичини моделлаштиришда оқимнинг гидродинамик тузилиши идеал аралаштириш ёки идеал силжиш кўринишида олинади. Бизнинг моделимизни шакллантиришда моделлаштириш объекти идеал аралаштиришнинг битта ячейкаси сифатида олинади. Кейинги босқичда, бир корпусли қурилмадан кўп корпуслига ўтишда, аппаратнинг ҳар бир корпуси идеал аралаштиришнинг алоҳида ячейкаси сифатида қаралади. Улар мос равишда

бирлаштирилади ва қарама-қарши оқимларнинг ячеикали модели қабул қилинади.

Вақт ўтиши билан суюқлик миқдорининг ортиши моддий баланс тенгламаларининг ўзгариши билан ифодаланади, чунки бу кирувчи ва чиқувчи суюқликлар ва буғланган намликнинг оқим тезлигидаги фарқиға боғлиқ.

$$\frac{dm}{d\tau} = G_H - G_K - G_2 \quad (1.1)$$

Массани ҳажм ва зичликда ифодалаш учун қуйидаги тенгламалардан фойдаланамиз:

$$m = V * \rho = S * H * \rho \quad (1.2)$$

бунда, V аппаратдаги суюқлик ҳажми, (m^3); ρ - суюқлик зичлиги, ($кг/м^3$).

(3.32) формуладан фойдаланиб, аппарат корпусининг ҳажми учун аппаратдаги суюқлик сатҳининг ўзгариши қуйидаги дифференциал тенглама билан ифодаланади:

$$\frac{dH_K}{d\tau} = \frac{1}{S\rho} [G_H - G_K - G_2] \quad (1.3)$$

бунда, H_K - буғлатгичнинг сепаратордаги жорий суюқлик сатҳи, (m); S - сепараторнинг кўндаланг кесими юзаси, (m^2); ρ - суюқлик аралашмасининг зичлиги, ($кг/м^3$).

Суюқ аралашманинг зичлиги тоза сув ва сувда эриган қуруқ моддаларнинг зичлигига яқин. Эритманинг зичлигини қуйида келтирилган формула ёрдамида ҳисоблаш мумкин.

$$\rho = \rho_q * b_K + 1000 * (1 - b_K) \quad (1.4)$$

ρ_q - тоза маҳсулотнинг зичлиги, ($кг/м^3$); b_K - шарбатдаги қуруқ моддалар концентрацияси, ($кг/кг$); 1000 - тоза сувнинг зичлиги, ($кг/м^3$).

Қурилмадан чиқадиган суюқликнинг оқим тезлиги аппаратдаги суюқликнинг баландлиги билан функционал боғлиқликка эга, яъни, гидростатик босим қанчалик катта бўлса, суюқлик сарфи шунчалик кўп бўлади. Агар энг оддий ҳолатда бу боғлиқликни пропорционал деб ҳисобласак, оқим учун тенглама қуйидаги шаклда бўлади:

$$G_K = k_1 * H_K \quad (1.5)$$

Гап шундаки, бу боғлиқлик пропорционал эмас, балки мураккаброқ хусусиятга эга. Бундан ташқари, (3-34) тенглама буғланган суюқликнинг қовушқоқлигини ҳисобга олмайди.

Қурилманинг бир корпусида аралашмадан чиқарилган сув буғининг оқим тезлиги иссиқлик алмашинуви жараёнининг асосий тенгламасидан аниқланади. Жараённинг ҳаракатлантирувчи кучи ҳароратлар фарқидир.

$$G_2 = k_2 * (t_K - t^*) \quad (1.6)$$

бунда, t^* - вакуум остидаги аппарат корпусида жойлашган суюқликнинг қайнаш нуқтаси (мувозанат ҳарорати), ($^{\circ}C$).

Қурилмага кирадиган суюқликнинг оқим тезлигини, суюқлик билан бирга

кирувчи курук моддалар миқдорини, қурилмадан оқиб чиқадиган суюқликнинг оқим тезлигини, намликни буғлатиш учун иситиш буғининг оқим тезлигини, шунингдек оқим тезлигини ифодалаш, буғланган намлик, оқаётган суюқликдаги курук моддалар концентрациясини аниқлаш учун тенглама олиш мумкин [4; С.88-95, 5; С.23-26].

$$\frac{da_k}{dt} = \frac{1}{SH\rho} [G_n * b_n - G_k * b_k] \quad (1.7)$$

Олдин олинган иссиқлик балансида вақт ўтиши билан суюқлик ҳароратининг ўзгариши учун дифференциал ифодани олиш мумкин

$$\frac{dt_k}{dt} = \frac{1}{SH\rho c} [G_n c t_n - G_k c t_k - G_2 i_{vp} + D i_p - D i_k] \quad (1.8)$$

бунда, c - суюқлик аралашмасининг иссиқлик сифими, ($\text{кЖ}/(\text{к}^\circ\text{С})$); u_n , u_k - аппарат ва конденсатнинг қувурлараро бўшлиғига бериладиган буғнинг энтальпияси, ($\text{кЖ}/(\text{к}^\circ\text{С})$); D_n , D_k – қувурлараро бўшлиққа берилган иситиш буғи ва конденсатнинг сарфи, ($\text{кг}/\text{с}$).

Сув буғининг буғланиш жараёнини ҳисоблаш сув ҳолатининг термодинамик параметрлари билан боғлиқлигини ҳисобга олиб, сувнинг қайнаш нуқтасига, сувнинг буғланиш иссиқлигига, энтальпияга боғлиқлик тенгламаларини олиш керак, буғ ва босимдаги сувнинг энтальпияси учун экспериментал маълумотлар кўплаб тадқиқотчилар томонидан олинган ва эмпирик тарзда олинган натижаларнинг жадвал кўринишида муваффақиятли қўлланилади, аммо барча тадқиқотчилар томонидан ишлатиладиган ягона эмпирик тенгламалар мавжуд эмас [1; С.41-42, 4; С.88-95, 5; С.23-26].

MATLAB дастурининг имкониятларидан фойдаланиб, адабиётда келтирилган жадвал маълумотларини статистик қайта ишлаш орқали сув ва сув буғининг ҳолати учун полином кўринишидаги эмпирик тенгламаларни оламит, ҳақиқий қийматларни 98% ли аниқлик билан ифодалаймиз.

Жадвал маълумотларини қайта ишлаш натижасида олинган суюқликнинг қайнаш нуқтасининг аппаратдаги босимга эмпирик равишда боғлиқлиги қуйидаги шаклга эга:

$$t^* = -0,00059 * p^2 + 0,48 * p + 51 \quad (1.9)$$

Жадвал маълумотларини қайта ишлаш орқали эмпирик равишда олинган сувнинг буғланиш иссиқлигининг аппаратдаги босимга боғлиқлиги қуйидаги шаклга эга:

$$i' = -2,5 * p^2 + 2000 * p + 210000 \quad (1.10)$$

Жадвал маълумотларини қайта ишлаш натижасида олинган суюқлик энтальпиясининг аппаратдаги босимга эмпирик боғлиқлиги қуйидаги шаклга эга:

$$r = 1,4 * p^2 - 1200 * p + 2400000 \quad (1.11)$$

Жадвал маълумотларини қайта ишлаш натижасида олинган курук тўйинган буғнинг энтальпиясининг аппаратдаги босимга эмпирик боғлиқлиги куйидаги шаклга эга:

$$i'' = -p^2 + 800 * p + 2600000 \quad (1.12)$$

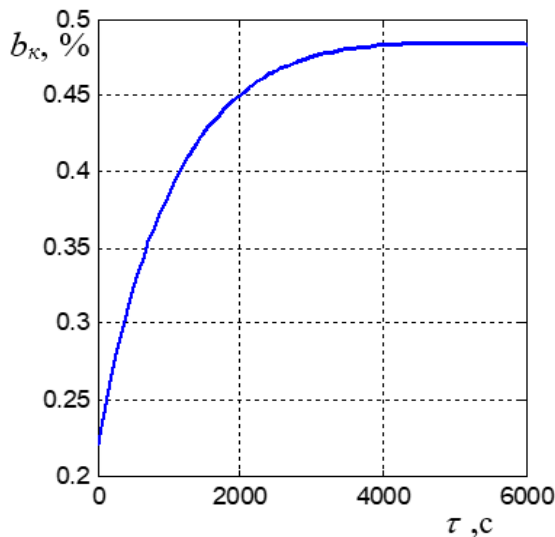
MATLAB дастурининг имкониятларидан фойдаланиб, жадвал маълумотларига статистик ишлов бериш орқали сув ва сув буғининг ҳолати учун кўпхадлар кўринишидаги эмпирик тенгламалар олинди. Олинган полиномлар ҳақиқий ҳолатни 98% ёки ундан юқори аниқлик билан ифодалайди. Бу эмпирик тенгламалар тут шарбатининг буғланиш жараёнининг математик моделига ҳам киритилган.

Тенгламалар системаси (1.1) - (1.12) бир корпусли вакуум-буғлатиш аппаратида суюқликнинг буғлатиш жараёни динамикасининг математик моделидир. MATLAB дастурининг СИМУЛИНК қисмидан фойдаланиб, тенгламаларни ечиш учун компьютер моделини яратишимиз мумкин.

Юқоридаги тенгламалар умумий тенгламалар тизимига (1.11-1.12) бирлаштирилган бўлиб, улар ишлайдиган бир корпусли узлуксиз вакуум-буғлатиш қурилмасининг математик тавсифини ифодалайди. Математик модел ВБМдаги моддий ва иссиқлик баланслари тенгламаларини, шунингдек, қайнаш ҳарорати, буғланиш иссиқлиги ва сув энтальпияси, шунингдек, буғнинг энтальпиясининг аппаратдаги босимга боғлиқликларининг эмпирик тенгламаларини ўз ичига олади. Масала ВБМ-нинг сепараторидаги суюқлик концентрацияси, шарбат ҳарорати ва баландлиги ўзгаришининг динамик хусусиятларини математик модел ёрдамида ўрганишга тўғри келади (1.13).

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dH_k}{d\tau} = \frac{1}{S\rho} [G_H - G_K - G_2] \\ G_K = k_1 H_K \\ G_2 = k_2 * (t_K - t^*) \\ \frac{da_K}{d\tau} = \frac{1}{SH\rho} [G_H * b_H - G_K * b_K] \\ \frac{dt_K}{d\tau} = \frac{1}{SH\rho c} [G_H c t_H - G_K c t_K - G_2 i_{vp} + D i_p - D i_k] \\ \rho = \rho_c * b_K + 1000 * (1 - b_K) \\ t^* = -0,00059 * p^2 + 0,48 * p + 51 \\ i' = -2,5 * p^2 + 2000 * p + 210000 \\ r = 1,4 * p^2 - 1200 * p + 2400000 \\ i'' = -p^2 + 800 * p + 2600000 \end{array} \right. \quad (1.13)$$

Жараённинг кириш кўрсаткичларининг ўзгаришлари оралиғида учувчи компонентнинг (1-13) буғлатиш жараёнининг математик моделини ўрганиш ва олинган натижаларни таҳлил қилиш имконини беради.



1.1-расм. Қуруқ моддалар концентрациясининг вақт бўйича чиқишдаги ўзгаришлар графиги.

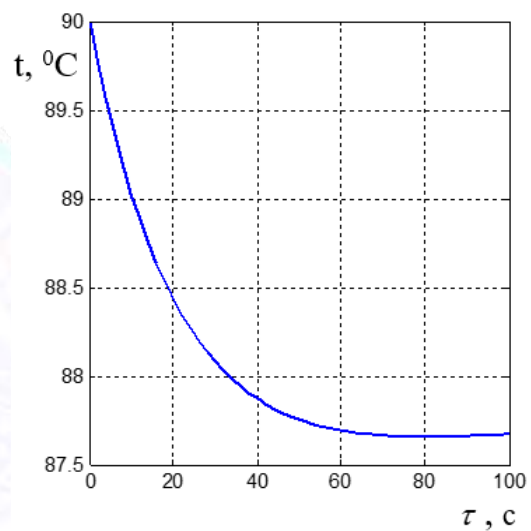
- вақт ўтиши билан қурилманинг чиқиш жойида қуруқ моддалар концентрациясининг ўзгариши - жараённинг динамикаси (1.1-расм). Кирувчи шарбатнинг концентрацияси $b_k=22\%$. 4000 c ичида у максимал қийматга етади ва 48% ни ташкил қилади. Вакуум-буғлатиш қурилмасининг биринчи корпусида концентрациянинг кейинги ўсиши кузатилмайди. Хулоса шуки, вакуум-буғлатиш мажмуасининг биринчи корпусида шарбатнинг бўлиш вақти 4000 c дан ошмаслиги керак;

- чиқиш жойидаги шарбат ҳароратининг ўзгариши - жараённинг динамикаси (1.2-расм). Қурилмага кираётган шарбат ҳарорати намликни буғланиши туфайли пасаяди. 70 c ичида у $87,8^{\circ}\text{C}$ га етади, яъни, $2,2^{\circ}\text{C}$ ҳароратда совийди. Шарбат кўп корпусли вакуум-буғлатиш мажмуасининг биринчи корпусига максимал эришиладиган 90°C ҳароратда берилади, шунда шарбатнинг ҳаддан ташқари совиши содир бўлмайди, чунки кейинги буғланиш босқичлари мавжуд. Ҳарорат йўқотишлари намликнинг буғланиши билан боғлиқ бўлиб, улар қурилма қобиғининг иссиқ (ёпиқ) буғ билан иситиш орқали тўлдирилади.

График шаклида тақдим этилган натижалар таҳлил қилинди. Аниқланишича, сувнинг юқори тезликда буғланиши қонуният, бу суюқликнинг концентрацияси ва ҳароратининг кескин ўзгариши билан тавсифланади.

Фойдаланилган адабиётлар

1. Садыкова Ш.А., Максумова Д.К., Додаев К.О. (2014). Применение стеблей сахарного сорго в производстве продукции для детского питания. *Хранение и переработка сельхозсырья*, (7), 41-42.



1.2-расм. Вақт ўтиши билан суюқлик ҳароратининг ўзгариши графиги.

2. Атакулова Д. Т., Додаев К. О. Лечебные свойства нетрадиционного сырья, листьев винограда, и их использование при приготовлении популярных блюд //UNIVERSUM: Технические науки. – 2019. – №. 6 (63). – С. 71-73.
3. Самандаров А.И., Максумова Д.К., Додаев К.О. (2023). Technological scheme for processing mulberry fruits for juice and concentrate. mathematical modeling of the process of sediment decantation in juice. *КазУТБ*, 3(20). -с. 79-87.
4. Самандаров А.И., Максумова Д.К., Додаев К.О. (2023). Mathematical modeling of the process evaporation of mulberry fruits juice. *КазУТБ*, 3(20). -с. 88-95.
5. Самандаров А.И., Додаев К.О., Максумова Д. К. (2021). Инновационная технология производства соков и концентратов из плодов шелковицы. *Universum: технические науки*, (10-3 (91)), 23-26.