GIDRONASOS PORSHEN HARAKATINING MATEMATIK TAHLILI VA DIFFERENSIAL MODELLASHTIRISH

Ismatov Adxamjon Alibek o‘g‘li
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti assistenti
E-mail: olympic9492@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada aksial-porshenli gidronasosning kinematikasi, dinamikasi va gidravlik jarayonlari chuqur tahlil qilinadi. Nasosning asosiy tarkibiy qismi bo‘lgan porshenning harakati matematik model orqali ifodalanib, uning o‘zgarishi, tezligi va tezlanishi vaqtga bog‘liq holda sinusoidal va kosinusoidal shakllarda tavsiflangan. Harakatga ta’sir etuvchi prujina, ishqalanish va bosim kuchlari hisobga olingan holda, porshen uchun differensial tenglamalar tizimi tuzilgan. Modelda egilish diski burchagi, nasos valining burchak tezligi, porshen radiusi va soni asosiy parametrlar sifatida qabul qilingan. Porshen harakatining grafigi orqali uning maksimal va minimal nuqtalari, nol tezlik nuqtalari va maksimal tezlanish qiymatlari aniqlangan. Tadqiqot natijalari gidronasoslar samaradorligini oshirish, ularni optimallashtirish va yangi dizaynlar ishlab chiqish uchun muhim nazariy asos bo‘lib xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: Aksial-porshenli nasos, kinematik model, porshen harakati, gidravlik tizim, differensial tenglama, sinusoidal tezlanish, egilish diski, energiya uzatish, konchilik sanoati, matematik modellashtirish**.**

Аннотация: В данной статье подробно анализируются кинематика, динамика и гидравлические процессы аксиально-плунжерного гидронасоса. Движение плунжера, являющегося основным элементом насоса, описывается с помощью математической модели, в которой его перемещение, скорость и ускорение представлены как функции времени в синусоидальной и косинусоидальной формах. Учитывая воздействие пружинной силы, трения и давления, была составлена система дифференциальных уравнений для плунжера. В модели в качестве основных параметров рассматриваются угол наклона диска, угловая скорость вала насоса, радиус и количество плунжеров. С помощью графиков движения плунжера определены его максимальные и минимальные положения, точки нулевой скорости и значения максимального ускорения. Результаты исследования служат важной теоретической основой для повышения эффективности гидронасосов, их оптимизации и разработки новых конструкций.

Ключевые слова: Аксиально-поршневой насос, кинематическая модель, движение плунжера, гидравлическая система, дифференциальное уравнение, синусоидальное ускорение, наклонный диск, передача энергии, горнодобывающая промышленность, математическое моделирование.

ISSN 3030-3907

Annotation: This article provides an in-depth analysis of the kinematics, dynamics, and hydraulic processes of an axial-plunger hydraulic pump. The movement of the plunger, which is the core component of the pump, is described through a mathematical model, where its displacement, velocity, and acceleration are represented as time-dependent sinusoidal and cosinusoidal functions. Considering the effects of spring force, friction, and pressure, a system of differential equations for the plunger is developed. The model takes into account key parameters such as the swash plate angle, angular velocity of the pump shaft, plunger radius, and the number of plungers. Using motion graphs, the plunger's maximum and minimum positions, zero velocity points, and maximum acceleration values are determined. The results of this research serve as an important theoretical foundation for improving the efficiency of hydraulic pumps, optimizing their performance, and developing new designs.

Key words: Axial-piston pump, kinematic model, plunger motion, hydraulic system, differential equation, sinusoidal acceleration, swash plate, energy transmission, mining industry, mathematical modeling.

Kirish.

Bugungi sanoat texnologiyalarida, ayniqsa konchilik va energetika sohalarida, gidravlik uzatmalar muhim rol o‘ynaydi. Aksial-porshenli nasoslar yuqori bosimli suyuqlik oqimini ta’minlab, turli ijrochi mexanizmlarning ishlashiga xizmat qiladi. Ularning kinematik va dinamik tahlili samaradorlikni oshirishda muhim nazariy asos yaratadi.

Adabiyotlar tahlili. Pyotr Mixaylovich Chudinov nasos agregatlari tarkibiy qismlarining, aksial-porshen nasoslarning yeyilishini baholash va ishonchliligini oshirish usullarini ishlab chiqgan, ularning ishlash xususiyatlari va ta'sir omillarini hisobga olgan holda. Sergey Vyacheslavovich Lukyanov gidravlik yuritmalarni ishlab chiqish va tadqiq qilish, shuningdek, ularning chidamliligi va samaradorligini oshirish uchun nasos tizimlari konstruksiyalarini optimallashtirish bilan shug'ullangan. Kozlov Mixail Georgiyevich o'z ishini nasoslardagi tebranish jarayonlarini, ularning ishlash va chidamlilikka ta'sirini o'rganishga va nasos tizimlarida tebranish va shovqinlarga qarshi kurash usullarini ishlab chiqishga bag'ishlagan.

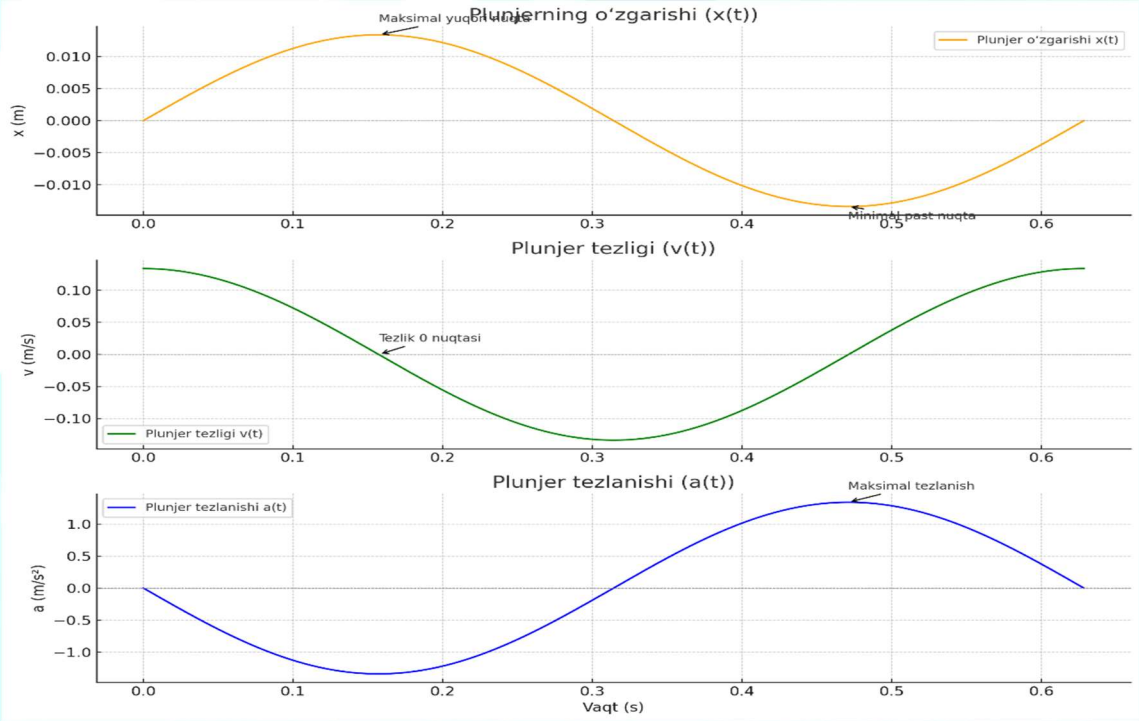
Metodologiya. Gidronasoslar samaradorligini oshirish va ularning ish jarayonini chuqur tahlil qilish uchun porshenning harakatini nazariy jihatdan o‘rganish muhim ahamiyat kasb etadi. Porshenning harakati geometriya, kinematika, gidravlika va mexanik kuchlar bilan chambarchas bog‘liq. Aynan shu sababli, ushbu ishda porshenning **matematik modeli** ishlab chiqildi. Modelda porshenning o‘zgarishi x(t), tezligi v(t) va tezlanishi a(t) formulasimon ifodalar

ISSN 3030-3907

bilan tavsiflandi. Har bir parametrning vaqtga bog‘liqligi sinusoidal va kosinusoidal shakllarda aniqlanib, bu porshenning disk burchagi, aylanish tezligi va ishchi parametrlariga bog‘liq ekanligi ko‘rsatildi.

Shuningdek, har bir formula asosida porshen harakatini tasvirlovchi **grafiklar tayyorlandi.** Grafiklarda asosiy nuqtalar — maksimal balandlik, eng past nuqta, tezlikning nol nuqtalari va maksimal tezlanish aniqlanib, izohlandi. Bu yondashuv nafaqat nazariy jihatdan tushunishni, balki real gidronasoslar dizayni va ishlash printsipini ham amaliy jihatdan yoritib berdi.

Ushbu tadqiqotning natijalari gidronasoslar samaradorligini oshirish, energiya sarfini kamaytirish va ekspluatatsiya muddatini uzaytirish uchun asos bo‘lib xizmat qiladi. Kelgusida ushbu model asosida gidronasosning real ish sharoitlaridagi tahlili, optimallashtirish va yangi dizaynlar ishlab chiqish mumkin.



1-rasm. Kinematik grafik

x(t) grafigi sinusoidal shaklga ega, bu porshenning disk burchagi sababli yuqoriga va pastga harakatlanishini bildiradi. Har bir to‘liq aylanishda (0 dan 2π2\pi2π gacha) porshen maksimal balandlikka ko‘tariladi va minimal nuqtaga tushadi.

v(t) grafigi kosinusoidal ko‘rinishda bo‘lib, tezlik o‘zgarishini ko‘rsatadi. Maksimal tezlik diskning eng past yoki eng yuqori nuqtasida (porshen maksimal o‘zgarishda).

a(t) grafigi esa sinusoidal shaklda, tezlanishning o‘zgarishini tasvirlaydi. Maksimal tezlanish diskning markaziy nuqtasiga yaqinlashganda ro‘y beradi.
Porshenning differentsial tenglamalar tizimi

ISSN 3030-3907

Asosiy farazlar

Porshen val bilan ω burchak tezlikda aylanadi.

- Diskning qiya burchagi θ bo‘lib, bu porshenning **o‘zgarishi** x(t)) va boshqa parametrlarini aniqlaydi.
- Porshen massasini mmm, kesim yuzasini A, tizim bosimini $p_{chiqishp}$, ishchi kameradagi bosimni $p_{kamera}(t)$ deb olamiz.
- Porshen harakatiga prujina kuchi va ishqalanish kuchlari ham ta’sir qiladi.

Tizimning asosiy tenglamalari

1. Kinematika (o‘zgarish)

$$\frac{dx}{dt} = v(t) \tag{1.1}$$

Tezlanish (Nyuton ikkinchi qonuni)

$$\frac{dv}{dt} = \frac{1}{m}\left[p_{\text{kamera}}(t)A - p_{\text{chiqish}}A - cv(t) - kx(t)\right] \tag{1.2}$$

Bu yerda:

- c – ishqalanish koeffitsiyenti,
- k – prujina qattiqlik koeffitsiyenti.

Ishchi kamera bosimi (soddalashtirilgan model).

Agar ishchi kamera bosimi porshen harakatiga va chiqish yo‘li qarshiligiga bog‘liq bo‘lsa:

$$p_{\text{kamera}}(t) = p_{\text{gid}}(t) + \rho\frac{Q_{\text{kirish}} - Q_{\text{chiqish}}}{A} \tag{1.3}$$

Bu yerda: Q_{kirish} va $Q_{chiqish}$-kirish va chiqish oqimlar,

ρ- suyuqlik zichligi.

Tizim differentsial tenglama shaklida

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = v(t) \\ \frac{dv}{dt} = \frac{1}{m}\left(p_{\text{gid}}(t)A - p_{\text{chiqish}}A - cv(t) - kx(t)\right) \end{cases} \tag{1.4}$$

Birinchi tenglama – kinematik bog‘lanish, porshenning joylashuvi x(t) va tezligi v(t) orasidagi bog‘lanish.

Ikkinchi tenglama – dinamik bog‘lanish, Nyuton ikkinchi qonuni asosida porshenning tezlanishi tashqi va ichki kuchlar ta’sirida o‘zgarishini tasvirlaydi.

Tizim ikkinchi tartibli chiziqli differensial tenglama shakliga ega bo‘lib, uni analitik yoki sonli usulda yechish mumkin (Eyler, Runge-Kutta va h.k.).

XULOSA VA TAKLIFLAR.

ISSN 3030-3907

Ushbu tadqiqotda aksial-porshenli gidronasoslarning asosiy tarkibiy elementi bo‘lgan porshenning harakatini chuqur nazariy tahlil qilish orqali, nasos samaradorligini oshirish va uni optimallashtirish yo‘llari ko‘rib chiqildi. porshenning harakati geometriya, kinematika, gidravlika va mexanik kuchlar bilan chambarchas bog‘liq bo‘lib, uning xususiyatlarini to‘liq tushunish nasos ish jarayonini to‘g‘ri modellashtirish imkonini beradi. Tadqiqot davomida porshenning o‘zgarishi, tezligi va tezlanishining vaqtga bog‘liqligi matematik formulasimon ifodalar orqali sinusoidal va kosinusoidal shakllarda aniqlandi. Bu parametrlar asosida kinematik grafiklar qurilib, harakatdagi maksimal va minimal nuqtalar, nol tezlik holatlari, tezlanish ekstremumlari ko‘rsatib o‘tildi.

Porshen harakatiga ta’sir qiluvchi kuchlar – prujina kuchi, ishqalanish kuchi va gidravlik bosimlar – hisobga olingan holda Nyutonning ikkinchi qonuniga asoslangan differensial tenglamalar tizimi tuzildi. Bu tizim porshen harakatining real sharoitda qanday o‘zgarishini ifodalab beradi. Differensial tenglama tizimi ikkinchi tartibli bo‘lib, analitik va sonli yechimlar yordamida tahlil qilinishi mumkin. Tadqiqot natijalari aksial-porshenli gidronasoslarning ishlash samaradorligini nazariy jihatdan aniqlash, energiya yo‘qotishlarini kamaytirish va konstruktsiyasini optimallashtirish uchun muhim asos bo‘lib xizmat qiladi. Kelgusida ishlab chiqilgan matematik model asosida gidronasoslarning real ekspluatatsiya sharoitlaridagi tahlili, tajriba natijalari bilan solishtirish hamda yangi texnologik yechimlar ishlab chiqish mumkin. Bu yondashuv gidravlik tizimlar rivojiga ilmiy va amaliy hissa qo‘shadi.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Абдуазизов Н.А., Джураев Р.У., Жураев А.Ш. Исследование влияния температуры и вязкости рабочей жидкости гидравлических систем на надежность работы горного оборудования // – Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2018. – №3. – С. 58-60.
2. Козырев В.В., Петров Г.С., Петров М.Ю. Разработка наноструктурированных композиционных материалов для обеспечения герметичности уплотнений гидравлических распределителей Р80 // Международная научно-практическая конференция на тему: Агропродовольственный сектор экономики страны в условиях глобализации и интеграции, –Тверь, ГСХА, 2016. – С. 176-181.
3. Алифанов Е.В., Чайкун А.М., Венедиктова М.А., Наумов И.С. Особенности рецептур резин на основе этиленпропиленовых каучуков и их применение в изделиях специального назначения // Авиационные материалы и технологии. –Москва, 2015. –№2. – С. 51–55.

ISSN 3030-3907

4.Михайлин Ю.А. Конструкционные полимерные композиционные материалы // 2-е изд. – СПб.: Научные основы и технологии, 2016. – 820 с.
5. Фоменко Н. А., Богданов В. И., Алексиков С. В. Ресурсосберегающая гидравлическая система строительной техники сб. науч. тр. по материалам Международной науч.-практ. конф. –Саратов, 2014. –С. 221—224.

ISSN 3030-3907