

Baynazarov Hayrullo Raximovich  
Andijon mashinasozlik instituti  
“Transport vositalari muhandisligi”  
kafedrasini mudiri, t.f.f.d.  
[avtodorov2012@gmail.com](mailto:avtodorov2012@gmail.com) +998900602044

## TIRKAMALAR KO‘TARIB-AG‘DARISH QURILMASI GIDRAVLIK TIZIMINING KINEMATIK HISOBI

## КИНЕМАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПОДЪЕМНО- ОПРОКИДЫВАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА ПРИЦЕПОВ

## KINEMATIC CALCULATION OF THE HYDRAULIC SYSTEM OF THE UNLOADING DEVICE OF TRAILERS

### ANNOTATSIYA

Maqolada tirkamalar gidravlik tizimi ko‘tarib-ag‘darish mexanizmining kinematik jarayonlarini nazariy tadqiqi yopiq vektorlar usulini qo‘llagan ko‘rib chiqildi va zvenolarning burchaklari ko‘chishi, tezligi va tezlanishlari aniqlandi.

### АННОТАЦИЯ

В статье определено теоретическое исследование кинематических процессов подъемного механизма гидросистемы прицепа с использованием метода замкнутых векторов, определены угловые перемещения, скорость и ускорение звеньев.

### ANNOTATION

The article identifies the theoretical study of the kinematic processes of the lifting mechanism of trailers hydraulic system using the closed vector method and determines the angular displacement, velocity and acceleration of the links.

**Kalit so‘zlar:** Kinematika, kinematik jarayon, vektor, yopiq vektorlar usuli, mexanizm zvenolari, zveno burchaklarining ko‘chishi, tezligi va tezlanishlari.

**Ключовые слова:** Кинематика, кинематический процесс, вектор, метод замкнутых векторов, звенья механизма, смещение углов звеньев, скорости и ускорения.

**Key word:** Kinematics, kinematic process, vector, closed vector method, mechanism links, displacement, velocity and acceleration of link angles.

**Kirish.** Turli xil yuklarni tashishga mo‘ljallangan zamonaviy, yuqori yuk ko‘taruvchanlikka ega, energiya va resurstejamkor tirkamalarni ishlab chiqarishda, ko‘tarib-ag‘darish jarayonining kinematik tahlili muhim ahamiyatga ega hisoblanadi. Chunki tirkamalarda yuklarni ag‘darish jarayoni dinamikasini o‘rganishda tirkama ko‘tarib-ag‘darish mexanizmining kinematik parametrlarini qulay hisobi, ag‘darish jarayonini kompleks hisoblashda asosiy ko‘rsatkichlardan biridir.

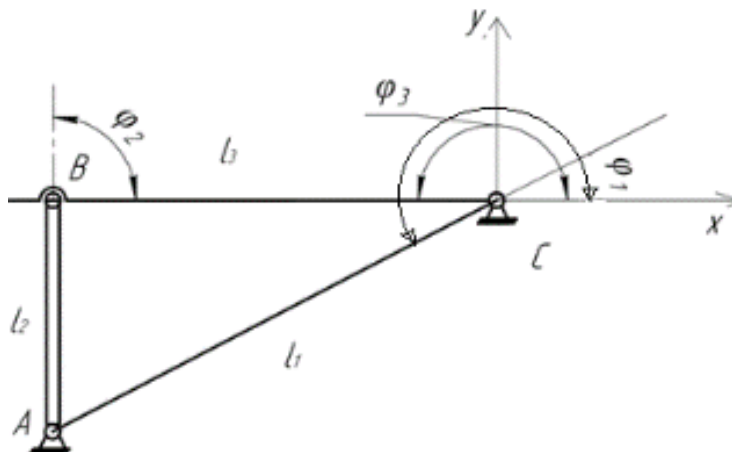
Mavjud texnik adabiyotlar, chop etilgan ilmiy ishlar hamda internet ma‘lumotlarining tahlili ushbu masala to‘la ilmiy tadqiq qilinmaganligini [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7] ko‘rsatadi.

Tirkamalar ko‘tarib-ag‘darish qurilmasi gidravlik tizimining kinematik hisobi.

Tirkamalar ko‘tarib-ag‘darish mexanizmining kinematik hisoblash sxemasi tirkama ko‘tarib-ag‘darish qurilmasi gidravlik tizimi bilan bog‘langan godrosilindr ( $l_2$  zveno) va

sharnirli kinematik juftlik ( $l_1$  zveno) va ( $l_3$  zveno) larga ega bo'lgan uch zvenoli mexanizmdan tashkil topgan.

Tirkamalar ko'tarib-ag'darish mexanizmining kinematik jarayonlarini nazariy tadqiq etishda yopiq vektorlar usulidan foydalanib, mexanizm zvenolari burchaklarining ko'chishi, tezligi va tezlanishlari aniqlanadi.



1-rasm. Tirkamalar ko'tarib-ag'darish mexanizmining kinematik hisoblash sxemasi

Tirkamalar ko'tarib-ag'darish mexanizmi gidrosilindri porsheni tizimda hosil bo'lgan bosim ta'sirida shtok ( $l_2$  zveno) ning uzunligi oshadi, natijada  $l_3$  zveno (platforma) va  $l_2$  zveno (gidrosilindr) larni  $x$  o'qi bilan xosil qilgan mos ravishda  $\varphi_3$  va  $\varphi_2$  burchaklar o'zgaradi. Mexanizmning ushbu zveno va burchaklarining o'zaro bog'lanishlarini yopiq vektorlar usulidan foydalanib  $\Delta ABC$  uchun quyidagi tenglamani tuzish mumkin (1-rasm):

$$\vec{l}_1 + \vec{l}_3 = \vec{l}_2 \quad (1)$$

Ushbu tenglamani  $XOU$  koordinatalar o'qiga proeksiyalasak, quyidagi tenglamalar sistemasi hosil bo'ladi:

$$\begin{cases} l_1 \cos \varphi_1 = l_3 \cos \varphi_3 - l_2 \cos \varphi_2 \\ l_1 \sin \varphi_1 = l_3 \sin \varphi_3 - l_2 \sin \varphi_2 \end{cases} \quad (2)$$

(2) ifodaning 1-tenglamasini  $\cos \varphi_2$  ga, 2-tenglamasini  $\sin \varphi_2$  ga ko'paytirib tenglamalarni bir-biriga qo'shamiz va  $\varphi_3$  ni aniqlaymiz.

$$l_2^2 = l_1^2 \cos^2 \varphi_1 + l_3^2 \cos^2 \varphi_3 + 2l_1 \cdot l_3 \cos \varphi_1 \cos \varphi_3 + l_1^2 \sin^2 \varphi_1 + l_3^2 \sin^2 \varphi_3 + 2l_1 \cdot l_3 \sin \varphi_1 \sin \varphi_3;$$

$$l_2^2 = l_1^2 + l_3^2 + 2l_1 \cdot l_3 \cos(\varphi_1 - \varphi_3);$$

$$\varphi_3 = \varphi_1 + \arccos\left(\frac{l_2^2 - l_1^2 - l_3^2}{2l_1 \cdot l_3}\right);$$

bu yerda:  $l_1$ ,  $l_3$  va  $\varphi_1$  – lar o'zgarmas miqdor.

Ushbu aniqlangan  $\varphi_3$  tirkama kuzovidan yuklarni to'kilishini tavsiflovchi asosiy kattalikdir.

Ifoda (2) da quyidagi o'zgartirishlarni amalga oshirib, quyidagi ifodani hosil qilamiz.

$$\begin{cases} l_3 \cos \varphi_3 = l_2 \cos \varphi_2 - l_1 \cos \varphi_1 \\ l_3 \sin \varphi_3 = l_2 \sin \varphi_2 - l_1 \sin \varphi_1 \end{cases} \quad (3)$$

Ifoda (3) ni xar ikkala tenglamasini kvadratga ko'tarib, tenglamalarni bir-biriga qo'shib  $\varphi_2$  ni aniqlaymiz.

$$l_3^2 = l_2^2 + l_1^2 - 2l_1 \cdot l_2 (\cos \varphi_2 \cos \varphi_1 + \sin \varphi_2 \sin \varphi_1);$$

$$\frac{l_2^2 + l_1^2 - l_3^2}{2l_1 \cdot l_3} = \cos(\varphi_2 - \varphi_1);$$

$$\varphi_2 = \varphi_1 + \arccos\left(\frac{l_2^2 + l_1^2 - l_3^2}{2l_1 \cdot l_2}\right);$$

Ushbu zvenolarning burchak tezligini aniqlash uchun (2) tenglamalar sistemasidan hosila olsak quyidagi ifoda hosil bo'ladi:

$$\begin{cases} -l_1\omega_1\sin\varphi_1 - l_3\omega_3\sin\varphi_3 = \dot{l}_2\cos\varphi_2 - l_2\omega_2\sin\varphi_2 \\ l_1\omega_1\cos\varphi_1 + l_3\omega_3\cos\varphi_3 = \dot{l}_2\sin\varphi_2 + l_2\omega_2\cos\varphi_2 \end{cases}$$

bu yerda:  $\varphi_1$  – o'zgarmas miqdor va  $\omega_1 = 0$  ekanligini hisobga olib, quyidagi ifodani hosil qilamiz.

$$\begin{cases} -l_3\omega_3\sin\varphi_3 = \dot{l}_2\cos\varphi_2 - l_2\omega_2\sin\varphi_2 \\ l_3\omega_3\cos\varphi_3 = \dot{l}_2\sin\varphi_2 + l_2\omega_2\cos\varphi_2 \end{cases} \quad (4)$$

Ifoda (4) ning 1-tenglamasini  $\cos\varphi_3$  ga, 2-tenglamasini esa  $\sin\varphi_3$  ko'paytirib, tenglamalarni bir-biriga qo'shib  $\omega_2$  ni aniqlaymiz.

$$\begin{aligned} \dot{l}_2\cos\varphi_2\cos\varphi_3 - l_2\omega_2\sin\varphi_2\cos\varphi_3 + \dot{l}_2\sin\varphi_2\sin\varphi_3 + l_2\omega_2\cos\varphi_2\sin\varphi_3 &= 0; \\ \dot{l}_2\cos(\varphi_2 - \varphi_3) + l_2\omega_2\sin(\varphi_2 - \varphi_3) &= 0; \end{aligned}$$

$$\omega_2 = -\frac{\dot{l}_2}{l_2} \cdot \frac{\cos(\varphi_2 - \varphi_3)}{\sin(\varphi_2 - \varphi_3)};$$

$$\omega_2 = -\frac{\dot{l}_2}{l_2} \cdot \text{ctg}(\varphi_2 - \varphi_3);$$

Ifoda (3) ning 1-tenglamasini  $\cos\varphi_2$  ga, 2-tenglamasini esa  $\sin\varphi_2$  ko'paytirib, tenglamalarni bir-biriga qo'shib  $\omega_3$  ni aniqlaymiz.

$$\begin{aligned} l_3\omega_3\cos\varphi_3\sin\varphi_2 - l_3\omega_3\sin\varphi_3\cos\varphi_2 &= \dot{l}_2\sin^2\varphi_2 + \dot{l}_2\cos^2\varphi_2; \\ \dot{l}_2 &= l_3\omega_3\sin(\varphi_2 - \varphi_3) = 0; \end{aligned}$$

$$\omega_3 = \frac{\dot{l}_2}{l_3\sin(\varphi_2 - \varphi_3)};$$

Zvenolarning burchak tezlanishlarini aniqlash uchun ifoda (4) dan hosila olamiz.

$$\begin{cases} -l_3\varepsilon_3\sin\varphi_3 - l_3\omega_3^2\cos\varphi_3 = \ddot{l}_2\cos\varphi_2 - \dot{l}_2\omega_2\sin\varphi_2 - \dot{l}_2\omega_2\sin\varphi_2 - l_2\varepsilon_2\sin\varphi_2 - l_2\omega_2^2\cos\varphi_2; \\ -l_3\varepsilon_3\cos\varphi_3 - l_3\omega_3^2\sin\varphi_3 = \ddot{l}_2\sin\varphi_2 + \dot{l}_2\omega_2\cos\varphi_2 + \dot{l}_2\omega_2\cos\varphi_2 + l_2\varepsilon_2\cos\varphi_2 - l_2\omega_2^2\sin\varphi_2; \end{cases}$$

Ifodani ixchamlashtiramiz.

$$\begin{cases} -l_3\varepsilon_3\sin\varphi_3 - l_3\omega_3^2\cos\varphi_3 = \ddot{l}_2\cos\varphi_2 - 2\dot{l}_2\omega_2\sin\varphi_2 - l_2\varepsilon_2\sin\varphi_2 - l_2\omega_2^2\cos\varphi_2; \\ -l_3\varepsilon_3\cos\varphi_3 - l_3\omega_3^2\sin\varphi_3 = \ddot{l}_2\sin\varphi_2 + 2\dot{l}_2\omega_2\cos\varphi_2 + l_2\varepsilon_2\cos\varphi_2 - l_2\omega_2^2\sin\varphi_2; \end{cases} \quad (5)$$

Ushbu ifodaning 1-tenglamasini  $\cos\varphi_3$  ga, 2-tenglamasini esa  $\sin\varphi_3$  ko'paytirib, tenglamalarni bir-biriga qo'shib  $\varepsilon_2$  ni aniqlaymiz.

$$\begin{aligned} -l_3\omega_3^2\cos^2\varphi_3 - l_3\omega_3^2\sin^2\varphi_3 &= \ddot{l}_2\cos\varphi_2\cos\varphi_3 - 2\dot{l}_2\omega_2\sin\varphi_2\cos\varphi_3 - l_2\varepsilon_2\sin\varphi_2\cos\varphi_3 \\ &- l_2\omega_2^2\cos\varphi_2\cos\varphi_3 + \ddot{l}_2\sin\varphi_2\sin\varphi_3 + 2\dot{l}_2\omega_2\cos\varphi_2\sin\varphi_3 + l_2\varepsilon_2\cos\varphi_2\sin\varphi_3 \\ &- l_2\omega_2^2\sin\varphi_2\sin\varphi_3; \\ -l_3\omega_3^2 &= \ddot{l}_2\cos(\varphi_2 - \varphi_3) - l_2\varepsilon_2\sin(\varphi_2 - \varphi_3) - l_2\omega_2^2\cos(\varphi_2 - \varphi_3) - 2\dot{l}_2\omega_2\sin(\varphi_2 \\ &- \varphi_3); \\ \varepsilon_2 &= \left(\frac{\ddot{l}_2}{l_2} - \omega_2^2\right) \text{ctg}((\varphi_2 - \varphi_3) - \frac{2\dot{l}_2\omega_2}{l_2} + \frac{l_3\omega_3^2}{l_2\sin(\varphi_2 - \varphi_3)}); \end{aligned}$$

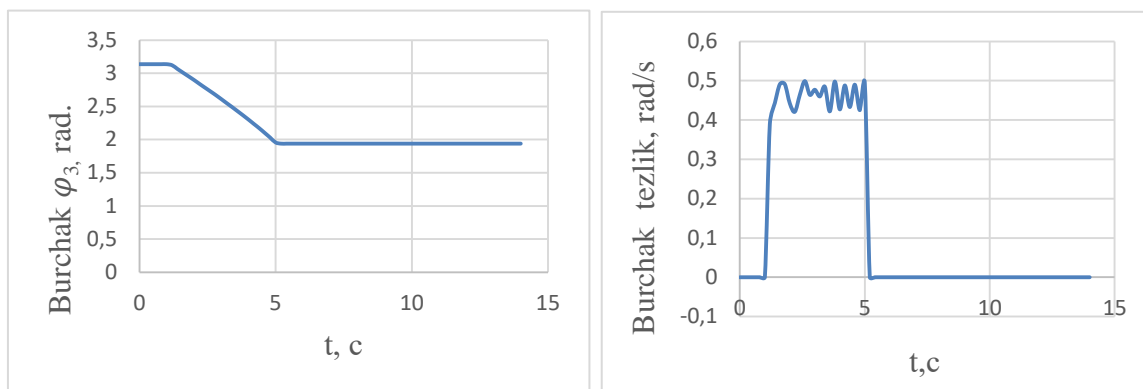
Shuningdek ifoda (5) ning 1-tenglamasini  $\cos\varphi_2$  ga, 2-tenglamasini esa  $\sin\varphi_2$  ko'paytirib, tenglamalarni bir-biriga qo'shamiz va ixchamlashtirishlarini amalga oshirib  $\varepsilon_3$  ni aniqlaymiz.

$$\varepsilon_3 = \frac{l_2 \omega^2}{l_3 \sin(\varphi_2 - \varphi_3)} - \frac{\ddot{l}_2}{l_3 \sin(\varphi_2 - \varphi_3)} - \omega^2 ctg - (\varphi_2 - \varphi_3);$$

Quyida tirkamalar ko'tarib-ag'darish mexanizmdagi 2 va 3-zvenolarning burchaklari o'zgarishi, burchak tezliklari va burchak tezlanishlarini qiymatlari asosida qurilgan grafiklari keltirilgan.

Hisoblashlarda zvenolar uchun quyidagi qiymatlar qabul qilindi:

$$l_1=0,906 \text{ m}, l_2=0,34 \text{ m}, l_3=0,84 \text{ m}, \varphi_1 = 22^\circ = 0,384 \text{ rad}$$



2-rasm. Tirkamalar ko'tarib-ag'darish mexanizmdagi 3- zvenoning burchak (a) va burchak tezliklari (b) vaqt bo'yicha o'zgarishi analitik bog'lanishlari grafiklari

**Xulosa.** Kuzovlari almashinuvchi, yangi universal shassili tirkamalar ko'tarib-ag'darish mexanizmining tanlangan kinematik sxemasi asosida uning burchaklari, burchak tezlik va tezlanishlarining vaqtga bog'liq ravishda o'zgarishini analitik bog'lanishlari aniqlandi.

Ishlab chiqilgan matematik model va uning hisoblash uslubi asosida aniqlangan natijalar tirkamalar ko'tarib-ag'darish mexanizmining haqiqiy ish jarayoniga yaqin keladi va undan loyihalash-konstruktorlik ishlarida foydalanish tavsiya etiladi.

### Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Abdulaziz Adilxakovich Shermukhamedov, KHayrullo Raximovich Baynazarov Equations for Changing the Centers of Gravity of Mass Goods in the Unloading Process in Trailers International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology Vol. 8, Issue 1 , January 2021 ISSN: 2350-0328
2. X.P. Байназаров, Қ. Халмерзаев Тиркамалар кўтариб-ағдариш қурилмасининг иш жараёнига оид тадқиқот ишларининг таҳлили. Илм-фан, таълим ва ишлаб чиқаришнинг инновацион ривожланишдаги замонавий муаммолар. Халқаро илмий амалий конференция. Андижон 2020
3. Шермухамедов А.А., Байназаров Х.Р. Тиркамалар кўтариб-ағдариш қурилмаси иш жараёнида юк массасининг ўзгаришини математик моделлаштириш. ФарПИ илмий-техника журнали, 2019, Том 23, № 4
4. Шермухамедов А.А., Аннакулова Г.К., Астанов Б.Ж. Анализ динамического расчета и экспериментальных результатов гидравлической навесной

системы энергонасыщенного универсально-пропашного трактора // Проблемамеханика – Ташкент, 2019. №2, – С. 62-66.

5. Астанов Б.Ж. Юкори энергияли универсал-чопиқ тракторларининг гидравлик осма тизими параметрларини асослаш. PhD диссертация. Тошкент 2019.

6. Shermukhamedov A.A., Annakulova G.K., Astanov B.J., Umarova D.F. Definition of kinematic and dynamic parameters of hydro-hinged system of a tractor of high load-carrying capacity // European sciences review. Scientific journal. ViennaPrague. 2017. № 9–10. – p.64-71.

7. Юлдашев Ф.У. Разработка методики расчета подъемного механизма транспортных средств. Диссертация на соискание КТН, Ташкент: 2015.

8. Шермухамедов А.А., Тогаев А.А., Астанов Б.Ж. Выбор конструктивных параметров тракторных прицепов категории О3 // Вестник ТАДИ. – Ташкент, 2012. – №1-2. – С. 60-65. (05.00.00; №15).

9. Шермухамедов А.А., Усманов И.И., Салимджанов Р.Т., Тогаев А.А. Методы расчета и испытания автотракторных прицепов отечественного производства. Монография. Ташкент: Фан, 2011.-134 с.

10. Бартош П. Р., Селевончик И. Г. Динамический расчет гидропривода опрокидывающего механизма платформы самосвала. Автомобильный транспорт, вып. 29. Москва, 2011 г., с. 135-138

11. Галдин Н.С. Гидравлические машины, объемный гидропривод: учебное пособие. – Омск: СибАДИ, 2009. – 272 с.

12. Матмуродов Ф. М. Обоснование динамических параметров работы подъемно-опрокидывающего устройства кузова самосвальной машины. Диссертация на соискание КТН, Ташкент: 2002.

13. Шермухамедов А.А. Разработка научных основ моделирования рабочих процессов в гидравлических приводах грузовых мобильных машин, эксплуатируемых в экстремальных условиях. Док.дисс., Т., ТАДИ, 2000 г.

14. Шермухамедов А.А., Лебедев О.В., Маликов Р.Х., Матмуродов Ф.М. Динамические аспекты механизма подъемного устройства бункера хлопкоуборочной машины. Узбекский журнал “Проблемы механики”. № 5-6, 1996. С. 47-50

15. Матмуродов Ф. М., Маликов Р. Х., Шермухамедов А. А. Анализ кинематики подъемно-опрокидывающего устройства хлопкоуборочной машины. //Узбекский журнал «Проблемы механики», № 5-6, Ташкент, 1995 г. С. 55-58

16. Шермухамедов А.А. Математическая модель процесса разгрузки кузова большегрузного автомобиля. Сб. научных трудов 2-республиканского научного коллоквиума на тему “Ўзбекистон мустақиллиги унинг фани ва технологияларини ривожлантириш кафолати”. Тошкент, ГКНТ и ВАК РУз, том 1, 1998, с. 98-102.

17. Метлюк Н.Ф., Автушко В.П. Динамика пневматических и гидравлических приводов автомобилей. –М.: Машиностроение, 1980. – 231с.

18. Барский И.Б., Анилович В.Я., Кутьков Г.М. Динамика трактора. –М.: «Машиностроение», 1973.– 520с.

19. Башта Т.М. Машиностроительная гидравлика. М. Машиностроение, 1971. – 693 с.

20. <http://www.evrottraktservis.ru/claas-axos.html>