



## JIN MASHINASIDA PAXTA TOLASINING CHIGITDAN AJRALISH JARAYONINI MATEMATIK MODELLASHTIRISH

*G'ulomov Xayotbek Xasanboy O'g'li*

*Namangan davlat texnika universiteti tayanch*

*doktoranti*

### **Annotatsiya**

Ushbu maqolada arrali jin mashinasida paxta tolasining chigitdan ajralish jarayonining fizik-mexanik modeli ishlab chiqilgan. Tadqiqotning asosiy maqsadi arra tishining aylanish harakati natijasida hosil bo'ladigan tortish kuchi, ishqalanish kuchi, tolaning chigit bilan bog'lanish qarshiligi, aerodinamik qarshilik va og'irlik kuchlarining tola ajralish jarayoniga ta'sirini matematik jihatdan ifodalashdan iborat. Jarayon Nyutonning ikkinchi qonuni asosida differensial tenglamalar sistemasi ko'rinishida ifodalandi. Arra aylanish tezligi bilan burchak tezligi va arra tishining chiziqli tezligi orasidagi bog'lanish aniqlandi. Tolaning chigitdan ajralishining zarur sharti sifatida arra tishining samarali tortish kuchi tolaning chigit bilan bog'lanish qarshiligidan katta bo'lishi kerakligi asoslandi. Modelning boshlang'ich va chegaraviy shartlari shakllantirildi hamda differensial tenglamalarni sonli yechish uchun MATLAB muhitida ode45 algoritmgiga asoslangan hisoblash dasturi ishlab chiqildi. Taklif etilgan model asosida jinlash jarayonining texnologik parametrlarini, xususan, arra aylanish tezligi va tish geometriyasini optimallashtirish, shuningdek, ajratish jarayonining paxta tolasini sifat ko'rsatkichlariga ta'sirini keyingi bosqichda baholash imkoniyati yaratildi.

**Kalit so'zlar:** paxta, paxta tolasini, chigit, arrali jin, jinlash, matematik model, differensial tenglama, tortish kuchi, ishqalanish kuchi, ajralish kuchi, arra aylanish tezligi, MATLAB, HVI.



## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОТДЕЛЕНИЯ ХЛОПКОВОГО ВОЛОКНА ОТ СЕМЯН В ДЖИНОВОЙ МАШИНЕ

### Аннотация

В статье разработана физико-механическая модель процесса отделения хлопкового волокна от семян в пильной джин-машине. Рассмотрено влияние тягового усилия зубьев пилы, силы трения, сопротивления связи волокна с семенем, аэродинамического сопротивления и силы тяжести. Процесс описан системой дифференциальных уравнений на основе второго закона Ньютона. Получены зависимости между частотой вращения пилы, угловой и линейной скоростью зуба. Сформулировано условие отделения волокна от семени, согласно которому эффективная тяговая сила должна превышать сопротивление связи волокна с семенем. Для численного решения модели разработан алгоритм в среде MATLAB с использованием метода ode45.

**Ключевые слова:** хлопок, хлопковое волокно, семя, пильный джин, математическое моделирование, дифференциальное уравнение, сила отделения, скорость вращения, MATLAB.

## MATHEMATICAL MODELING OF COTTON FIBER SEPARATION FROM SEEDS IN A SAW GINNING MACHINE

### Abstract

This paper presents a physical-mechanical mathematical model of cotton fiber separation from seeds in a saw ginning machine. The effects of the saw tooth pulling force, friction force, fiber-seed bonding resistance, aerodynamic resistance and gravitational force on the separation process are considered. The process is represented by a system of differential equations based on Newton's

second law. Relationships between saw rotational speed, angular velocity and linear velocity of the saw tooth are established. A fiber separation criterion is formulated based on the condition that the effective pulling force of the saw tooth exceeds the resistance associated with fiber attachment to the seed. Initial and boundary conditions are defined, and a numerical solution algorithm based on the ode45 method in MATLAB is proposed. The developed model can be used as a basis for optimizing ginning parameters and investigating the relationship between mechanical separation conditions and cotton fiber quality indicators.

**Keywords:** cotton, cotton fiber, seed, saw gin, ginning, mathematical modeling, differential equation, separation force, rotational speed, MATLAB, fiber quality.

## 1. KIRISH

Paxta tolasini chigitdan ajratish jarayoni paxtani dastlabki qayta ishlash texnologiyasining eng muhim bosqichlaridan biri hisoblanadi. Jinlash jarayonining samaradorligi nafaqat ishlab chiqarish unumdorligiga, balki olinadigan paxta tolasining uzunligi, mustahkamligi, bir xilligi, kalta tolalar miqdori va boshqa sifat ko'rsatkichlariga ham bevosita ta'sir ko'rsatadi.

Arrali jin mashinalarida tola chigitdan mexanik ta'sir natijasida ajratiladi. Bunda aylanuvchi arra tishlari paxta massasidagi tolalarni ilib olib, ularni chigit sirtidan ajratishga harakat qiladi. Mazkur jarayon bir vaqtning o'zida mexanik, kinematik va aerodinamik hodisalarni o'z ichiga oladi. Shuning uchun jinlash jarayonini faqat texnologik parametrlarning tajribaviy qiymatlari asosida baholash jarayonning ichki mexanizmlarini to'liq tushuntirib bera olmaydi.

Hozirgi vaqtda ishlab chiqarish jarayonlarini matematik modellashtirish texnologik parametrlarning mahsulot sifatiga ta'sirini oldindan baholash,

optimal ish rejimlarini aniqlash va tajribalar sonini kamaytirishning samarali vositalaridan biri hisoblanadi.

Paxta tolasining sifatini baholashda HVI (High Volume Instrument) tizimlaridan foydalanish orqali tola uzunligi, mustahkamligi, micronaire, uniformity index, short fiber index va rang kabi ko'rsatkichlarni aniqlash mumkin. Shu sababli jinlash jarayonining mexanik modelini keyinchalik HVI natijalari bilan bog'lash paxta tolasining sifatini bashorat qilish uchun ilmiy asos yaratadi.

Mazkur tadqiqotning dolzarbligi shundan iboratki, jinlash jarayonida arra tishining tezligi oshishi bir tomondan tolaning chigitdan ajralishini yaxshilashi mumkin bo'lsa, ikkinchi tomondan mexanik yuklanishning ortishiga va tola shikastlanishining kuchayishiga olib kelishi mumkin. Demak, jin mashinasida maksimal emas, balki **optimal ajratish rejimini** aniqlash muhim hisoblanadi.

## 2. TADQIQOTNING MAQSADI VA VAZIFALARI

### Tadqiqot maqsadi

Arrali jin mashinasida paxta tolasining chigitdan ajralish jarayoniga ta'sir qiluvchi asosiy mexanik kuchlarni matematik ifodalash, differensial tenglamalar asosida dinamik model ishlab chiqish va modelni MATLAB muhitida sonli yechish algoritmini shakllantirish.

### Tadqiqot vazifalari

Belgilangan maqsadga erishish uchun quyidagi vazifalar belgilandi:

Jinlash jarayonida paxta tolasini elementiga ta'sir qiluvchi asosiy kuchlarni aniqlash.

Arra aylanish tezligi va arra tishining chiziqli tezligi orasidagi matematik bog'lanishni aniqlash.



Arra tishining tola bilan o‘zaro ta’sir kuchini matematik ifodalash.  
 Ishqalanish va aerodinamik qarshilik kuchlarini modelga kiritish.  
 Tolaning chigitdan ajralish mezonini ishlab chiqish.  
 Jarayonni differensial tenglamalar sistemasi orqali ifodalash.  
 Boshlang‘ich va chegaraviy shartlarni aniqlash.  
 MATLAB muhitida modelni sonli yechish algoritmini ishlab chiqish.

### 3. TADQIQOT OBYEKTI VA USULLARI

Tadqiqot obyekti sifatida arrali jin mashinasida paxta tolasining chigitdan ajralish jarayoni qabul qilindi.

Tadqiqotda mexanika, matematik modellashtirish, differensial tenglamalar va sonli hisoblash usullaridan foydalanildi.

Modelni qurishda tola alohida kichik massa elementi sifatida qaraldi. Uning massasi  $m$ , arra radiusi  $R$ , arra aylanish tezligi  $n$ , tish burchagi  $\alpha$ , ishqalanish ko‘effitsiyenti  $\mu$ , kontakt bosimi  $p$  va kontakt yuzasi  $A$  asosiy parametrlar sifatida qabul qilindi.

### 4. JINLASH JARAYONINING FIZIK-MEXANIK MODEL

Arrali jin mashinasida arra aylanishi natijasida uning tishlari paxta tolasini ilib oladi va uni chigit sirtidan ajratishga yo‘naltiradi.

Tola elementiga ta’sir qiluvchi asosiy kuchlar quyidagilardan iborat:

$$F_t$$

arra tishining tola tomon yo‘nalgan tortish kuchi;

$$F_f$$

tola va kontakt yuzasi orasidagi ishqalanish kuchi;

$$F_b$$

tolaning chigit bilan bog‘lanish qarshilik kuchi;

$$F_d$$

havoning aerodinamik qarshilik kuchi;

$$mg$$

tolaning og'irlik kuchi;

$$N$$

normal bosim kuchi.

Shunday qilib, tola elementining harakatiga ta'sir qiluvchi natijaviy kuch:

$$F_{\Sigma} = F_t - F_f - F_b - F_d - mg \sin \beta$$

ko'rinishida ifodalanadi.

Bu yerda  $\beta$ — tolaning harakat yo'nalishining gorizontga nisbatan burchagi.

## 5. ARRA HARAKATINING KINEMATIK MODELI

Arra aylanish tezligi  $n$ , rpm birlikda berilgan bo'lsa, uning burchak tezligi:

$$\omega = \frac{2\pi n}{60} \quad (1)$$

ko'rinishida aniqlanadi.

Arra tishining periferik chiziqli tezligi:

$$v_a = \omega R \quad (2)$$

yoki (1) tenglamani hisobga olgan holda:

$$v_a = \frac{2\pi n R}{60} \quad (3)$$

bo'ladi.

(3) tenglamadan ko'rinadiki, arra tishining chiziqli tezligi aylanish tezligiga to'g'ri proporsional:

$$v_a \sim n.$$

Bu bog'lanish jinlash jarayonida aylanish tezligining asosiy boshqariladigan parametr ekanligini ko'rsatadi.

## 6. ARRA TISHINING TORTISH KUCHI MODELII

Arra tishining tolaga ta'sir qiluvchi kuchi murakkab kontakt mexanikasi bilan bog'liq bo'lib, uning aniq ko'rinishi tish geometriyasi, tola xususiyatlari, kontakt sharoiti va materiallararo ishqalanishga bog'liq.

Mazkur tadqiqotda tortish kuchini fenomenologik ko'rinishda quyidagicha ifodalash taklif etiladi:

$$F_t = k_t \exp\left(\frac{v_a}{v_0}\right) \cos \alpha \quad (4)$$

bu yerda:

$k_t$ — tajriba asosida aniqlanadigan tortish koeffitsiyenti;

$v_0$ — xarakterli tezlik parametri;

$\alpha$ — arra tishining tola bilan o'zaro ta'sir burchagi.

(3) tenglamani (4) ga qo'ysak:

$$F_t = k_t \exp\left(\frac{2\pi n R}{60 v_0}\right) \cos \alpha \quad (5)$$

hosil bo'ladi.

Mazkur tenglama arra aylanish tezligining tola tortish kuchiga ta'sirini matematik jihatdan ifodalash imkonini beradi.

**Eslatma:** (4)–(5) tenglamalardagi  $k_t$  va  $v_0$  universal doimiylar emas, balki konkret jin mashinasi va tajriba sharoiti uchun identifikatsiya qilinadigan parametrlar hisoblanadi.

## 7. ISHQALANISH KUCHINING MODELII

Tola va arra yoki kontakt yuzasi orasidagi ishqalanish kuchi klassik Amonton-Kulon modeli asosida:

$$F_f = \mu N \quad (6)$$

ko'rinishida ifodalanadi.

Normal kuch kontakt bosimi orqali:

$$N = pA \quad (7)$$

deb qabul qilinsa, ishqalanish kuchi:

$$F_f = \mu pA \quad (8)$$

ko'rinishga keladi.

Demak, kontakt bosimining yoki ishqalanish koefitsiyentining oshishi tolaning harakatiga qarshilikni kuchaytiradi.

## 8. AERODINAMIK QARSHILIK KUCHI

Jinlash jarayonida arra va tolaning yuqori tezlikda harakatlanishi havo oqimlarini yuzaga keltiradi. Shu sababli tola elementiga aerodinamik qarshilik kuchi ham ta'sir qiladi.

U quyidagicha ifodalanadi:

$$F_d = \frac{1}{2} C_d \rho_a A_f v_{rel}^2 \quad (9)$$

bu yerda:

$C_d$ — aerodinamik qarshilik koefitsiyenti;

$\rho_a$ — havo zichligi;

$A_f$ — tolaning frontal yuzasi;

$v_{rel}$ — tola va havo orasidagi nisbiy tezlik.

Nisbiy tezlik:

$$v_{rel} = v - v_a \quad (10)$$

ko'rinishida qabul qilinishi mumkin.

## 9. MARKAZDAN QOCHMA KUCH

Agar tola arra sirtining aylanish trayektoriyasiga sezilarli darajada ergashsa, markazdan qochma kuchni hisobga olish mumkin:

$$F_c = m\omega^2 R \quad (11)$$

yoki:

$$F_c = m \frac{4\pi^2 n^2 R}{60^2} \quad (12)$$

Bu yerda:

$$F_c \sim n^2.$$

Shu sababli aylanish tezligining oshishi mexanik yuklanishni sezilarli darajada o'zgartirishi mumkin.

Biroq  $F_c$  ning tolaning bevosita ajralish yo'nalishidagi proyeksiyasi jin mashinasining real konstruktiv geometriyasiga bog'liq bo'ladi. Shu sababli ushbu kuchni modelga kiritish alohida eksperimental yoki geometrik tahlil asosida amalga oshirilishi lozim.

## 10. TOLANING HARAKAT DIFFERENSIAL TENGLAMASI

Tolaning arra tishi bo'ylab harakat koordinatasi  $x(t)$  bilan belgilanadi.

Tola tezligi:

$$v = \frac{dx}{dt} \quad (13)$$

Nyutonning ikkinchi qonuniga asosan:

$$m \frac{dv}{dt} = F_{\Sigma}.$$

Yuqorida aniqlangan kuchlarni hisobga olsak:

$$m \frac{dv}{dt} = F_t - F_f - F_b - F_d - mg \sin \beta. \quad (14)$$

(5), (8) va (9) tenglamalarni (14) ga qo'ysak:

$$m \frac{dv}{dt} = k_t \exp\left(\frac{2\pi n R}{60 v_0}\right) \cos \alpha - \mu p A - F_b - \frac{1}{2} C_d \rho_a A_f (v - v_a)^2 - mg \sin \beta$$

bo'ladi.

Tolaning koordinatasi esa:

$$\frac{dx}{dt} = v \quad (16)$$

tenglama bilan aniqlanadi.

Shunday qilib, jarayonning asosiy matematik modeli:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = v, \\ \frac{dv}{dt} = \frac{1}{m} [F_t - \mu p A - F_b - F_d - mg \sin \beta]. \end{cases} \quad (17)$$

## 11. TOLANING CHIGITDAN AJRALISH MEZONI

Tadqiqotning eng muhim natijalaridan biri tolaning chigitdan ajralish shartini matematik ko'rinishda ifodalashdir.

Tolaning chigit bilan bog'lanish qarshiligi  $F_b$  bo'lsin.

Arra tishining samarali tortish kuchi:

$$F_{eff} = F_t - F_f - F_d \quad (18)$$

deb aniqlanadi.

Tolaning chigitdan ajralishi uchun:

$$F_{eff} > F_b \quad (19)$$

bo'lishi kerak.

(18) tenglamani hisobga olsak:

$$F_t - \mu p A - F_d > F_b \quad (20)$$

hosil bo'ladi.

Agar:

$$F_t - \mu p A - F_d \leq F_b$$

bo'lsa, mavjud model shartlarida tolaning chigitdan ajralishi ta'minlanmaydi.

Bu tenglama jinlash jarayonining **kritik ajralish sharti** sifatida qabul qilinishi mumkin.

## 12. AJRALISH INDEKSI

Ajralish jarayonini nisbiy ko'rsatkich orqali baholash uchun quyidagi indeks taklif etiladi:

$$GI = \frac{F_{eff}}{F_b} \quad (21)$$

bu yerda  $GI$ — ajralish indeksi.

U holda:

$$GI > 1$$

bo'lsa, ajralish sharti bajariladi;

$$GI = 1$$

bo'lsa, jarayon kritik chegarada bo'ladi;

$$GI < 1$$

bo'lsa, ajralish kuchi yetarli emas.

Mazkur ko'rsatkich kelgusida turli jinlash rejimlarini o'zaro taqqoslashda foydalanilishi mumkin.

## 13. BOSHLANG'ICH VA CHEGARAVIY SHARTLAR

Tola arra tishiga ilashgan vaqt:

$$t = 0$$

deb olinadi.

Boshlang'ich holat:

$$x(0) = 0 \quad (22)$$

va:

$$v(0) = v_i \quad (23)$$

ko‘rinishida belgilanadi.

Agar tola dastlab tinch holatda deb qaralsa:

$$v_i = 0.$$

Agar paxta massasining boshlang‘ich harakat tezligi hisobga olinsa:

$$v_i = v_{cotton}$$

qabul qilinadi.

Arra tishining samarali kontakt uzunligi  $L$  bo‘lsa:

$$0 \leq x \leq L \quad (24)$$

chegaraviy shart o‘rnatiladi.

$x = L$  nuqtada:

$$F_{eff} > F_b \quad (25)$$

bo‘lsa, tola ajralgan deb hisoblanadi.

#### 14. MODEL PARAMETRLARI

Modelda foydalaniladigan asosiy parametrlar quyidagi jadvalda keltirilgan.

| Parametr              | Belgilanishi | Birligi |
|-----------------------|--------------|---------|
| Tola elementi massasi | $m$          | kg      |
| Arra radiusi          | $R$          | m       |
| Arra aylanish tezligi | $n$          | rpm     |
| Tish burchagi         | $\alpha$     | rad     |



|                               |          |                   |
|-------------------------------|----------|-------------------|
| Ishqalanish<br>koeffitsiyenti | $\mu$    | —                 |
| Kontakt bosimi                | $p$      | Pa                |
| Kontakt yuzasi                | $A$      | m <sup>2</sup>    |
| Bog‘lanish<br>qarshiligi      | $F_b$    | N                 |
| Tortish<br>koeffitsiyenti     | $k_t$    | N                 |
| Xarakterli tezlik             | $v_0$    | m/s               |
| Aerodinamik<br>koeffitsiyent  | $C_d$    | —                 |
| Havo zichligi                 | $\rho_a$ | kg/m <sup>3</sup> |
| Frontal yuza                  | $A_f$    | m <sup>2</sup>    |
| Kontakt uzunligi              | $L$      | m                 |
| Erkin tushish<br>tezlanishi   | $g$      | m/s <sup>2</sup>  |

### 15. MATLAB MUHITIDA SONLI MODELLASHTIRISH

Differensial tenglamalar sistemasini analitik ko‘rinishda yechish barcha hollarda ham qulay emas. Shu sababli sonli integratsiya usulidan foydalanish maqsadga muvofiq.

MATLAB muhitida ode45 algoritmi asosida quyidagi dastur ishlab chiqildi:

```
clear;
```

```
clc;
```

```
close all;
```

```
%% MODEL PARAMETERS
```

```
m = 1e-6; % fiber mass, kg
```

```
R = 0.25; % saw radius, m
```

```
n = 900; % saw speed, rpm
```

```
alpha = 20*pi/180; % tooth angle, rad
```

```
mu = 0.30; % friction coefficient
```

```
p = 5000; % contact pressure, Pa
```

```
A = 1e-6; % contact area, m^2
```

```
Fb = 0.002; % fiber-seed resistance, N
```

```
kt = 0.001; % empirical pulling coefficient
```

```
v0 = 1.2; % characteristic velocity, m/s
```

```
Cd = 1.2; % aerodynamic coefficient
```

```
rho_a = 1.2; % air density, kg/m^3
```

```
Af = 2e-7; % frontal fiber area, m^2
```

```
beta = 0; % inclination angle
```



```
g = 9.81; % gravitational acceleration
```

```
%% INITIAL CONDITIONS
```

```
x_initial = 0;
```

```
v_initial = 0;
```

```
Y0 = [x_initial; v_initial];
```

```
%% TIME INTERVAL
```

```
tspan = [0 0.01];
```

```
%% NUMERICAL SOLUTION
```

```
[t,Y] = ode45(@(t,Y) gin_model(t,Y,...  
    m,R,n,alpha,mu,p,A,Fb,kt,v0,...  
    Cd,rho_a,Af,beta,g),...  
    tspan,Y0);
```

```
%% VARIABLES
```

```
x = Y(:,1);
```

```
v = Y(:,2);
```

```
%% PLOTS
```

```
figure;
```



```
plot(t,x,'LineWidth',2);  
xlabel('Time, s');  
ylabel('Fiber displacement, m');  
title('Fiber displacement versus time');  
grid on;
```

```
figure;
```

```
plot(t,v,'LineWidth',2);  
xlabel('Time, s');  
ylabel('Fiber velocity, m/s');  
title('Fiber velocity versus time');  
grid on;
```

```
%% MODEL FUNCTION
```

```
function dYdt = gin_model(t,Y,...  
    m,R,n,alpha,mu,p,A,Fb,kt,v0,...  
    Cd,rho_a,Af,beta,g)
```

```
    x = Y(1);
```

```
    v = Y(2);
```

```
    %% Angular velocity
```

```
    omega = 2*pi*n/60;
```

```
    %% Saw tooth linear velocity
```

$$v_a = \omega \cdot R;$$

%% Pulling force

$$F_t = k_t \cdot \exp(v_a/v_0) \cdot \cos(\alpha);$$

%% Normal force

$$N = p \cdot A;$$

%% Friction force

$$F_f = \mu \cdot N;$$

%% Relative velocity

$$v_{rel} = v - v_a;$$

%% Aerodynamic resistance

$$F_d = 0.5 \cdot C_d \cdot \rho_a \cdot A_f \cdot v_{rel}^2;$$

%% Equations of motion

$$dx/dt = v;$$

$$dv/dt = (F_t - F_f - F_b - F_d - m \cdot g \cdot \sin(\beta))/m;$$

$$dYdt = [dxdt; dvdt];$$

end

## 16. NATIJALARNI TAHLIL QILISH

Taklif etilgan model yordamida vaqt bo'yicha tolaning siljishi:

$$x = x(t)$$

va tezligi:

$$v = v(t)$$

aniqlanishi mumkin.

Bundan tashqari, model orqali arra aylanish tezligining o'zgarishi natijasida:

$$n \rightarrow v_a \rightarrow F_t \rightarrow F_{eff}$$

zanjiridagi o'zgarishlarni baholash mumkin.

Aylanish tezligi oshirilganda arra tishining chiziqli tezligi:

$$v_a = \frac{2\pi nR}{60}$$

bo'yicha oshadi.

Natijada tortish kuchi modeli bo'yicha:

$$F_t = k_t \exp\left(\frac{2\pi nR}{60v_0}\right) \cos \alpha$$

o'zgaradi.

Shu bilan birga, yuqori tezlikda aerodinamik qarshilik:

$$F_d \sim v_{rel}^2$$

bo'yicha ortishi mumkin.

Shuning uchun jinlash jarayonida aylanish tezligini cheksiz oshirish optimal natijaga olib kelmaydi. Optimal rejim tortish kuchi yetarli bo'lishi, biroq ortiqcha mexanik yuklanish va shikastlanish xavfi minimal bo'lishi bilan belgilanadi.

## 17. JINLASH PARAMETRLARINI OPTIMALLASHTIRISH

Model asosida optimal ish rejimini quyidagi shart bilan izlash mumkin:

$$F_{min} < F_{eff} < F_{damage} \quad (26)$$

bu yerda:

$F_{min}$ — tolaning ajralishini ta'minlovchi minimal kuch;

$F_{damage}$ — tola shikastlanishi boshlanadigan kritik kuch.

Demak, optimal arra aylanish tezligi:

$$n_{opt} = \arg \max[\text{separation efficiency} - \text{fiber damage}] \quad (27)$$

ko'rinishida aniqlanishi mumkin.

Bu yondashuv jinlash jarayonini faqat maksimal unumdorlik bo'yicha emas, balki **unumdorlik–sifat muvozanati** asosida optimallashtirish imkonini beradi.

## 18. MODELNI HVI KO'RSATKICHLARI BILAN BOG'LASH

Mazkur modelning keyingi ilmiy rivojlantirish bosqichi mexanik parametrlarni paxta tolasining HVI ko'rsatkichlari bilan bog'lashdan iborat.

Umumiy holda:

$$Q = f(F_{eff}, D)$$

deb olish mumkin.

Bu yerda  $D$ — tolaning shikastlanish darajasi.

Masalan, shartli empirik model:

$$D = k_D \left( \frac{F_{eff}}{F_{crit}} \right)^q$$

ko‘rinishida berilishi mumkin.

Keyinchalik tajriba natijalariga asoslanib quyidagi regressiya modellarini ishlab chiqish mumkin:

$$UHML = f(F_{eff}, n, \alpha)$$

$$Strength = f(F_{eff}, n, \alpha)$$

$$UI = f(F_{eff}, n, \alpha)$$

$$SFI = f(F_{eff}, n, \alpha)$$

va:

$$Micronaire = f(F_{eff}, n, \alpha).$$

Bunda  $k_D$ ,  $q$  va boshqa regressiya koeffitsiyentlari tajribaviy ma'lumotlar asosida aniqlanadi.

## 19. ILMIY YANGILIK

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

Arrali jin mashinasida paxta tolasining chigitdan ajralish jarayoniga ta'sir qiluvchi asosiy mexanik kuchlar — arra tishining tortish kuchi, ishqalanish kuchi, chigit bilan bog'lanish qarshiligi va aerodinamik qarshilik kuchlarini hisobga oluvchi fizik-matematik model taklif etildi.

Arra aylanish tezligi, arra tishining chiziqli tezligi va tolaning ajralish kuchi o'rtasidagi funksional bog'lanish matematik jihatdan shakllantirildi.

Tolaning chigitdan ajralishini baholash uchun samarali tortish kuchiga asoslangan:

$$GI = \frac{F_{eff}}{F_b}$$

ko‘rinishidagi ajralish indeksi taklif etildi.

Jinlash jarayonining dinamik holatini ifodalovchi differensial tenglamalar sistemasi shakllantirildi.

Ishlab chiqilgan matematik modelni MATLAB muhitida sonli yechish algoritmi yaratildi.

Kelgusida mexanik ajralish parametrlari bilan HVI sifat ko‘rsatkichlari o‘rtasidagi regressiya bog‘lanishlarini shakllantirish uchun matematik asos yaratildi.

## **20. AMALIY AHAMIYATI**

Taklif etilgan matematik modeldan quyidagi masalalarni hal qilishda foydalanish mumkin:

jin mashinasining arra aylanish tezligini tanlash;

tolaning ajralish ehtimolini baholash;

mexanik yuklanishlarni aniqlash;

turli tish geometriyalarini taqqoslash;

jinlash jarayonining optimal rejimini izlash;

tajribalar sonini kamaytirish;

HVI ko‘rsatkichlarini model bilan bog‘lash;

paxta tolasining shikastlanishini kamaytirishga yo‘naltirilgan texnologik rejimlarni tanlash.

## **21. MUHOKAMA**

Ishlab chiqilgan model jinlash jarayonining mexanik mohiyatini soddalashtirilgan, ammo hisoblash uchun qulay shaklda ifodalaydi. Modelning asosiy afzalligi shundaki, jinlash jarayonining texnologik parametrlari



to'g'ridan-to'g'ri mexanik kuchlar orqali differensial tenglamalar tizimiga kiritiladi.

Biroq paxta tolasining chigitdan ajralishi ko'p omilli jarayon bo'lib, haqiqiy ishlab chiqarish sharoitida tolaning namligi, pishganlik darajasi, chigitning mexanik xususiyatlari, tola-chigit kontakt geometriyasi, arra tishining yeyilishi va paxta massasining zichligi ham jarayonga ta'sir qiladi.

Shu sababli taklif etilgan modelni keyingi tadqiqotlarda tajribaviy ma'lumotlar bilan kalibrlash zarur.

Ayniqsa, quyidagi parametrlarni tajriba orqali aniqlash maqsadga muvofiq:

$$k_t, v_0, F_b, \mu, C_d.$$

Buning uchun turli arra aylanish tezliklarida jinlash tajribalari o'tkazilib, ajralish samaradorligi va HVI ko'rsatkichlari aniqlanishi mumkin.

Masalan, tajriba rejasi:

| <b>Tajriba</b> | <b><math>n</math>, rpm</b> | <b>Namuna</b>     | <b>Takrorlanish</b> |
|----------------|----------------------------|-------------------|---------------------|
| 1              | 700                        | Paxta<br>namunasi | 3–5                 |
| 2              | 800                        | Paxta<br>namunasi | 3–5                 |
| 3              | 900                        | Paxta<br>namunasi | 3–5                 |
| 4              | 1000                       | Paxta<br>namunasi | 3–5                 |



|   |      |                   |     |
|---|------|-------------------|-----|
| 5 | 1100 | Paxta<br>namunasi | 3–5 |
|---|------|-------------------|-----|

Har bir rejimda HVI yordamida:

UHML;  
Strength;  
Micronaire;  
UI;  
SFI;  
Rd;  
+b

koʻrsatkichlari aniqlanadi.

Shundan soʻng model parametrlari regressiya yoki parametrik identifikatsiya usuli bilan aniqlanadi.

## 22. XULOSA

Tadqiqot natijasida arrali jin mashinasida paxta tolasining chigitdan ajralish jarayonini matematik ifodalash uchun fizik-mexanik model ishlab chiqildi.

Arra aylanish tezligi va tishning chiziqli tezligi orasidagi:

$$v_a = \frac{2\pi nR}{60}$$

bog‘lanish aniqlandi.

Tola elementiga ta’sir qiluvchi asosiy kuchlar asosida:

$$m \frac{dv}{dt} = F_t - F_f - F_b - F_d - mg \sin \beta$$

ko‘rinishidagi dinamik tenglama shakllantirildi.

Tolaning chigitdan ajralishi uchun:

$$F_t - \mu N - F_d > F_b$$

sharti asoslandi.

Bundan tashqari, turli texnologik rejimlarni baholash uchun:

$$GI = \frac{F_{eff}}{F_b}$$

ko‘rinishidagi ajralish indeksidan foydalanish taklif qilindi.

MATLAB muhitida ode45 algoritmi asosida modelning sonli yechimini olish imkoniyati yaratildi.

Ishlab chiqilgan modelni keyingi tadqiqotlarda real jin mashinasi tajribalari bilan kalibrlash, uning parametrlarini eksperimental aniqlash va mexanik jarayon natijalarini HVI ko‘rsatkichlari bilan bog‘lash orqali paxta tolasining sifatini bashorat qiluvchi kompleks matematik modelga aylantirish mumkin.

Shunday qilib, tadqiqotning keyingi bosqichi:

Arra tezligi → Kuchlar → Ajralish → Shikastlanish → HVI sifati

zanjiri asosida jinlash texnologiyasining optimal rejimini aniqlashga qaratilishi mumkin.



## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Anthony W.S. Development of a model for the seed cotton ginning process. — Agricultural Engineering / cotton ginning research literature.
2. Mangialardi G.J., Anthony W.S. Cotton ginning and processing: principles and technological aspects.
3. ASTM International. **ASTM D5867 — Standard Test Methods for Measurement of Physical Properties of Cotton Fibers by High Volume Instruments.** West Conshohocken: ASTM International.
4. ASTM International. **ASTM D1448 — Standard Test Method for Micronaire Reading of Cotton Fibers.** ASTM International.
5. ASTM International. **ASTM D4605 — Standard Test Methods for Measurement of Cotton Fiber Properties by High Volume Instruments.** ASTM International.
6. Uster Technologies AG. **USTER HVI 1000 Application Handbook.** Uster, Switzerland.
7. Lord E. R. **The Origin of Cotton Fiber Strength and Its Measurement.** Textile Research Journal.
8. Ginning laboratory and cotton fiber quality assessment literature on mechanical processing and HVI fiber properties.
9. ISO. **Textiles — Cotton fibres — Physical and mechanical properties and testing methods.** International Organization for Standardization.
10. O‘zDSt. **Paxta tolasi sifat ko‘rsatkichlarini aniqlash bo‘yicha davlat standartlari.** O‘zbekiston Respublikasi standartlari.

