**УДК 62.50**

**МРНТИ 28.23.15**

Байзакова А.М.

1Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, Қазақстан

\*(armaneuer.1@mail.ru)

**БАСҚАРЫЛАТЫН ЖҰМЫС ОРГАНЫМЕН МАНИПУЛЯТОРДЫҢ ҚҰРЫЛЫМДЫҚ ТАЛДАУЫ**

***Андатпа***

*Бұл мақалада манипулятордың құрылымдық талдауы жүргізілді, мысалы, триподқа негізделген параллельді тізбекті құрылымның ең жалпыланған схемасы таңдалды, оның ішінен макеттер арқылы басым көпшілігінің схемалары алынды. қайта конфигурацияланатын манипуляциялық роботтар алынды.*

*Кілт сөздер: манипулятор, трипод,* *ұстау құрылғысы, буындар, механизм*

***Аннотация***

*В данной статье проведен структурный анализ манипулятора, для примера выбрана наиболее обобщенная схема параллельно-последовательной структуры на базе трипода, из которой путем компоновок получаются схемы подавляющего большинства реконфигурируемых манипуляционных роботов.*

*Ключевые слова: манипулятор, трипод, захватное устройство, звенья, механизм*

***Abstract***

*In this article, a structural analysis of the manipulator is carried out, for example, the most generalized scheme of a parallel-sequential structure based on a tripod is selected, from which the schemes of the vast majority of reconfigurable manipulation robots are obtained by means of layouts.*

*Key words:* *manipulator, tripod, gripper, links, mechanisms*

Ғылыми-техникалық прогрестің қазіргі даму кезеңі сандық жағынан да, манипуляторлар технологиялық операцияларды орындайтын аумақтардың кеңеюімен де манипуляциялық жүйелерді қолданудың өсуімен сипатталады. Қазіргі уақытта манипуляциялық жүйелерді қолданудың негізгі бағыттары: өнеркәсіп, өңдеу, ауыл шаруашылығы, ғарыш және әскери өнеркәсіп, медицина.

Құрылымы бойынша манипуляция механизмдері тізбекті және параллель құрылымдардың манипуляторларына бөлінеді. Бұл схемалардың әрқайсысының өз артықшылықтары мен кемшіліктері бар. Соңғы уақытта екі жобалық сұлбаның артықшылықтарын біріктіретін параллельді-сериялық құрылымды (гибридті) манипуляторлар кең тарады [4,5,6,7,8,9].

Роботтың маңызды құрамдас бөлігі манипулятор – жұмыс элементімен жабдықталған кеңістікте объектілерді жылжыту кезінде адам қолының функцияларына ұқсас моторлық функцияларды орындауға арналған құрылғы [10, 11].

Заманауи анықтама: «Манипулятор: механизмі әдетте бірнеше еркіндік дәрежесі арқылы объектілерді (бөліктерді немесе құралдарды) ұстау және/немесе жылжыту мақсатында бір-біріне қатысты айналмалы немесе трансляциялық қозғалатын сегменттер тізбегінен тұратын машина». [12]. Манипуляторды оператор, бағдарламаланатын электрондық контроллер немесе кез келген логикалық жүйе (мысалы, көшіру құрылғысы, редакциялау логикасы) басқара алады.

Манипулятордың конструкциясы көбінесе технологиялық операцияларды орындау кезінде роботтың мүмкіндіктерін анықтайды [13], сондықтан роботтарды жобалау кезінде кинематикалық схемалардың (схемалардың) негізгі түрлерін таңдау ең маңызды міндет болып табылады [14,15,16].

Гибридті құрылымның манипуляциялық роботтық жүйелері жақында халық шаруашылығының әртүрлі салаларында қолданылып келеді, бұл осы саладағы ғылыми зерттеулерді өзекті етеді, сондықтан осындай манипуляторлардың әртүрлі кинематикалық схемалары қарастырылуда.

ИМАШ РАН соңғы жұмыстарының бірінде Филиппова Г.С. [7] параллельді тізбекті құрылымның манипуляциялық механизмдерінің жіктелуі мен құрылымдық диаграммасын ұсынады, оның құрамдас бөлігі штатив түріндегі W=3 қозғалғыштығының үш дәрежесі бар жартылай механизм болып табылады; мұндай механизмдердің кейбірі суретте көрсетілген. 1.1 Суретте ПВВ, ВПВ, ПВВ үлкен әріптері кинематикалық тізбектің бір бөлігін көрсетеді, оның механизмдері бір трансляциялық қозғалысты және екі айналымды қамтамасыз етеді, яғни. мұндай қозғалыс осы ішінара механизмдердің шығыс буыны бір ось бойымен және біріншіге перпендикуляр екі осьтің айналасында қозғалғанда айналмалы қозғалыстарды орындайды [7]. Тізбектелген кинематикалық жұптар кіші әріптермен көрсетілген.

 

Схема ПВВвв Схема вПВВв

 

Схема вВПВв Схема ПВВвп

1.1-сурет – Құрамдас бөлігі трипод түріндегі W=3 болатын жартылай механизм болып табылатын параллельді қатарлы құрылымның манипуляциялық механизмдерінің құрылымдық схемалары.

Волгоград мемлекеттік аграрлық университетінде ғалымдар В.М.Герасун, В.И.Пындак, А.Ф.Рогачев, И.А.Несмиянов жасаған манипуляция механизмдері. және басқа авторлар параллельді құрылымның дәстүрлі жүк тиеу манипуляторларымен салыстырғанда, айырықша ерекшелігі бар, атап айтқанда, жұмыс органының немесе оның негізінің қозғалғыштығының қосымша дәрежесі, бұл ұтқырлық дәрежелерінің санын кем дегенде ұлғайтуға мүмкіндік береді. бір. Сонымен қатар, осындай схемалар манипуляторлардың ашық кинематикалық тізбектерінде параллель құрылымдық механизмдерді қолданудың мысалы болып табылатынын атап өткен жөн.

Манипуляторлардың өнімділігін анықтайтын негізгі талаптардың бірі - манипулятордың жұмыс органының берілген бағдарымен қызмет көрсететін объектінің қажетті нүктелеріне жақындауын қамтамасыз ету. Осы мақсатқа жету үшін штативті манипулятордың [1] бар прототипі үш еркіндік дәрежесі бар ұстау құрылғысымен толықтырылған (1.2-сурет). Ұстағыш құрылғының механизмі бір-бірімен бесінші класты айналмалы кинематикалық жұптармен және жұмыс органымен дәйекті түрде қосылған үш буыннан тұрады.



Сурет 1.2 – Қозғалыстың үш дәрежесі бар ұстағыш құрылғының толық өлшемді моделі

1.3-суретте үш дәрежелі қозғалғыштығы бар басқарылатын ұстау құрылғысымен жабдықталған штативті манипулятор көрсетілген. Мұндай манипулятордың маневрлігі біреуге тең және манипуляцияның нақты мәндері дизайнды зерттегеннен кейін анықталады. штатив манипуляторы (1.3-сурет), қосымша ұстау құрылғысының бекіту нүктесінің аймақтық қозғалыстарымен параллельді құрылымдық механизмдердің артықшылығы бар, ал жергілікті қозғалыстар қызмет көрсетілетін аумақтың көлемінде қажетті манипуляцияны қамтамасыз етеді. Қосымша ұстау құрылғысының сызықтық өлшемдері салыстырмалы түрде кішкентай болғандықтан, бүкіл өңдеу жүйесінің қаттылығы айтарлықтай үлкен болып қалады.



1.3-сурет – үш еркіндік дәрежесі бар антропоморфты ұстау құрылғысы бар штативті манипулятор

Триподты манипулятор механизмі (1.4-сурет) параллельді-тізбекті құрылымның кеңістіктік механизмі болып табылады және жеті дәрежелі қозғалғыштыққа ие.



1.4-сурет – Еркіндік дәрежесі жетіге тең штативті манипулятордың құрылымдық сұлбасы.

Жетек цилиндрлерінің 1-2, 5-6, 8-9, 11-12 кіріс буындарын V класты кинематикалық жұптар ретінде қарастырсақ, т.б. олардың әрқайсысында бір қозғалғыштығы бар – цилиндр корпусына қатысты өзекшенің ілгерілемелі қозғалысы [3], IV класс кинематикалық жұптары бойынша 4, 7, 10 буындар, III класс кинематикалық жұптары бойынша 14 звено, 3, 13,15-17 буындар. V класының кинематикалық жұптары бойынша, онда n =17, p5=16, p4=3 және p3 =1 болғанда, манипулятордың еркіндік дәрежелерінің саны

*W=*6*n-*5*p*5*-*4*p*4 -3*p*3 = 6·17 - 5·16 - 4·3 - 3·1 = 7, (1.1)

бұл механизмнің қалыптылығын көрсетеді.

Құрылымдық схемадан (1-сурет) келесідей манипуляция механизмінің негізгі маневрлігі Озол формуласына сәйкес келеді [2]:

*mб* = Σ *f*кп-3 = 4-3=1, (1.2)

мұндағы *f*кп - кинематикалық жұптардың еркіндік дәрежелерінің жалпы саны,

негізгі жазықтықта қозғалысты қамтамасыз ету.

**Пайдаланылған әдебиеттер тізімі**

**1. Николаев, М.Е.** Совершенствование технологии погрузки итранспортировки грузов в мягкой таре при уборке овощей за счетобоснования параметров погрузочно-транспортного агрегата:специальность 05.20.01 «Технологии и средства механизации сельскогохозяйства»: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, Волгоград – 2021 -165 с.

2. **Озол, О. Г.** Основы конструирования и расчета механизмов / Сост. У.Я. Дзинтарс. - Рига: Звайгзне, 1979. - 360 с.: ил.; 22 см.

3. **Дяшкин-Титов, В.В.** Разработка методов расчёта манипулятора – трипода на поворотном основании: специальность 05.02.02 «Машиноведение, системы приводов и детали машин» : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук: / Дяшкин-Титов Виктор Владимирович ; Волгоградский государственный технический

университет .- Волгоград, 2014.- 20 с.

4. **Воробьева, Н.С.** Стабилизация пространственного положения манипулятора параллельно-последовательной структуры/ Н.С. Воробьева – Текст: непосредственный **//** Известия Волгоградского государственного технического университета. - 2021 - № 9 (256). - С. 17-21.

5. Разработка новых механизмов для современных робототехнических систем, предназначенных для технологических, медицинских, аддитивных и диагностических устройств / В.А. Глазунов, Г.С. Филиппов, А.А. Петраков и др.– Текст: электронный // Новые механизмы в современной робототехнике / под ред. В.А. Глазунова –М.: ТЕХНОСФЕРА, 2018. -316 с. – с.131-143.

6. **Филиппов, Г.С.** Кинематический анализ механизма параллельно- последовательной структуры с пятью степенями свободы/ Г.С. Филиппов – Текст : непосредственный.// Известия высших учебных заведений: Машиностроение, Москва, 2019 - №8(713) - С. 18-24.

7. **Филиппов, Г.С.** Научное обоснование и разработка механизмов параллельно-последовательной структуры для многокоординатных манипуляционных систем: специальность 05.02.18 «Теория механизмов и машин»: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук -Москва, 2019- 324 с.

8. **Liu, N**. Kinematics and application of a hybrid industrial robot Delta-RST./ Wu J., Liu N. – Текст : непосредственный. //Sens. Transducers, 2014, vol. 169, no. 4, pp. 186–192.

9. Modelling and Workspace Analysis of Parallel-Serial Hybrid Manipulator / Abhishek, S. Bellary, Monika Keerthana, M. Srinivasan и др.– Текст: электронный. // Applied Mechanics and Materials. - 2015 -P. 1028-1031. URL: Modelling and Workspace Analysis of Parallel-Serial Hybrid Manipulator | Scientific.Net (дата обращения: 12.11.2021).

10. **Варков, А.А.** Разработка и исследование системы управления манипуляционным промышленным роботом на базе контролера движения: специальность 05.09.03 «Электротехнические комплексы и системы» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук : / Варков Артем Александрович; Место

защиты: Иван. гос. энергет. ун-т - Иваново, 2015. - 19 с.

11. **ГОСТ 25686-85**. Манипуляторы, автооператоры и промышленные роботы= Manipulators, autooperators and industrial robots. : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 28 июня 1985 г. N 2077 срок действия установлен с 01.01.86 до 01.01.91 М.: Изд-во стандартов, 1985

12. **ГОСТ Р 60.0.0.4-2019/ИСО 8373:2012.** Роботы и робототехнические устройства: национальный стандарт Российской Федерации: официальное издание: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 14 февраля 2019 г. N 31-ст.

13. **Борисенко, Л.А.** Теория механизмов, машин и манипуляторов: учебное пособие для студентов высших учебных заведений по машиностроительным специальностям / Л.А. Борисенко. – Минск: Новое знание; Москва: ИНФРА-М, 2011. – 284 с.: ил.; 22 см. – (Высшее

образование).; ISBN 978-5-16-004690-7

14. **Артоболевский, И.И.** Теория механизмов и машин: учебник для студентов высших технических учебных заведений / И. И. Артоболевский. - Изд. 6-е, стер., перепеч. с 4-го изд. 1988 г. - Москва: АльянС, 2011. – 639 с. : ил., табл.; 22 см.; ISBN 978-5-91872-001-1 (в пер.)

15. Теория механизмов и механика машин: Учеб. для втузов / К.В. Фролов, С.А. Попов, А.К. Мусатов и др.; под ред. К. В. Фролова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва. : Высш. шк., 1998. - 495,[1] с. : ил.; 21 см.; ISBN 5-06-003118-7 (В пер.)

16. **Юревич, Е. И.** Основы робототехники: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки дипломированных специалистов 652000 «Мехатроника и робототехника» (специальность 210300 «Роботы и робототехнические системы») / Е. И. Юревич. – 3-е изд. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2010. – 359 с. : ил., табл. – (Учебная литература для вузов).; ISBN 978-5-94157-942-6