

N.D.Bayramova, R.Ü.Orucova
AR Kənd Təsərrüfatı Nazirliyi
Azərbaycan Dövlət Aqrar Universiteti
Gəncə ş., Ozan küç., 102
E-mail: nigar.bayramova50@gmail.com
Orucova.3663@gmail.com

FIRLANMA TEZLİKLİ SİLİNDRİK SƏTHƏ MALİK İŞ ORQANLARIN BƏZİ NƏZƏRİ HESABLAMALARININ APARILMASI

“Fırlanma tezlikli silindrik səthə malik iş orqanların bəzi nəzəri hesablamalarının aparılması” məqaləsində kənd təsərrüfatı maşınlarında silindrin daxili səthi üzrə hərəkət edən torpaq fraksiyalarının başlanğıc sürüşmə və ayrılma bucaqlarının təyini məsələlərinə baxılmışdır.

Açar sözlər: sürüşmə bucağı, ayrılma bucağı, sürtünmə əmsalı, birinci kvadratik forma, geodezik xətlərin tənliyi, torpaq fraksiyalarının sürəti

Giriş

Kənd təsərrüfatı maşınlarında silindrik səthlərin böyük əhəmiyyəti vardır. Belə silindrik səthlərin tətbiqi məsələsi də hər zaman diqqət mərkəzində olmuşdur. Buna nümunə kimi kotanları, müxtəlif yönümlü separatorları, taxıl təmizləyən maşınları və s. göstərmək mümkündür.

Bu sahədə görkəmli mütəxəssis və alimlər tədqiqat işləri apararaq bir çox nailiyyətlər əldə etmişlər [4]. Lakin silindrik səthlərin tətbiqi məsələləri hələ tükənməmişdir. Odur ki, silindrik səth üzərində cismin və ya torpaq fraksiyalarının (istər qabarıqlıq, istərsə də çöküklüyü üzrə) hərəkətinin öyrənilməsi zəruri məsələlərdən biridir.

Bu məsələlər üzərində görkəmli alimlərdən V.P.Qoryaçkin, Z.M.Bloxa, Q.D.Terskova, S.V.Poletayeva və s. çalışaraq yüksək nailiyyətlər əldə etmişlər.

Buna baxmayaraq bəzi məsələlərin həlli hələ də tapılmamışdır. Ona görə də bu məsələlərin öyrənilməsi günün aktual mövzularından biridir.

İndi isə silindrin daxili səthi üzrə hərəkət edən torpaq fraksiyalarının başlanğıc sürüşmə və ayrılma bucaqlarının təyini məsələlərinə baxaq.

Təcrübi hissə

Torpaq fraksiyalarının silindrin daxili səthi üzrə hərəkəti vaxtı onların differensial tənlikləri aşağıdakı şəkildə olar:

$$\begin{aligned} mr\psi'' &= fN - mg\sin\psi; \\ N &= mr\psi'^2 + mg\cos\psi \end{aligned} \quad (1)$$

Buradan N normal reaksiyanı əvəz etsək, alırıq:

$$r\psi'' = f(g\cos\psi + r\psi'^2) - g\sin\psi$$

və ya

$$\frac{d\psi'^2}{d\psi} - 2f\psi'^2 = -\frac{2g}{r} \cdot \frac{\sin(\psi - \varphi)}{\cos\varphi} \quad (2)$$

burada φ - sürtünmə bucağıdır.

Bu tənliyin ümumi həlli aşağıdakı kimi olar:

$$\frac{r\psi'^2}{g} = \frac{2\cos\varepsilon}{\cos\varphi} \cos(\psi - \varphi - \varepsilon) + Ce^{2f\psi} \quad (3)$$

burada $\varepsilon = \arctg 2f$, C - ixtiyari sabitdir. (3) tənliyində $\psi = \psi' = 0$ başlanğıc şərtini nəzərə alsaq

$$C = \frac{2\cos\varepsilon}{\cos\varphi} \cos(\varphi + \varepsilon)$$

olar, onda (3) tənliyi aşağıdakı kimi olar:

$$\frac{r\psi'^2}{g} = \frac{2\cos\varepsilon}{\cos\varphi} [\cos(\psi - \varphi - \varepsilon) - e^{2f\psi} \cdot \cos(\varphi + \varepsilon)] \quad (4)$$

Ba halda torpaq fraksiyasının silindrik səthdən ayrılması şərti aşağıdakı kimi olar:

$$N = m(g\cos\psi + r\psi'^2) = 0$$

buradan

$$\psi'^2 = -\frac{g\cos\psi}{r}$$

ψ'^2 qiymətini (4) tənliyində yerinə yazıb elementar riyazi çevrilmələr aparsaq, alarıq:

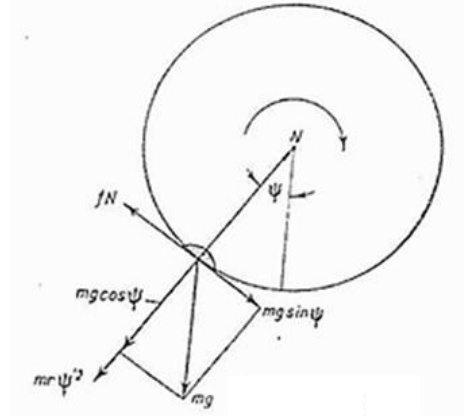
$$\cos\varphi \cdot \cos\psi + 2\cos\varepsilon \cos(\psi - \varphi - \varepsilon) = 2e^{2f\psi} \cos\varepsilon \cos(\varphi + \varepsilon)$$

Bu transcendent (cəbri olmayan) tənliyin həlli torpaq fraksiyasının silindrik səthdən ayrılma bucağının qiymətini verir. Belə tənliyin həllini qrafik üsulla vermək daha əlverişlidir (şəkil 1):

$$y_1 = \cos\varphi \cdot \cos\psi + 2\cos\varepsilon \cos(\psi - \varphi - \varepsilon)$$

və

$$y_2 = e^{2f\psi} \cos\varepsilon \cos(\varphi + \varepsilon)$$



Şəkil 1. Ayrılma bucağının qrafiki

y_1 və y_2 funksiyalarının kəsişməsi axtarılan $\psi = \psi_1$ ayrılma bucağının qiymətini verir.

Əgər $\varphi = \varphi_1$ bucağını tapıb (4) tənliyində yerinə yazsaq, onda torpaq fraksiyasının bucaq sürətinin mütləq qiymətini tapa bilərik (torpaq fraksiyasının silindrik səthdən ayrılma anında). Aydın ki, F sürtünmə əmsalının müxtəlif qiymətlərində ψ_1 bucağının qiyməti müxtəlif olar. Bu halda hər bir yeni sürtünmə əmsalı üçün yeni qrafiklərin tərtib olunması tələb olunur. Silindr səthi üzrə sürüşmə bucağı aşağıdakı (5) şərtindən alınır:

$$fN = -mgsin\psi = 0 \quad (5)$$

və ya

$$fg\cos\psi + fr\psi'^2 - g\sin\psi = 0$$

və ya

$$\frac{\sin(\psi - \varphi)}{\sin\varphi} = r \frac{\psi'^2}{g}$$

Beləliklə,

$$\psi = \varphi + \arcsin \left[\frac{r\psi'^2}{g} \sin\varphi \right]$$

(2) tənliyində $\psi - \varphi = \xi$ yazsaq, alarıq:

$$\ddot{\xi} - f\dot{\xi}^2 = -\frac{g \sin \xi}{r \cos \varphi}$$

Bu tənliyini özü də nöqtənin rəqsi hərəkətinin diferensial tənliyidir. Burada bərpəedici F qüvvəsi aşağıdakı kimi olar:

$$F = -\frac{g}{r \cos \varphi} \sin \xi \quad (6)$$

Aydındır ki, (2) tənliyinin həlli (6) tənliyinə analojidir.[1]

İş orqanının kinematikası. Silindrik səthə malik iş orqanı β hücum bucağı altında torpağa daxil olduqda torpaq fraksiyaları silindrik səthin geodezik xətləri üzrə hərəkət edər, yəni torpaq fraksiyalarının hərəkət trayektoriyası silindrin geodezik xətlərini cızır. Tutaq ki, Z verilən silindrik səthdir. Ümumilik üçün onun yönəldicisini

$$x^2 + y^2 = R^2$$

şəklində çevrə götürmək olar, silindrin doğuranı isə OZ oxuna paralel düz xətt olsun.

Onda Z səthinin parametrləşdirilmiş tənliyi:

$$\begin{cases} x = R \cos \frac{u}{R} \\ y = R \sin \frac{u}{R} \\ z = v \end{cases}$$

kimi yazı bilərik. Burada

$$u = \varphi R (0 \leq \varphi < 2\pi)$$

u və φ parametrlərinin həndəsi mənası şəkil 2-də təsvir edilmişdir. Onda Z səthinin birinci kvadratik forması

$$l = du^2 + dv^2$$

geodezik xətlərin tənliyi isə

$$v''u' - u''v' = 0$$

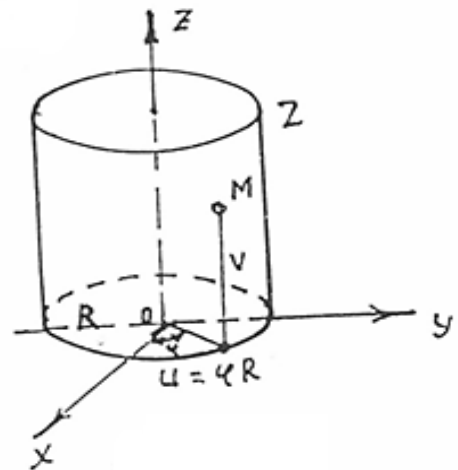
şəklində olar.

Bu tənliklərin u və v həlli müstəvi üzərində

$$\begin{cases} u = at + b \\ v = ct + d \end{cases} \quad (7)$$

düz xətlərini verir. Buradan Z səthi üzərindəki geodezik :

$$\begin{cases} x = R \cos \frac{at+b}{R} \\ y = R \sin \frac{at+b}{R} \\ z = ct + d \end{cases} \quad (8)$$



Şəkil 2. Torpaq fraksiyalarının hərəkət trayektoriyası

Bu isə fəzada həndəsi olaraq vint xəttini verir. Deməli silindrik səth üzrə hərəkət edən torpaq fraksiyaları silindrik vint xətlərini cızır[2,3]. Ona görə də (8) tənlikləri torpaq fraksiyalarının trayektoriyası tənlikləridir. İndi isə $M(x, y, z)$ nöqtəsinin koordinat başlanğıcındakı T müddətinə getdiyi yolu tapaq. Adındır ki, bu məsafə

$$S = \int_0^T \sqrt{dx^2 + dy^2 + dz^2} dt \quad (9)$$

düsturu ilə hesablanır. (8) tənliklərindən

$$\begin{cases} dx = -R \cdot \frac{a}{R} \sin \frac{at+b}{R} dt = -a \sin \frac{at+b}{R} dt \\ dy = R \cdot \frac{a}{R} \cos \frac{at+b}{R} dt = a \cos \frac{at+b}{R} dt \\ dz = c dt \end{cases}$$

olduğundan, bu qiymətləri (9)-da yerinə yazsaq alarıq:

$$S = \int_0^T \sqrt{a^2 + c^2} dt = \sqrt{a^2 + c^2} t \Big|_0^T = \sqrt{a^2 + c^2} T$$

Beləliklə

$$S = \sqrt{a^2 + c^2} \cdot T$$

alınar. Hər bir torpaq fraksiyasının sürəti

$$V = \sqrt{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dt}\right)^2} \quad (10)$$

olduğundan və

$$\left. \begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= -a \sin \frac{at+b}{R} \\ \frac{dy}{dt} &= a \cos \frac{at+b}{R} \\ \frac{dz}{dt} &= c \end{aligned} \right\}$$

ifadələrinin bu qiymətlərini (10)-da yerinə yazsaq

$$V = \sqrt{a^2 + c^2} \quad (11)$$

kimi tapırıq. Burada a və c (7) düz xətlərinin bucaq əmsallarıdır. Deməli: torpaq fraksiyalarının sürəti (7) düz xətlərinin uyğun bucaq əmsallarının kvadratları cəminin kvadrat kökünə bərabərdir.

a və c bucaq əmsalları isə iş orqanının irəliləmə sürətindən asılıdır.

Nəticə

Torpaq becərən maşınlarda silindrik səthlərin tətbiqi və həmin səthə təsir edən qüvvələrin araşdırılması nəticəsində məlum olur ki, torpaq fraksiyalarının sürəti $\left. \begin{aligned} u &= at + b \\ v &= ct + d \end{aligned} \right\}$ düz xətlərinin uyğun bucaq əmsallarının kvadratları cəminin kvadrat kökünə bərabərdir və iş orqanının başlığının hər bir nöqtəsinin hərəkət sürəti iş orqanı üçün bucaq sürəti ilə düzmütənasıbdır.

ƏDƏBİYYAT

1. Bağırılı D.V., R.A.İbrahimov. Ali riyaziyyat kursu. Dərs vəsaiti. 2-ci hissə, Bakı, 2020. 760 s.
2. Ануриев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. М.: Машиностроение, 1982. 728 с.
3. Budynas R.G., Nisbett J.K. Shigley's Mechanical Engineering Design. 11 th ed. New York: McGraw-Hill, 2020, p.1104.

4. Subbiah R., Littleton J.E. Rotor and Structural Dynamics of Turbomachinery. Cham: Springer, 2018. 270 p.
5. Friswell M.I., Penny J.E.T., Garvey S.D., Lees A.W. Dynamics of Rotating Machines. Cambridge: Cambridge University Press, 2010. 550 p.

УДК 629

Н.Д. Байрамова, Р.У. Оруджова
Министерство Сельского Хозяйства АР
Азербайджанский Государственный Аграрный Университет

ПРОВЕДЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ РАБОЧИХ ТЕЛ
С ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ С ЧАСТОТОЙ ВРАЩЕНИЯ
РЕЗЮМЕ

Ключевые слова: угол скольжения, угол отрыва, коэффициент трения, первая квадратичная форма, уравнение геодезических линий, скорость фракций грунта

В статье «Проведение некоторых теоретических расчетов рабочих тел с цилиндрической поверхностью с частотой вращения» рассматриваются вопросы определения начальных углов скольжения и отрыва фракций грунта, движущихся вдоль внутренней поверхности цилиндра в сельскохозяйственной технике.

UDC 629

N.D. Bayramova, R.U. Orujova
Ministry of Agriculture of the Republic of Azerbaijan
Azerbaijan State Agrarian University

CONDUCTING SOME THEORETICAL CALCULATIONS OF WORKING BODIES
WITH A CYLINDRICAL SURFACE WITH A ROTATIONAL FREQUENCY
SUMMARY

Keywords: slip angle, separation angle, friction coefficient, first quadratic form, geodetic equation, soil particle velocity

The article "Conducting some theoretical calculations of working bodies with a cylindrical surface with a rotational frequency" examines the determination of initial slip angles and separation angles of soil particles moving along the inner surface of a cylinder in agricultural machinery.

Daxil oldu: 18.03.2026-cı il