

MEXANIKA VA TEXNOLOGIYA ILMIIY JURNALI

2020 yildan nashr etiladi.
Yiliga 4 marta chop qilinadi.

O'zR Oliy attestatsiya komissiyasi
Rayosatining 2022 yil 01 fevraldagi
№311/6 qarori bilan jurnal OAK ning ilmiy nashrlari
ro'yxatiga kiritilgan

Bosh muharrir: SH.T.ERGASHEV
Bosh muharrir o'rinbosari: J.Z.XOLMIRZAEV
Mas'ul kotib: S.K.QO'CHQOROV

Tahrir hay'ati

<i>Mexanika:</i>			<i>Texnologiya:</i>		
1	Ganiev R.X. akademik.	- (IMASH RAN, Rossiya)	1	Djuraev R.X. akademik	- O'zPFITI, «Itta»
2	Djuraev A. t.f.d., prof.	- TTESI	2	Negmatov S. akademik	- TDTU "Fvt" DUK
3	Yuldashev SH.S. t.f.d., prof.	- NamMQI	3	Ganiev M.M t.f.d., prof.	- KFU, Rossiya
4	Kenjaboev SH. t.f.d., dots.	- NamMQI	4	SHamsiddinov I. t.f.d., prof.	- NamMQI
5	Umurzaqov A.X t.f.d., dots.	- NamMQI	5	Xamidov A t.f.n., prof	- NamMQI
6	Melikulov N t.f.n., dots	- SamDAQI	6	Abduvaxobov D. t.f.f.d., dots	- NamMQI
7	Muxamedov J. t.f.n., dots	- NamMQI	7	Sarimsaqov O.SH. t.f.d., prof.	- NamMTI
8	To'raqulov A.A. f.m.f.d., dots	- NamMTI			
<i>Avtomobililar va qishloq xo'jalik mashinalari:</i>			<i>Qisqa xabarlar:</i>		
1	Uspenskiy I.A. t.f.d., prof.	- RGATU, Rossiya	1	Naumkin N.I.p.f.d., prof.	- NI MGU, Rossiya
2	To'xta'q'z'iev A. T.f.d., prof.	- QXMITI	2	Dadamirzaev M. G'. F.m.f.d., dots.	- NamMQI
3	Ergashev T.E. i.f.d., prof.	- NamMQI	3	Rustamov R. T.f.d., prof.	- NamMQI
4	Alimuxamedov SH. T.f.d., prof.	- TAYLQEI	4	Turdaliev V. T.f.d., prof.	- NamMQI
5	Bayboboev N. T.f.d., prof.	- NamMQI	5	Imomqulov Q.B. t.f.d., prof.	- QXMITI
6	Maxmudov B. J. I.f.d. dots	- NamMQI	6	Mansurov M.T. t.f.d., dots.	- NamMQI
7	Soliev R. T.f.d. dots	- NamMQI	7	Xakimov A.F. t.f.n., dots.	- NamMQI
8	Boydadaev M.B. t.f.f.d., dots	- NamMQI			

Muharrirlar

i.f.n. G'.SHermatov, p.f.n. dots. S.Abdullaeva, t.f.f.d (PhD). M. To'xtaboev, N.Rayimjanova

Texnik muharrir

t.f.f.d (PhD). U.Imomqulov, t.f.f.d (PhD) A.Qosimov

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ МЕХАНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ

Издаётся с 2020 года.
Выходит 4 раза в год.

Постановлением Президиума Высшей аттестационной
комиссии РУз №311/6 от 01 февраля 2022 г. журнал
включен в список научных изданий ВАК.

Главный редактор: Ш.Т.ЭРГАШЕВ
Зам главного редактор: Ж.З.ХОЛМИРЗАЕВ
Отв. секретарь: С.К.КУЧКОРОВ

Редакционная коллегия:

Р.Х.Ганиев, Р.Х. Джуроев, С.Негматов, М.М.Ганиев, А.Джуроев, И.А.Успенский, А.Тухтакузиев, Т.Э.Эргашев, Н.И.Наумкин, Ш.Алимухамедов, Ш.С.Юлдашев, Ж.Мухамедов, Н.Байбобоев, И.Шамсиддинов, Ш.Кенжабоев, А.Умурзаков, Р.Рустамов, К.Б.Имомкулов, М.Т.Мансуров, В.Турдалиев, О.Ш.Саримсаков, М.Дадамирзаев, А. Хамидов, Б. Махмудов, Р.Солиев, А.Ф.Хакимов, Н. Меликулов, Д.Абдувахобов, А.А.Туракулов, М.Б.Бойдадаев.

Редакторы

Г.Шерматов, С.Абдуллаева, М. Тухтабоев, Н.Райимжанова

Техник редактор

У.Имомкулов, А.Косимов

SCIENTIFIC JOURNAL OF MECHANICS AND TECHNOLOGY

Published since 2020.
Published 4 times a year.

The decision of Presidium of the Supreme Attestation
Committee of the RUz №311/6 from february, 01th, 2022
Journal is included in the list of scientific editions of the SAC.

Editor-in-chief Sh.T. ERGASHEV
Editor-chief deputy: ZH.Z.KHOLMIRZAEV
Executive secretary: S.K. KUCHKOROV

Editorial board members:

R.Kh.Ganiev, R.Kh. Juraev, S.Negmatov, M.M.Ganiev, A.Dzhuraev, I.A.Uspensky, A.Tukhtakuziev, T.E.Ergashev, N.I.Naumkin, Sh.Alimukhamedov, Sh.S.Yuldashev, Zh. Mukhamedov, N. Baiboboev, I. Shamsiddinov, Sh. Kenzhaboev, A. Umurzakov, R. Rustamov, K. B. Imomkulov, M. T. Mansurov, V. Turdaliev, O.Sh.Sarimsakov, M. Dadamirzaev, A. Khamidov, B. Makhmudov, R. Soliev, A.F. Khakimov, N. Melikulov, D. Abduvakhobov, A.A. Turakulov, M.B. Boydadaev.

Editors

G. Shermatov, S. Abdullayeva, M. Tukhtaboev, N. Rayimzhanova

Technician editor

U.Imomkulov, A.Kosimov

МЕХАНИКА

Yunusov S. Z., Kenjayev S. N. Yassi tasmasli uzatmalarda burovchi momentni va qamrov burchagini ishqalanish koeffitsiyentiga bog'liqligi.....	9
Turdaliyev V. M., Hakimov O'. A. Past bosimli oqimlarga mo'ljallangan mikrogesning dinamik va matematik modellarini tuzish.....	17
Хуррамов Ш. Р. Решения контактных задач валкового отжима кожи.....	22
Хуррамов Ш.Р. Решения гидравлических задач валкового отжима кожи.....	32
Меликулов Н., Кучкоров С. К., Убайдуллаев О. М., Хушвактов У. А. Устойчивость пластин, несимметричного подкрепления продольных краев.....	41
Jumayev A. S. Tasmali konveyer rolikli mexanizmlarini resurstejamkor konstruksiyalarini ishlab chiqish va nazariy tahlil qilish.....	45
Umarov A. A., Usmonov Sh. K. Pnevmosilindrni staninaga optimal o'rnatish joyini aniqlash.....	53
Shokirov D. A. Fazoviy yuklanishlardagi uch qatlamli sterjenlarning kuchlanganlik-deformatsiyalanganlik holatlarini matematik modellashtirish.....	56
Тоиров М. Ш., Шавкидинова Н. М. Области применения различных марок быстрорежущих сталей.....	66

AVTOMOBIL VA QISHLOQ XO'JALIK MASHINALARI

To'xtaqa'ziev A., Norchaev D. R., G'aybullaev B. Sh., Xayitov A. N. Motoblokka ishlab chiqilgan kultivator yumshatkich panjasining parametrlarini nazariy asoslash.....	74
Bayboboev N. G., Duskulov A. A., Haydarov A. Q., Qambarov E. A. Kartoshka kovlash mashinasining takomillashtirilgan elovchi qismini harakat uzatish mexanizmini hisoblash..	81
Байбобоев Н. Г., Кучкоров С. К., Гуломов Ш. И., Тоштиллаев Ш. А. Новая рабочая орган культиватора для внесения минеральных удобрений.....	88
Norchaev D. R., G'aybullaev B. Sh., Rustamova N., Xusainov B. S. Motoblok bilan agregatlanadigan kartoshka kovlagichning parametrlarini asoslash.....	93
Базаров Б. И., Ахматжанов Р. Н., Алимов Ш. И. Системный подход к использованию ислородсодержащих добавок для автомобильных бензинов.....	100
To'xtaqa'ziev A., Rasuljonov A. R., Xoliqulov J. O'. Kombinatsiyalashgan mashina zichlagichlarining parametrlarini asoslash.....	107
Abdunazarov J. N., Karimova K. G', Berdiyeva I. Sh. Maxsus transport vositalarining tormoz kolodkalarini yeyilishi tufayli atrof-muhitga tarqaladigan zararli zarrachalarni tahlili.....	112
Bazarov B. I., Ernazarov A. Determining the locations of urban transport infrastructure facilities.....	121
Shermuxamedov A. A., Karimova K. G', Xoldarov F. E. Avtomobil shinalari yeyilishi natijasida atrof-muhitga chiqadigan zararli zarralar miqdorining tahlili.....	126
Normirzaev A. R., Ro'zmetov I. Q. Svetofor ish rejimini tahlil qilish va ularni optimallashtirish yechimlari.....	137
Kuziev A. U., Maxsumov I. A., Matrasulov K. Sh., Yusufxonov Z. Y. Hududning istiqboliy yuk oqimlarini yer usti transport tarmog'iga optimal taqsimlash.....	143
Nishanov B. M. Rotatsion yumshatkich pichog'i ta'siri ostida tuproq deformatsiyasining kattaligini aniqlash.....	147
Turaev N. S., Soliev D. Z. Egat ochkichlarning kelib chiqish tarixi va adabiyotlar tahlili.....	152
Mizrabov U. B., Dinakaran S. Avtomobillarning ekologiyaga ta'siri bo'yicha muammolarini asoslash.....	159
Khamrakulov Y. M. Methods of creating noise protection and influencing factors on car noise in alisher navoi street of Jizzakh city.....	166

Едгоров Ж. Н. Исследование интенсивности дорожного движения и подвижности населения в Сурхандарьинской области на примере автомобильной дороги.....	172
Едгоров Ж. Н. Сложности оценивания автомобильных дорог в горной местности.....	178
Kulmuradov D. I. Shahar ko‘chalarida transport vositalari harakat tezligining o‘zgarishini tadqiq qilish.....	183

TEKNOLOGIYA

Karimov K. A., Toirov M. Sh. Yangi qurilgan turar joy binolarinii suv bilan ta‘minlashda quvurlardan o‘tuvchi suvning harakat dinamikasini o‘rganish.....	189
Muratov X.M., Turaev A.I., Turaev A.I., Muradov R.X. Zamonaviy elektr tarmoqlarini shakllantirishda mavjud imkoniyatlar va ulardan foydalanish istiqbollari.....	199
Mansurov M.T., Abduqodirov N.SH. Barabanli quritgichning gidrodinamik rejimlarini nazariy tadqiq etish.....	208
Kasimaxunova A. M., Norbutaev M. A. Termoelektrik generatorlarni ishlab chiqarish korxonalarida qo‘llash masalalari.....	213
Мухитдинов М.Б. Исследование влияния содержания различных наполнителей на износостойкость композиционных полимерных материалов.....	221
Isomidinov A., Xomidov X. Study of hydraulic resistance of rotor-filter apparatus.....	229
Otamirzaev O. U., Atamirzaev T. U. Elektr tarmoqlari ish rejimini optimallashtirish usullari va ularning tahlili.....	237
Abdullaev E. A. Quyosh fotoelektr stantsiyasiga ega bo‘lgan korxonalarining yuklama grafiklarini optimallashtirish.....	245

QISQA XABARLAR

Yuldashev Sh. S., Jumaboyeva Sh. Mexanika fanini o‘qitishda ta‘lim samaradorligini oshirish.....	253
--	-----

МЕХАНИКА

Юнусов С. З., Кенжаев С. Н. Влияние изменений крутящего момента и угла обхвата на коэффициент трения в плоскоремённых передачах.....	9
Турдалиев В.М., Хакимов У.А. Создание динамической и математической моделей микрогэс для низконапорных течений.....	17
Хуррамов Ш. Р. Решения контактных задач валкового отжима кожи.....	22
Хуррамов Ш.Р. Решения гидравлических задач валкового отжима кожи.....	32
Меликулов Н., Кучкоров С. К., Убайдуллаев О. М., Хушвактов У. А. Устойчивость пластин, несимметричного подкрепления продольных краев.....	41
Жумаев А. С. Разработка и теоретический анализ ресурсосберегающих конструкций роликовых механизмов ленточных конвейеров.....	45
Умаров А. А., Усмонов Ш. К. Определение оптимального места крепления пневмоцилиндра на станину.....	53
Шокиров Д. А. Математическое моделирование условие напряженно-деформирования трехслойных стержней под действием пространственных нагрузок.....	56
Тоиров М. Ш., Шавкидинова Н. М. Области применения различных марок быстрорежущих сталей.....	66

АВТОМОБИЛ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ МАШИНЫ

Тухтакузиев А., Норчаев Д. Р., Гайбуллаев Б. Ш., Хайитов А. Н. Теоретическое обоснование параметров стрельчатой лапы культиватора используемого в мотоблоке	74
Байбобоев Н. Г., Дускулов А. А., Хайдаров А. К., Камбаров Э. А. Расчет механизм привода сепарирющих рабочих органов картофелеуборочных машин.....	81
Байбобоев Н. Г., Кучкоров С. К., Гуломов Ш. И., Тоштиллаев Ш. А. Новая рабочая орган культиватора для внесения минеральных удобрений.....	88
Норчаев Д. Р., Гайбуллаев Б. Ш., Рустамова Н., Хусаинов Б. С. Обоснование параметров картофелекопателя с агрегатированный мотоблоком.....	93
Базаров Б. И., Ахматжанов Р. Н., Алимов Ш. И. Системный подход к использованию ислородсодержащих добавок для автомобильных бензинов.....	100
Тухтакузиев А., Расулжонов А. Р., Холикулов Ж. У. Обоснования параметров уплотнителя комбинированной машины.....	107
Абдуназаров Ж. Н., Каримова К. Г., Бердиёрова И. Ш. Анализ вредных частиц, распространяемых в окружающей среде вследствие коррозии тормозных колодок специальных транспортных автомобилей.....	112
Базаров Б. И., Эрназаров А. А. Определение мест размещения объектов транспортной инфраструктуры городов.....	121
Шермухамедов А. А., Каримова К. Г., Халдаров Ф. Э. Вредных частиц, выделяемых в окружающую среду в результате износа автомобильных шин.....	126
Нормирзаев А. Р., Розметов И. К. Анализ режима работы светофора и решения по их оптимизации.....	137
Кузиев А. У., Махсумов И. А., Матрасулов К. Ш., Юсуфхонов З. Ю. Оптимальное распределение перспективных грузовых потоков в наземной транспортной сети региона.....	143
Нишанов Б. М. Определение величины деформации почвы под воздействием лопасти ротационного умягчителя.....	147
Тураев Н. С., Солиев Д. З. История происхождения открытков для ягат и анализ литературы.....	152
Мизрабов У. Б., Dinakaran S. Обоснование проблем воздействия автомобилей на окружающую среду.....	159

Хамракулов Ё. М. Методы создания шумозащиты и факторы, влияющие на автомобильный шум на улице алишера навои г. Джизака.....	166
Едгоров Ж. Н. Исследование интенсивности дорожного движения и подвижности населения в Сурхандарьинской области на примере автомобильной дороги.....	172
Едгоров Ж. Н. Сложности оценивания автомобильных дорог в горной местности.....	178
Кулмурадов Д. И. Исследование изменения скорости движения транспортных средств по улицам города.....	183

ТЕХНОЛОГИЯ

Каримов К. А., Тоиров М. Ш. Изучение динамики движения воды по трубам при водоснабжении в новостроимых жилых зданий.....	189
Муратов Х.М., Тураев А.И., Тураев А.И., Мурадов Р.Х. Перспективы и возможности, их использования имеющиеся при формировании современных электрических сетей.....	199
Мансуров М. Т. , Абдукодиров Н. Ш. Теоретическое изучение гидродинамических режимов барабанной сушилки.....	208
Касимахунова А. М., Норбутаев М. А. Использование термоэлектрических генераторов на производственных предприятиях.....	213
Мухитдинов М.Б. Исследование влияния содержания различных наполнителей на износостойкость композиционных полимерных материалов.....	221
Исомидинов А., Хомидов Х. Исследование гидравлического сопротивления роторно-фильтрующего аппарата.....	229
Отамирзаев О. У., Атамирзаев Т. У. Методы оптимизации режима работы электрических сетей и их анализ.....	237
Абдуллаев Э. А. Оптимизация графиков нагрузок предприятий с солнечными фотоэлектрическими станциями.....	245

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Юлдашев Ш. С., Жумабоева Ш. О повышении образовательной эффективности в преподавании Механики.....	253
--	-----

MECHANICS

Yunusov S. Z., Kenjaev S. N. Influence of changes in torque and grip angle on the coefficient of friction in flat belt.....	9
Turdaliev V.M., Khakimov U.A. Creation of dynamic and mathematical models of microhydroelectric power stations for low-pressure flows.....	17
Khurramov Sh.R. Solutions to contact problems of roller squeezing of leather.....	22
Khurramov Sh.R. Solutions to hydraulic problems of roller squeezing of leather.....	32
Melikulov N., Kuchkorov S. K., Ubaydullaev O. M., Khushvaktov U. A.. Stability of plates, asymmetrical reinforcement of longitudinal edges.....	41
Jumayev A. S. Development and theoretical analysis of resource-saving constructions of belt conveyor roller mechanisms.....	45
Umarov A., Usmonov Sh. The determining the optimal location of mounting the pneumatic cylinder to the stand.....	53
Shokirov D. A. A mathematical modeling the situation of the stress-deformation of three layer rods under spatial loads.....	56
Toirov M. Sh., Shavkidinova N. M. Areas of application various grades of high-speed steels.....	66

AUTOMOBILE AND AGRICULTURAL MACHINERY

Tukhtakuziyev A., Norchayev D. R., Gaybullayev B. Sh., Khaitov A. N. Theoretical justification of the parameters of the cultivator used in the motor-block.....	74
Bayboboev N. G., Duskulov A. A., Khaidarov A. K., Kambarov E. A. Calculation of the drive mechanism of separating working bodies of potato harvesting machines.....	81
Baiboboev N. G., Kuchkorov S. K., Gulomov Sh. I., Toshtillaev Sh. A. New working part of the cultivator for application of mineral fertilizers.....	88
Norchayev D. R., Gaybullayev B. Sh., Rustamova N., Xusainov B. S. Justification of parameters of potato digger integrated with motor-block.....	93
Bazarov B. I., Ahmatjanov R. N., Alimov Sh. I. System approach to the use of oxygen-containing additives for automobile gasolines.....	100
Tokhtakoziev A., Rasuljanov A. R., Khalikulov J. O. Justification of sealing parameters of a combined machine.....	107
Abdunazarov J. N., Karimova K. G., Berdiyeva I. Sh. Analysis of harmful particles distributed in the environment due to corrosion of brake pads of special transport vehicles..	112
Bazarov B. I., Ernazarov A. Determining the locations of urban transport infrastructure facilities.....	121
Shermukhamedov A. A., Karimova K. G., Khaldarov F. E. Harmful particles released into the environment as a result of wear of car tires.....	126
Normirzaev A. R., Rozmetov I. K. Analysis of the operating mode of the traffic light system and solutions for their optimization.....	137
Kuziev A. U., Makhsumov I. A., Matrasulov K. Sh., Yusufkhanov Z. Y. Optimal regulation of regions's perspective good traffic to overland transport system.....	143
Nishanov B. M. Determining the amount of soil deformation under the influence of a rotary softener blade.....	147
Turaev N. S., Soliev D. Z. History of origin of egat openers and literature analysis.....	152
Mizrabov U. B., Dinakaran S. Basing the problems of the impact of cars on the environment.....	159

Khamrakulov Y. M. Methods of creating noise protection and influencing factors on car noise in alisher navoi street of Jizzakh city.....	166
Yodgorov J. N. The study of traffic intensity and mobility of the population in Surkhandarya region on the example of a highway.....	172
Yodgorov J. N. Difficulties in assessing roads in mountainous areas.....	178
Kulmuradov D. I. Research on changes in vehicle movement speed on city streets.....	183

TECHNOLOGY

Karimov K. A., Toirov M. Sh. Studying the dynamics of water movement through pipes during water supply to newly constructed residential buildings.....	189
Muratov H.M., Turaev A.I., Turaev A.I., Muradov R.X. Prospects and opportunities, their use available in the formation of modern electrical networks.....	199
Mansurov M., Abdukodirov N. Theoretical study of hydrodynamic modes of a drum dryer.	208
Kasimakhunova A. M., Norbutaev M. A. Use of thermoelectric generators in production enterprises.....	213
Mukhitdinov M.B. Research of the influence of the content of various fillers on the wear resistance of composite polymer materials.....	221
Isomidinov A, Xomidov X. Study of hydraulic resistance of rotor-filter apparatus.....	229
Otamirzaev O. U., Atamirzaev T. U. Methods for optimizing the operating mode of electric networks and their analysis.....	237
Abdullaev E. Optimization of the load graphics of enterprises with solar photoelectric plants.....	245

SHORT COMMUNICATIONS

Yuldashev Sh. S., Jumaboyeva Sh. Improving the Educational Efficiency of Teaching Mechanics.....	253
--	-----

УДК 621.852

YASSI TASMALI UZATMALARDA BUROVCHI MOMENTNI VA QAMROV BURCHAGINI ISHQALANISH KOEFFITSIYENTIGA BOG'LIQLIGI

Yunusov Saloxiddin Zunnunovich

Toshkent davlat transport universiteti "Materialshunoslik va mashinasozlik" kafedrasida texnika fanlari doktori,
professor, e-mail: ysz1979@gmail.com

Kenjayev Sirojiddin Nematullayevich

Toshkent davlat transport universiteti, "Materialshunoslik va mashinasozlik" kafedrasida assistent,
e-mail: xpert_01@bk.ru, +998977810287

Annotatsiya. Maqolada yassi tasmali uzatmaning hisob sxemasi asosida qamrov burchagini o'zgarishini burovchi moment va ishqalanish koeffitsiyentiga ta'siri hisobiy natijalar asosida tahlil qilingan. Ushbu tizimning tashkil qiluvchilarni kombinatsiyasi tasmali uzatmalarining ratsional parametrlarini hisoblash va tanlash mumkin bo'ladi, tayanchlardagi yuklanishlar hisobga olgan holda ishqalanish koeffitsiyentining maksimal burovchi momentni kichikroq burchak bilan uzatish imkoniyatini anglatadi.

Abstract. The article proposes a calculation scheme for the efforts of a flat belt, calculates and analyzes the effect of changes in the engagement angle and torque on the friction coefficient, by combining these components it will be possible to calculate and select rational parameters of belt drives, power relations in belt drives are considered, a high friction force is provided at angles coverage on the small pulley of flat belts.

Аннотация. В статье предложена расчётная схема усилия плоского ремня, произведён расчёт и анализ влияния изменений угла зацепления и крутящего момента на коэффициент трения, Комбинирование эти составляющих можно будет рассчитать и выбирать рациональные параметры ременных передач. Рассмотрены силовые соотношения в ременных передачах, высокая сила трения обеспечивается при углах охвата на малом шкиве плоских ремней.

Kalit so'zlar. Tasmali uzatmalar, qamrov burchagi, ishqalanish koeffitsiyenti, burovchi moment, yetaklovchi shkiv.

Keywords. Flat belt, engaging angle, coefficient of friction, transmit power, shaft load, torque.

Ключевые слова. Ременные передачи, угол зацепления, коэффициент трения, нагрузка на вал, крутящий момент.

Kirish. Texnik taraqqiyot mashina yuritmalarini doimiy ravishda takomillashtirishni talab qiladi va bunda muhim ahamiyatni oddiy mexanik uzatmalarni yangi konstruksiyalarini ishlab chiqishga qaratiladi. Uzatmalarni harakatlanish tezliklarini, tebranishlarga chidamliligini, ishonchligini, shovqinsiz ishlash talablarini ortib borishi mexanik uzatmalarga va qayishqoq element tarkibli uzatmalarga (QETU) bo'lgan extiyojlarni oshishiga olib keldi. Ishlab chiqarish korxonalarida asosiy texnologik mashinalarining yuritmalarida QETUda foydalaniladi.

Bunday turdagi uzatmalardan eng ko'p ichki yonuv dvigatelli mobil transport vositalarining QETUlarini bo'lib, ular ko'p hollarda keng ko'lamli va ommaviy ishlab chiqariladi. QETUlarda ishchi elementlarini takomillashtirish, o'lchamlarini muqobillash orqali kamaytirish, yuklanish qobiliyatini oshirish, samaradorlik va resursni oshirish imkoniyatlari bilan bog'liq har qanday kichik yutuqlar sezilarli iqtisodiy natijaga olib keladi.

Tasmali uzatmalar QETU tarkibiga kiradi hamda yuklanishni nisbatan uzoqroq masofaga yetkazishda, yani yetaklovchi va yetaklanuvchi vallar orasidagi masofa tishli uzatmalarga nisbatan katta bo'ladi. Yuklanish ishqalanish va taranglik hisobiga uzatilishi natijasida QETU

MEXANIKA

uzatishlar sonini doimiylikini ta'minlash dolzarb masalalardan hisoblanadi. Ushbu kamchiliklarga qaramay, sanoat va xalq xo'jaligida QETU tishli uzatmalardan keyin ikkinchi o'rinda qo'llaniladigan mexanik uzatma hisoblanadi [1].

QETUlardagi tasmalar o'zgaruvchan yuklanishlar ta'sirida yetarlicha yuqori mustahkamlikka ega bo'lishi, shkiv bo'ylab harakatlanayotganda yuqori ishqalanish koeffitsiyentiga va yuqori yiyilishga chidamli bo'lishi kerak. Tasmali uzatmalar asosan kichik va o'rta quvvatli elektr yuritkichlardan hamda kichik quvvatli ichki yonuv dvigatellardan agregatlarni harakatlantirish uchun foydalaniladi. Yassi tasmali uzatmalardan foydalanish cheklangan, chunki ularning ishlash xususiyatlari boshqa turdagi tasmali uzatmalarga nisbatan pastroq. Har hil turdagi kompozit materiallardan tayyorlangan tasmalardan foydalaniladigan uzatmalar bundan mustasno [2, 3].

Tasmali uzatmalarni asosiy kamchiliklarga quyidagilar kiradi:

uzatmaning uzatishlar sonini tasmaning sirpanish koeffitsiyentiga bog'liqligi;

tasmalarni asta-sekin cho'zilishi hisobiga ishlash muddatini kamligi;

uzatmaning nisbatan katta o'lchamlari;

tasmaning tarangligi tufayli vallar va tayanchlarga yuqori yuklanishlar tushushi;

tasmaga moy tushish xavfi;

yuqori burchak tezlikda ishlash muddatini pastligi doimiy nazorat qilish zarurati (tasmalarni o'rnatish va tortish orqali tarangligini ta'minlash, almashtirish) [4,5].

Tasmali uzatmaning ishlashi tasma va shkiv o'rtasidagi ishqalanish shartiga asoslanadi. Aks holda, tasma va shkiv o'rtasida sirpanish yuzaga keladi, bu uzatishlar nisbatining o'zgarishiga olib keladi. Tasma va shkiv o'rtasidagi ishqalanishni oshirish maqsadida tasmani taranglini ta'minlash uchun maxsus taranglovchi roliklardan foydalaniladi. QETUlarda tasma va shkiv orasidagi ishqalanishni oshirish uchun tasma maxsus suyuqlik bilan qayta ishlanadi, bu esa uning ishqalanish koeffitsiyentini va ishlash muddatini oshirishga hizmat qiladi [5].

Yassi tasmali uzatmalarda kuchlarini hisoblash nazariyasi.

Tasmali uzatmalardagi kuch nisbatlarini ko'rib chiqish jarayonida, tasmaning ishqalanish koeffitsiyentini o'zgarishi uzatmaning kuch parametrlariga ta'siri bizni qiziqtiradi. Tasmali uzatmaning nazariyasidan ma'lumki, yetaklovchi tarmoqda kuchlanish bilan aylanma kuchi qiymati oshadi va aksincha yetaklanuvchi tarmoqda esa kamayadi. Tasmali uzatmalar uchun kuchlarning muvozanat sharti $F_1 - F_2 = F_t$ shuningdek F_1 va F_2 nisbatidan qat'i nazar, tasmaning yetaklovchi va yetaklanuvchi tarmoqlardagi umumiy kuchlanishlar doim teng bo'lib qoladi, ya'ni $F_1 + F_2 = 2F_0$. Ushbu nisbatlar, F_1 va F_2 larni dastlabki taranglik F_0 va yuklanish F_t ga bog'liqligini ko'rsatadi, shuni ta'kidlaymizki, bu yerda shkiv va tasma orasidagi ruxsat etilgan maksimal yuklanish va ishqalanish kuchlari o'rtasidagi bog'liqlik inobatga olinmaydi.

Ushbu masalani birinchi bo'lib Eyler ko'rib chiqdi, u absolyut qayishqoq cho'zilmaydigan ipni aylanadigan silindr bilan o'zaro ta'sirini hisob sxemasini taklif etgan. Tasmali uzatmada tasma egiluvchanlik va cho'ziluvchanlikka mos keladi, shuning uchun Eylerning bu yechimini taxminiy deb hisoblash mumkin. Amaliy hisob-kitoblarda Eyler formulalaridan foydalanganda tasma turiga qarab tuzatish omillarini hisobga olish kerak [6-9].

1-rasmda yassi tasmali uzatmaning xisob sxemasi keltirilmoqda. Bu yerda $d\alpha$ burchakli ikkita radial qismni ajratib olamiz. Unga F va $F + dF$ tortish kuchlari, shkivda hosil bo'luvchi normal bosim kuchi dFn va ishqalanish kuchi $dF_{TP} = fdF_n$, ta'sir qiladi, bu erda f - ishqalanish koeffitsiyenti. Tasmaning og'irligini hisobga olmaymiz, nazariyadan shuni ta'kidlash mumkinki, bu harakatlantiruvchi kuchlarning ishiga ta'sir qilmaydi [10]. Doimiy yuklanishda bo'lgan tasmali uzatmalarda shkivlarning aylanish chastotasi o'zgarmas, tasmaning harakati barqaror hamda tasma elastik cho'zilgan holatida deb qabul qilamiz. Tasmaning bir qismini yetaklovchi shkivini doimiy qamrab olgan deb qaraymiz (1-rasm).

Hisob sxemasida ichki va tashqi yuzalar silindrsimon, shkivlar aylanish o'qiga

perpendikulyar bo'lgan ikkita yon yuzadan va tasmaning kirib borishi va chiqib ketishining ikkita tekis radial kesimidan iborat boshqaruv yuzasi bilan cheklangan. Doimiy qarshilik bilan tasmaning doimiy muhit sifatida harakati barqaror. Yetaklanuvchi tarmoq, tasmaning zichligi va maydoni kuchlanishsiz holatda bir oz farq qiladi [11]. Silindrsimon ichki va tashqi yuzalardan, shkivning ikki yon sirti va aylanish o'qiga perpendikulyar hamda tasmaning shkivga kirish va chiqish yo'li ikkita tekis radial kesma ko'rinishida keltirilgan.

Muvozanat shartidan foydalanib urinma va normalga nisbatan tenglamalar sistemasini tuzamiz [12].

$$\begin{cases} F \cos \frac{d\alpha}{2} + dF_{TP} - (F + dF) \cos \frac{d\alpha}{2} = 0; \\ (F + dF) \sin \frac{d\alpha}{2} + F \sin \frac{d\alpha}{2} - dF_n = 0. \end{cases}$$

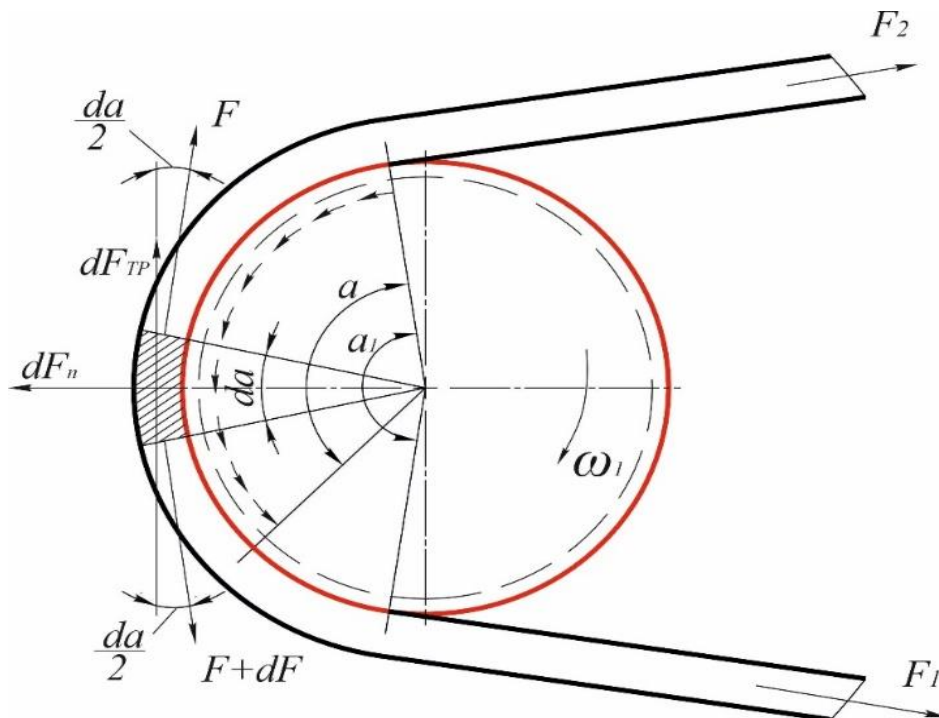
Agar $dF_{TP} = f dF_n$, va $\sin \frac{d\alpha}{2} \approx \frac{d\alpha}{2}$, $\cos \frac{d\alpha}{2} \approx 1$ bo'lsa, unda ba'zi soddalashtirishlardan so'ng, quyidagi tenglik hosil bo'ladi

$$\frac{dF}{F} = f d\alpha.$$

Ushbu tenglamalarni F o'zgarishi va elastik sirpanish yoyi burchagi α bo'yicha integrallab,

$$\begin{aligned} \frac{dF}{F} &= f \int_0^\alpha d\alpha; & \ln \frac{F_1}{F_2} &= f\alpha; \\ \frac{F_1}{F_2} &= e^{f\alpha} \end{aligned} \quad (1)$$

(1) $\frac{F_0 + \frac{F_t}{2}}{F_0 - \frac{F_t}{2}} = e^{f\alpha}$ deb qarasaq, u holda F_0 ni quyidagicha yozishimiz mumkin



1-rasm. Yassi tasma harakatining hisob sxemasi

$$F_0 = \frac{F_t e^{f\alpha+1}}{2e^{f\alpha}-1} \quad (2)$$

Berilgan foydali yuklanish F_t uzatish uchun mumkin bo'lgan F_0 ning minimal ruxsat

MEXANIKA

etilgan qiymatini aniqlash uchun, unda qayishqoq sirpanish yoyining burchagi (qamrov burchagi) $\alpha = \alpha_1$ deb qabul qilamiz, unda

$$F_0 \geq \frac{F_t}{2} \frac{e^{f\alpha_1+1}}{e^{f\alpha_1-1}} \quad (3)$$

(3) dan ko'rinib turibdiki, yetaklovchi shkivning yuklanish qobiliyati α_1 burchak va ishqalanish koeffitsiyent bilan to'g'ridan-to'g'ri proporsionaldir. O'qlararo masofa a ning kamayishi va uzatish nisbatining U ning ortishi tasmaning qamrav burchagi α_1 kamayishiga sabab bo'ladi.

Tasmali uzatmalarda yuklanish hisobiga hosil bo'ladigan ishqalanish koeffitsiyentining jptimal qiymati uzatilayotgan quvvat va dastlabki taranglikga bog'liq emas, balki faqat tasma va shkivning tayyorlangan materiallarning friksion parametrlariga hamda uzatmaning konstruktiv parametrlariga bo'g'liq bo'ladi. Tasmali uzatmaning yuklanish qobiliyatini oshirish uchun dastlabki taranglik kuchi F_0 qiymatini oshirish kerak, ammo inobatga olish kerakki, bu vallar va tayanchlardagi yuklanishlarning ortishiga olib keladi.

Uzatmadagi yuklanishlarni ortishi bilan α_1 ishqalanish burchagining qiymati qamrov burchagi α yaqinlashib boradi va tasma yetaklovchi shkiv bilan to'liq qamrov burchagi ostidagi yoy yuzasi bo'ylab ishqalanib siljiydi - erkin sirpanadi, ya'ni salt aylanish jarayoni sodir bo'ladi. Erkin sirpanish vaqtida yetaklovchi shkiv to'xtaydi, uzatmaning f.i.k. nolga tushadi. Tasmali uzatmalarining ishlashining asosiy mezonlari quyidagilardir: tasmali va shkiv orasidagi ishqalanish kuchlarining qiymatiga bog'liq bo'lgan tortish qobiliyati va shu yuklanishlarga tasmaning chidamliligi [13,15].

Uzatmani loyihalashda shuni inobatga olish kerakki, yuk ko'tarish qobiliyatini oshirish uchun F_0 oldindan kuchlanish kuchining oshishi vallar va tayanchlarga yuklanishlarning ortishiga olib keladi [14,16].

Burovchi moment va qamrov burchagining o'zgarishlarini ishqalanish koeffitsiyentga bo'g'liqligini hisobiy natijalarini tahlili.

Tasmali uzatmalar nazariyasidan ma'lumki, F_0 dastlabki kuchlanish f - ishqalanish koeffitsiyentiga va α - elastik sirpanish yoyining burchagiga (qamrov burchagi) ta'sir qiladi. Taqdim etilgan tenglamalar yordamida ushbu bog'liqliklarni hisoblash mumkin bo'ladi, yetaklovchi shkivdagi moment 45 dan 150 Nm oraliqda ko'rib chiqamiz.

F_1 va F_2 tasmali uzatmaning yetaklovchi shkividagi yetaklovchi va yetaklanuvchi tarmoqning taranglik kuchlari, yoki $F_1 - F_2 = F_t$ ni o'zgarishini qamrov burchagi α va ishqalanish koeffitsiyentiga f bog'liqligini ko'rib chiqamiz. Bizni teng sharoitlarda α qamrov burchak o'zgarishining ta'siri haqidagi savol ham qiziqtiradi. (1) formuladan α burchakning ishqalanish koeffitsiyenti f ga bog'liqligini hisobiy aniqlash mumkin, natijalar 1-jadvalda keltirilgan.

1- jadval

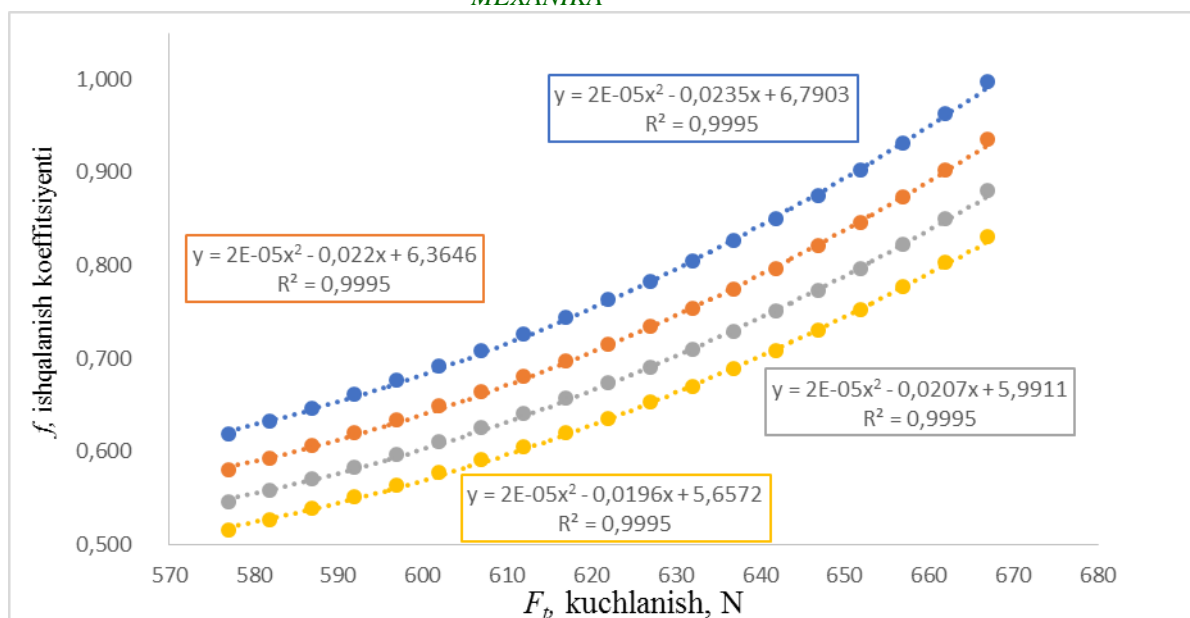
Burovchi moment va qamrov burchagining o'zgarishlarini ishqalanish koeffitsiyentiga bog'liqligi, yetaklovchi shkiv $d=125$ mm.

F_2	F_0	F_t	$\alpha = 150^\circ$	$\alpha = 160^\circ$	$\alpha = 170^\circ$	$\alpha = 180^\circ$
Burovchi moment T=45 Nm						
53	386,5	667	0,997	0,9348	0,8799	0,8309
58	389	662	0,963	0,9025	0,8495	0,8022
63	391,5	657	0,931	0,8728	0,8216	0,7758
68	394	652	0,902	0,8455	0,7959	0,7515
73	396,5	647	0,875	0,8201	0,7719	0,7289
78	399	642	0,85	0,7963	0,7496	0,7078
83	401,5	637	0,826	0,7741	0,7286	0,688
88	404	632	0,803	0,7531	0,7089	0,6694

MEXANIKA

93	406,5	627	0,782	0,7333	0,6903	0,6518
98	409	622	0,762	0,7145	0,6726	0,6351
103	411,5	617	0,743	0,6967	0,6558	0,6193
108	414	612	0,725	0,6797	0,6398	0,6042
113	416,5	607	0,708	0,6635	0,6246	0,5898
118	419	602	0,691	0,648	0,61	0,576
123	421,5	597	0,675	0,6331	0,596	0,5628
Burovchi moment T=90 Nm						
106	773	1334	0,997	0,9348	0,8799	0,8309
111	775	1329	0,98	0,9183	0,8644	0,8162
116	778	1324	0,963	0,9025	0,8495	0,8022
121	780,5	1319	0,947	0,8874	0,8353	0,7887
126	783	1314	0,931	0,8728	0,8216	0,7758
131	785,5	1309	0,916	0,8589	0,8085	0,7634
136	788	1304	0,902	0,8455	0,7959	0,7515
141	790,5	1299	0,888	0,8325	0,7837	0,74
146	793	1294	0,875	0,8201	0,7719	0,7289
151	795,5	1289	0,862	0,808	0,7606	0,7182
156	798	1284	0,85	0,7963	0,7496	0,7078
161	800,5	1279	0,838	0,785	0,739	0,6978
166	803	1274	0,826	0,7741	0,7286	0,688
171	805,5	1269	0,815	0,7634	0,7186	0,6786
176	808	1264	0,803	0,7531	0,7089	0,6694
Burovchi moment T=135 Nm						
159	1159,5	2001	0,997	0,9348	0,8799	0,8309
164	1162	1996	0,985	0,9237	0,8695	0,821
169	1164,5	1991	0,974	0,9129	0,8593	0,8115
174	1167	1986	0,963	0,9025	0,8495	0,8022
179	1169,5	1981	0,952	0,8923	0,84	0,7931
184	1172	1976	0,941	0,8825	0,8307	0,7844
189	1174,5	1971	0,931	0,8728	0,8216	0,7758
194	1177	1966	0,921	0,8635	0,8128	0,7675
199	1179,5	1961	0,912	0,8544	0,8042	0,7594
204	1182	1956	0,902	0,8455	0,7959	0,7515
209	1184,5	1951	0,893	0,8368	0,7877	0,7438
214	1187	1946	0,884	0,8283	0,7797	0,7363
219	1189,5	1941	0,875	0,8201	0,7719	0,7289
224	1192	1936	0,866	0,812	0,7643	0,7217
229	1194,5	1931	0,858	0,8041	0,7569	0,7147

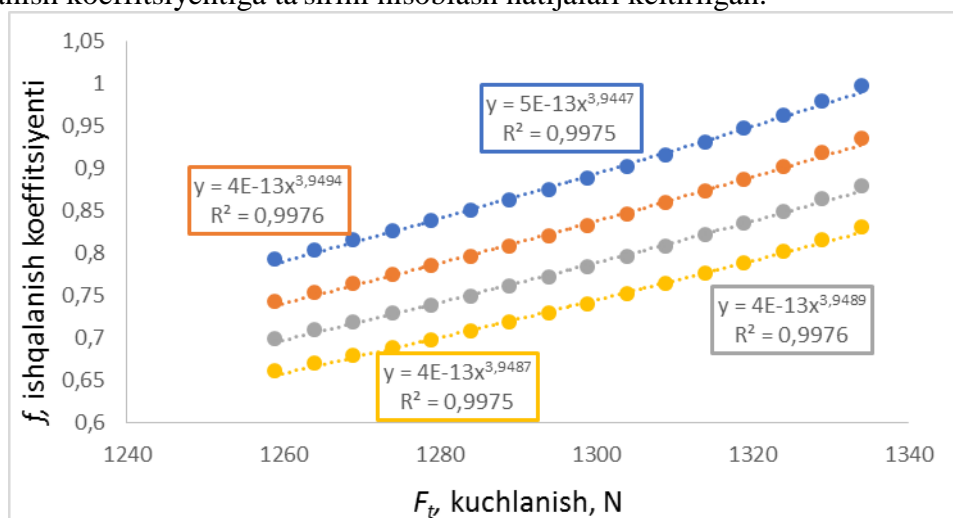
Olingan grafik bog'liqliklarning tahlili shuni ko'rsatadiki, har bir egri chiziq ma'lum bir qonuniyatni aks ettiradi va R^2 aproksimatsiyadagi bog'liqlik boyicha o'zgaradi. Agar qamrov burchagi $\alpha = 150^\circ$ bo'lganda F_t zaruriy yuklanishlar qiymatini 577 Nm dan 667 Nm oralig'ida qabul qilsak, u holda f ishqalanish koeffitsiyenti qiymati mos ravishda 0,675 dan 0,997 gacha o'zgaradi, shuningdek, α qamrov burchagini $150^\circ - 180^\circ$ gacha o'zgarishi f ishqalanish koeffitsiyentiga teskari proporsional ta'sir qiladi, ya'ni agar $F_t = 597 Nm$ bo'lganda f ishqalanish koeffitsiyentining qiymati 0,691 dan 0,562 gacha, $F_t = 667 Nm$ bo'lganda uning qiymati 0,997 dan 0,830 gacha o'zgaradi.



2-rasm. Burovchi momentni $T=45$ Nm bo'lganda qamrov burchagining o'zgarishini ishqalanish koeffitsiyentiga bog'liqligi, yetaklovchi shkiv $d=125$ mm.

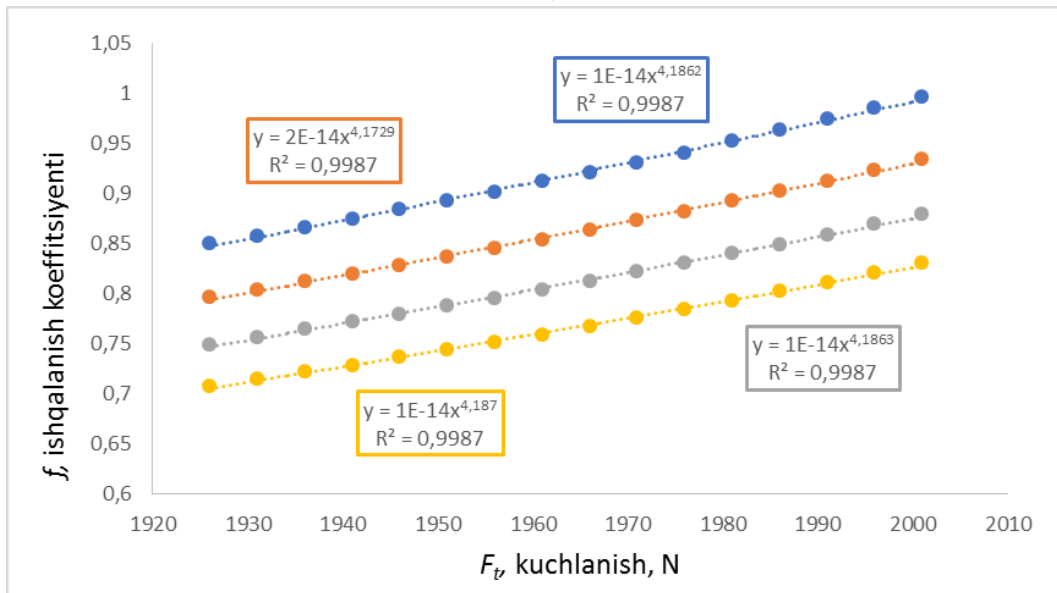
Agar $F_1/F_2 = e^{f\alpha}$ ekanligini hisobga olsak, α qamrov burchakning teng qiymatlarida f ishqalanish koeffitsiyentining qiymati F_t ga bog'liq bo'ladi.

1-jadvalda, burovchi moment qiymati 90 Nm dan 135 Nm ga o'zgarganda, shkiv diametri $d=125$ mm bo'lganda qamrov burchagini $\alpha = 150^\circ$ dan $\alpha = 180^\circ$ gacha o'zgarishini ishqalanish koeffitsiyentiga ta'sirini hisoblash natijalari keltirilgan.



3-rasm. Burovchi momentni $T=90$ Nm bo'lganda qamrov burchagining o'zgarishini ishqalanish koeffitsiyentiga bog'liqligi, yetaklovchi shkiv $d=125$ mm.

Hisob-kitob natijalari bo'yicha grafiklar qurildi (3-rasm.), ularning tahlili shuni ko'rsatadiki, qamrov burchagi α ning ortib borishi f ishqalanish koeffitsiyentiga kutilganidek teskari ta'sir qiladi. Barcha egri chiziqlar R^2 aproksimatsiyasidagi o'z qiymatlari va kattaliklariga ega. Agar qamrov burchagini $150^\circ \dots 180^\circ$ oralig'ida o'zgartirsak va bunda yuklanish $F_t = 1264$ Nm bo'lganda, mos ravishda, f ishqalanish koeffitsiyenti 0,803 dan 0,669 gacha va yuklanish $F_t = 1334$ Nm bo'lganda f -ishqalanish koeffitsiyenti 0,99 dan 0,83 gacha bo'ladi.



4-rasm. Burovchi momentni $T=135 \text{ Nm}$ bo'lganda qamrov burchagining o'zgarishini ishqalanish koeffitsiyentiga bog'liqligi, yetaklovchi shkiv $d=125 \text{ mm}$.

4-rasmda tasmaning qamrov burchagining o'zgarishini burovchi moment $T = 135 \text{ Nm}$ bo'lganda f -ishqalanish koeffitsiyentining qiymatiga ta'siri grafik bog'liqliklar ko'rinishida keltirilgan. Grafiklar EXCEL kompyuter dasturi yordamida qurilgan, grafiklardani egri chiziqlar aniqlik darajasi R^2 aproksimatsiyadagi bog'liqlik boyicha o'zgaradi. Qamrov burchagining o'zgarishlari kombinatsiyasini ko'rib chiqamiz, agar qamrov burchagi α 150° dan 180° gacha va foydali yuklanish F_t 1931 Nm dan 2001 Nm gacha o'zgarganda f -ishqalanish koeffitsiyenti ularning minimal qiymatlarida $f = 0,858$ va maksimal qiymatlarda $f = 0,83$ tashkil qiladi.

Hisob-kitob natijalarining tahlili nazariy asoslarga mos keladi, ya'ni tasmali uzatmalardagi qamrov burchagi, yuklanish va ishqalanish koeffitsiyenti mutanosibdir. Tizimning ushbu komponentlarini kombinatsiyasi tasmali uzatmalarining ratsional parametrlarini hisoblash va tanlash imkonini beradi. Bizni tasma va shkiv o'rtasidagi ishqalanish koeffitsiyentini o'zgartirish orqali yuklanishlarni oshirish masalasi qiziqtiradi. Ishqalanish koeffitsiyenti yuqori bo'lgan tasmali uzatmaning yangi konstruksiyasini ishlab chiqish bo'yicha tadqiqotlar olib borilmoqda.

Hulosa. Hisobiy natijalaridan ko'rinib turibdiki, α qamrov burchagi o'zgarishi f ishqalanish koeffitsiyentini, F_t foydali yuklanishni o'zgarishini hisobga olgan holda tavsiyalar ishlab chiqish mumkin. Amalda, buning uchun tasmani taranglash vositalaridan foydalaniladi. Bizni ishqalanish koeffitsiyentini maksimal darajada oshirish masalasi qiziqtiradi, bu esa o'z navbatida burovchi momentni yetaklovchi shkivdan yetaklanuvchi shkivga nisbatan kichikroq α qamrov burchagi bilan o'tkazish imkoniyatini beradi. Shu bilan birga, yassi tasmali uzatmalar yetaklovchi shkivdagi qamrov burchak $\alpha \geq 150^\circ$ bo'lgan hollarda yuqori ishqalanish koeffitsiyenti bilan ishlashi mumkin. Tasmali uzatma konstruksiyasida o'zaro ishqalanish koeffitsiyenti yuqori bo'lgan materiallardan foydalanish ishqalanish hisobiga qizish va yeyilish tufayli uning xizmat muddatini pasayishiga olib keladi.

ADABIYOTLAR

1. Krawiec, P., Warguła, Ł., Waluś, K.J., Gawrońska, E., Ságová, Z., Matijošius, J. Efficiency and Slippage in Draw Gears with Flat Belts (2022) Energies, 15 (23), статья № 9184, DOI: 10.3390/en15239184

МЕХАНИКА

2. Stehlikova B., Molnar V., Fedorko G., Michalik P., Paulikova A. / Research about influence of the tension forces, asymmetrical tensioning and filling rate of pipe conveyor belt filled with the material on the contact forces of idler rolls in hexagonal idler housing // (2020) Journal of the International Measurement Confederation, DOI: 10.1016/j.measurement.2020.107598.
3. Hamasaki Y. / Energy saving technology of flat belts: Meandering control of belts. // (2018) Toraibarojisuto/Journal of Japanese Society of Tribologists, 63 (8), pp. 532 - 538.
4. Choudhury P., Kumar R., Singh S. / Power Loss Optimization in a Flat Belt Drive. // (2022) Advances in Manufacturing Technology: Computational Materials Processing and Characterization, pp. 121 - 133, DOI: 10.1201/9781003203681-17
5. Zhang W., Wang C., Zhang F. / The performance analysis and research about a type of new tubular belt // (2013) Key Engineering Materials, 561, pp. 255 – 259. DOI: 10.4028/www.scientific.net/KEM.561.255
6. Биргер И.А., Мавлютов Р.Р. Сопротивление материалов.– М.: Наука, 1986.– 560 с.
7. Феодосьев В.Н. Сопротивление материалов. – М.: Наука, 1979. – 560 с.
8. Pozhbelko V.I. / Limiting traction of flat-, round-, and V-belt transmissions // (2015) Russian Engineering Research, 35 (6), pp. 403 – 406. DOI: 10.3103/S1068798X15060155.
9. Prasad D., Cassenti B.N. / Development and validation of a model for flat belt tracking in pulley drive systems. // (2012) Journal of Dynamic Systems, Measurement and Control, Transactions of the ASME, 134 (1). DOI: 10.1115/1.4005280.
10. Wasfy T.M., Yildiz C., Wasfy H.M., Peters J.M. / Effect of Flat Belt Thickness on Steady-State Belt Stresses and Slip. // (2016) Journal of Computational and Nonlinear Dynamics, 11 (5), DOI: 10.1115/1.4032383.
11. Седов Л.И. Механика сплошной среды. том II. Учебник. – М.: Наука, 1976. 574 с.
12. Дмитриев В.А. Детали машин. – Ленинград: Судостроение, 1970. 241 с.
13. Белов М.И. / К расчёту ремённой передачи // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2017. № 5 (38). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/4815>
14. Krawiec P. / Analysis of selected dynamic features of a two-wheeled transmission system. // (2017) Journal of Theoretical and Applied Mechanics (Poland), 55 (2), pp. 461 - 467. DOI: 10.15632/jtam-pl.55.2.461.
15. Юнусов Салохиддин Зуннунович, Кенжаев Сирожиддин Нематуллаевич, & Махмудова Шахноза Абдувалиевна (2024). РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ГЕОМЕТРО-КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПЛОСКОРЕМЕННОЙ ПЕРЕДАЧИ С СОСТАВНЫМ ШКИВОМ. Universum: технические науки, 1 (1 (118)), 56-63.
16. Kenjayev, S., Yunusov, S., Abdurakhimov, M., & Ahmedova, D. (2023). Influencing engagement angle on power parameters in flat-belt gears. In E3S Web of Conferences (Vol. 401, p. 05005). EDP Sciences
UDK 621.83.06

PAST BOSIMLI OQIMLARGA MO'LJALLANGAN MIKROGESNING DINAMIK VA MATEMATIK MODELLARINI TUZISH

Turdaliyev Voxidjon Maxsudovich
NamMQI, t.f.d., professor, vox-171181@mail.ru

Xakimov O'tkirbek Akramovich
NamMQI, t.f.d. (PhD), hakimov.utkirbek1990@mail.ru

Annotatsiya. Ushbu maqolada past bosimli oqimlarga mo'ljallangan MikroGESning dinamik va matematik modellari hamda nazariy tadqiqotlarda suv g'ildiragining o'zgarish qonuniyatlarini ifodalab beruvchi tenglamalar keltirilgan. Gidroagregatda harakatni uzatuvchi val tezligining tebranish qamrovini ortib ketishi bilan generatorga uzatilayotgan energiyaning o'zgarish oralig'i ham ortib borishini aniqlab beruvchi ifoda ishlab chiqilgan.

Annotation. This article presents dynamic and mathematical models of Microhydroelectric power plants designed for low-pressure flows, as well as equations expressing changes in the water wheel in theoretical studies. An expression has been developed that determines that the range of energy transmitted to the generator increases with increasing range of vibration of the speed of the drive shaft in the hydraulic unit.

Аннотация. В данной статье представлены динамическая и математическая модели МикроГЭС, рассчитанные на потоки низкого давления, а также уравнения, выражающие изменения в водяном колесе в теоретических исследованиях. Разработано выражение, определяющее, что диапазон передаваемой на генератор энергии увеличивается с увеличением диапазона вибрации скорости ведущего вала в гидроагрегате.

Kalit so'zlar: MikroGES, energiya, past bosim, oqim, suv, g'ildirak, burovchi moment, aylanishlar soni, FIK.

Keywords: Micro hydroelectric power station, energy, low head, currents, water, wheel, torque, speed, efficiency.

Ключевые слова: МикроГЭС, энергия, низконапор, течения, вода, колесо, крутящий момент, число оборот, КПД.

KIRISH. So'nggi bir necha yillarda butun dunyo bo'yicha turli xil o'zi tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish sezilarli darajada ortib bormoqda. Shu jumladan, tabiiy oqayotgan suv oqimlaridan energiya olishga mo'ljallangan, tannarxi nisbatan arzon, sodda konstruksiyasiga ega, foydali ish koeffitsiyenti (FIK) yuqori bo'lgan, ekologiyaga zarar keltirmaydigan gidroagregat konstruksiyalarini yaratish hozirgi kunda dunyo olimlarini diqqat markazida bo'lmoqda.

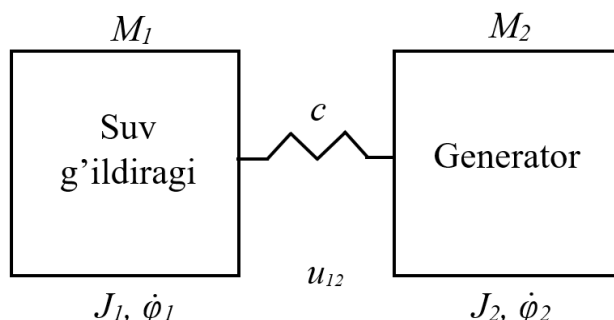
Gidroenergetika umumiy energetika tizimining muhim qismidir va qayta tiklanadigan energiya manbalariga tegishlidir. Shu sababli, hozirgi kunda ushbu sohaga yangi texnika va texnologiyalarni olib kirish bo'yicha olimlar tomonidan qizg'in tadqiqotlar olib borilmoqda. Shuning uchun gidroturbinalarning yangi, takomillashgan konstruksiyalari GESlarda joriy etilmoqda [1].

Odatda, murakkab tuzilishga ega bo'lmagan gidroenergetik mashinalar gidroturbina va generatoridan tashkil topadi. Energetika tarmog'ida ham boshqa ishlab chiqarish tarmoqlari kabi eng muhim omillar texnologik jarayonlarni optimallashtirish, ishonchlilik, chidamlilik va samaradorlikni ta'minlash, energiya va resurstejamkorlikka erishish hisoblanadi. Yuqoridagi sanab o'tilganlarni ta'minlaydigan asosiy obyektlar mashinalar, qurilmalar va mexanizmlar sanaladi. Ishlab chiqarishning har bir sohasida turli xil mashinalar turli maqsadlarda foydalaniladi [2].

MEXANIKA

Tadqiq etilayotgan gidroagregatimizni bir-biri bilan qayishqoq bog‘langan ikki massali mashina agregati sifatida qaraymiz. Bunda qayishqoq bo‘g‘in (zanjir)ning bir tomonida suv g‘ildiragi, ikkinchi tomonida esa generator joylashgan. Uning dinamik modelini shartli ravishda 1-rasmda keltirilgan sxema ko‘rinishida tasvirlash mumkin.

METODLAR. Bunday dinamik modelni harakatini ikkita differensial tenglama orqali ifodalash mumkin [3; 51-b., 4; 69-72-b., 5; 201-b.]. Ya’ni, birinchi differensial tenglama suv g‘ildiragining harakatini ifodalasa, ikkinchisi generatorning harakatini ifodalaydi.



1-rasm. Gidroagregatning ikki massali dinamik modeli

Suv g‘ildiragining harakatini ifodalovchi differensial tenglama quyidagicha

$$J_1 \ddot{\varphi}_1 + (\varphi_1 - u_{12} \varphi_2) c = M_1, \quad (1)$$

bunda J_1 –suv g‘ildiragidagi massalarning keltirilgan inersiya momenti, kgm^2 ; $\ddot{\varphi}_1$ –suv g‘ildiragining burchak tezlanishi, rad/s^2 ; φ_1 –suv g‘ildiragining burilish burchagi, rad; φ_2 –generator valining burilish burchagi, rad; u_{12} –zanjirli uzatmaning uzatishlar soni; c –zanjirning bikirlik koeffitsiyenti, Nm/rad ; M_1 –suv g‘ildiragi validagi burovchi moment, Nm.

Generatorning harakatini ifodalovchi differensial tenglama quyidagicha

$$J_2 \ddot{\varphi}_2 - (\varphi_1 - u_{12} \varphi_2) c = -M_2, \quad (2)$$

bunda J_2 –generatoridagi massalarning keltirilgan inersiya momenti, kgm^2 ; M_2 –generator validagi burovchi moment, Nm.

(1) differensial tenglamani φ_2 ga nisbatan yechamiz

$$\varphi_2 = \frac{J_1 \ddot{\varphi}_1}{u_{12} c} + \frac{\varphi_1}{u_{12}} - \frac{M_1}{u_{12} c}. \quad (3)$$

(3) tenglamani ikki marta differensiallab tezlik va tezlanishlarni aniqlaymiz, ular quyidagicha

$$\frac{d\varphi_2}{dt} = \frac{J_1}{cu_{12}} \frac{d^3\varphi_1}{dt^3} + \frac{1}{u_{12}} \frac{d\varphi_1}{dt} - \frac{1}{cu_{12}} \frac{dM_1}{dt} \quad (4)$$

$$\frac{d^2\varphi_2}{dt^2} = \frac{J_1}{cu_{12}} \frac{d^4\varphi_1}{dt^4} + \frac{1}{u_{12}} \frac{d^2\varphi_1}{dt^2} - \frac{1}{cu_{12}} \frac{d^2M_1}{dt^2} \quad (5)$$

Yuqoridagi (3) va (5) tenglamalardan foydalanib, (2) ifodani quyidagi ko‘rinishda yozamiz:

$$\frac{J_1 J_2}{cu_{12}} \frac{d^4\varphi_1}{dt^4} + (J_1 + \frac{J_2}{u_{12}}) \frac{d^2\varphi_1}{dt^2} = M_1 + \frac{J_2}{cu_{12}} \frac{d^2M_1}{dt^2} - M_2. \quad (6)$$

MEXANIKA

Suv g'ildiragining mexanik harakteristikasini quyidagicha ifodalab olamiz

$$M_1 = a - b \frac{d\varphi_1}{dt} = a - b\omega_1, \quad (7)$$

bunda $\frac{d\varphi_1}{dt} = \omega_1$ – suv g'ildiragining burchak tezligi, rad/s; a – suv g'ildiragining dastlabki burchak tezligi, rad/s; b – suv g'ildiragining dastlabki burchak tezlanishi, rad/s².

Endi, (6) tenglamani quyidagicha yozish mumkin

$$\frac{J_1 J_2}{cu_{12}} \frac{d^3 \omega_1}{dt^3} + \frac{J_2 b}{cu_{12}} \frac{d^2 \omega_1}{dt^2} + \left(J_1 + \frac{J_2}{u_{12}} \right) \frac{d\omega_1}{dt} + b\omega_1 = a - M_2. \quad (8)$$

Shunday qilib, suv g'ildiragining harakati uchinchi tartibli tenglama bilan ifodalanar ekan, bunda o'tish jarayonida burchak tezlikning tebranishi kuzatiladi.

(8) differensial tenglamaning xarakteristik tenglamasini quyidagicha yozamiz:

$$\frac{J_1 J_2}{cu_{12}} p^3 + \frac{J_2 b}{cu_{12}} p^2 + \left(J_1 + \frac{J_2}{u_{12}} \right) p + b = 0 \quad (9)$$

Harakat uzatish davrida tebranishlarni so'nish holati kuzatiladi. Tadqiq etilayotgan dinamik modelni dinamik barqaror deb qarab Raus-Gurvits usulini qo'llaymiz.

NATIJARLAR. Ushbu usulga ko'ra, differensial tenglamadan olingan xarakteristik tenglamaning barcha ildizlari manfiy bo'lsa, dinamik tizim barqaror hisoblanadi. Xarakteristik tenglama ildizlarining ishoralarini aniqlash xarakteristik tenglama koeffitsiyentlaridan tuzilgan determinantlar orqali amalga oshiriladi. Ya'ni determinantni quyidagicha yozamiz

$$D_2 = \begin{vmatrix} \frac{J_2 b}{cu_{12}} & b \\ \frac{J_1 J_2}{cu_{12}} & \left(J_1 + \frac{J_2}{u_{12}} \right) \end{vmatrix}.$$

Dinamik barqaror tizimlarda birinchi koeffitsiyent noldan katta bo'lgan holatda uning determinanti musbat bo'ladi. Tadqiq etilayotgan holat uchun determinant quyidagiga teng.

$$D_2 = \frac{J_2 b}{cu_{12}} \left(J_1 + \frac{J_2}{u_{12}} \right) - \frac{J_1 J_2}{cu_{12}} b = \frac{J_2^2 b}{cu_{12}^2} > 0. \quad (10)$$

Tadqiqotlarimizda generatorning burchak tezligini ($\omega_2 = \text{const}$) o'zgarimas deb qaraymiz, u holda massalarning burilish burchaklari va burchak tezliklari orasidagi munosabatlarni quyidagicha yozamiz [6; 46-b.]

$$\varphi_1 - u_{12} \omega t = \Delta \varphi; \quad (11)$$

$$\dot{\varphi}_1 - u_{12} \omega = \Delta \dot{\varphi}; \quad (12)$$

$$\ddot{\varphi}_1 = \Delta \ddot{\varphi}; \quad (13)$$

bunda $\Delta \varphi$ – zanjirning deformatsiyasi natijasida qo'shimcha burilish burchagi, rad.

(12) va (13) ni inobatga olib (2) tenglamani quyidagicha yozamiz

$$J_2 \ddot{\Delta \varphi} + c \Delta \varphi = M_2. \quad (14)$$

(14) tenglamani yechimi quyidagicha:

$$\Delta \varphi = \frac{M_2}{c} + C_1 \cos \sqrt{\frac{c}{J_2}} t + C_2 \sin \sqrt{\frac{c}{J_2}} t, \quad (15)$$

bunda C_1 va C_2 —o'zgarmas koeffitsiyentlar.

Boshlang'ich shartlar ya'ni, $t=0$ bo'lganda $\Delta\varphi = 0$, $\Delta\dot{\varphi} = 0$, $\Delta\ddot{\varphi} = 0$ bo'ladi. U holda

$$C_1 = -\frac{M_2}{c}. \quad (16)$$

C_1 ning qiymatini (15) tenglamaga qo'ysak

$$\Delta\varphi = \frac{M_2}{c} \left(1 - \cos \sqrt{\frac{c}{J_2}} t \right) + C_2 \sin \sqrt{\frac{c}{J_2}} t. \quad (17)$$

(17) tenglamani differensiallab quyidagini olamiz

$$\Delta\dot{\varphi} = \frac{M_2}{c} \sqrt{\frac{c}{J_2}} \sin \sqrt{\frac{c}{J_2}} t + C_2 \sqrt{\frac{c}{J_2}} \cos \sqrt{\frac{c}{J_2}} t. \quad (18)$$

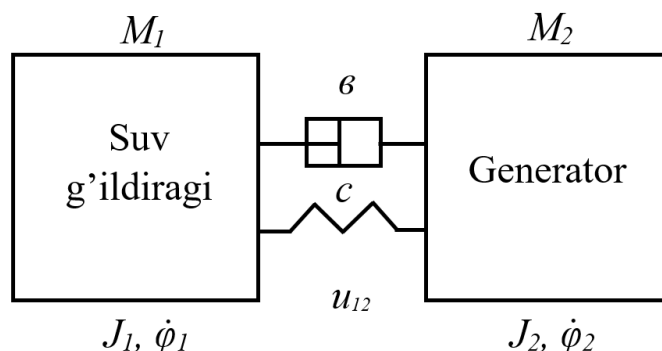
Boshlang'ich shartlarni inobatga olsak,

$$C_2 = 0. \quad (19)$$

Demak, o'zgarmas koeffitsiyentlar C_1 va C_2 qiymatlarini inobatga olib quyidagini yozamiz.

$$\Delta\varphi = \frac{M_2}{c} \left(1 - \cos \sqrt{\frac{c}{J_2}} t \right) \quad (20)$$

Shunday qilib, tadqiq etilayotgan dinamik modelda zanjir hisobiga amplitudasi $\frac{M_2}{c}$ va chastotasi $\sqrt{\frac{c}{J_2}}$ bo'lgan garmonik tebranish sodir bo'ladi. Bunday harakatlarda albatta tizimdagi so'nishlarni ham inobatga olish zarur. Tebranishlarning so'nishlari dempferlash koeffitsiyenti orqali ifodalanadi. Shuning uchun sistemaning dinamik modelini quyidagi ko'rinishda ifodalaymiz (2-rasm).



2-rasm. Sistemaning dinamik modeli

U holda massalarning harakat qonunlarini quyidagicha yozish mumkin

$$\begin{cases} J_1 \ddot{\varphi}_1 + b(\dot{\varphi}_1 - u_{12} \dot{\varphi}_2) + c(\varphi_1 - u_{12} \varphi_2) = M_1 + \Delta M_1 \sin \omega t \\ J_2 \ddot{\varphi}_2 - b(\dot{\varphi}_1 - u_{12} \dot{\varphi}_2) - c(\varphi_1 - u_{12} \varphi_2) = -M_2 \end{cases}, \quad (21)$$

bunda b — dempferlash koeffitsiyenti, Nms/rad.

MUNOZARA. Agar (12), (13) va (14) tengliklarni hamda generatorning burchak tezligini o'zgarmas deb qarasaq, u holda (21) tenglamalar sistemasini quyidagicha yozish mumkin

MEKANIKA

$$\begin{cases} J_1 \Delta \ddot{\varphi} + \epsilon \Delta \dot{\varphi} + c \Delta \varphi = M_1 + \Delta M_1 \sin \omega t \\ -\epsilon \dot{\varphi} - c \Delta \varphi = -M_2 \end{cases} \quad (22)$$

(22) tenglamalar sistemasidan quyidagini yozamiz:

$$J_1 \Delta \ddot{\varphi} = M_1 + \Delta M_1 \sin \omega t - M_2 \quad (23)$$

(23) tenglikning ikki tomonini J_1 ga bo'lib quyidagini hosil qilamiz:

$$\Delta \ddot{\varphi} = \frac{M_1}{J_1} + \frac{\Delta M_1}{J_1} \sin \omega t - \frac{M_2}{J_1} \quad (24)$$

(24) tenglikni bir marta integrallab quyidagini hosil qilamiz

$$\Delta \dot{\varphi} = \frac{M_1}{J_1} t - \frac{\Delta M_1}{J_1 \omega} \cos \omega t - \frac{M_2}{J_1} t + C_1 \quad (25)$$

Agar boshlang'ich shartlarga ko'ra $t = 0$ va $\Delta \varphi = 0$ bo'lsa, u holda

$$C_1 = \frac{\Delta M_1}{J_1 \omega} \quad (26)$$

(26) tenglikni inobatga olsak, u holda (25) tenglama quyidagicha ko'rinish oladi

$$\Delta \dot{\varphi} = \frac{M_1}{J_1} t - \frac{\Delta M_1}{J_1 \omega} \cos \omega t - \frac{M_2}{J_1} t + \frac{\Delta M_1}{J_1 \omega} \quad (27)$$

(27) tenglamani inobatga olib, (12) ifodadan suv g'ildiragining burchak tezligini quyidagicha aniqlaymiz

$$\dot{\varphi}_1 = u_{12} \omega_2 + \frac{M_1}{J_1} t - \frac{\Delta M_1}{J_1 \omega} \cos \omega t - \frac{M_2}{J_1} t + \frac{\Delta M_1}{J_1 \omega} \quad (28)$$

Olingan (28) ifodani sonli yechimini amalga oshirish orqali suv g'ildiragining harakat qonunlarini aniqlash mumkin.

XULOSA. Ushbu maqolada past bosimli oqimlarga mo'ljallangan gidromashinalar uchun dinamik va matematik model tuzilgan. Yuqoridagi matematik ifodalarni yechish orqali gidromashinalarning energetik balanslarini va parametrlarining o'zgarish qonuniyatlarini aniqlash mumkin bo'ladi.

ADABIYOTLAR

1. Турдалиев В.М., Ҳақимов Ў.А. Паст босимли оқимларга мўлжалланган гидроагрегат юритмаларининг рационал конструкцияларини танлаш // ФарПИ илмий-техник журнали. – Фарғона, 2022. – №5. – Б. 218-222.
2. Турдалиев В.М., Ҳақимов Ў.А., Ўктамов С.М., Рахимбердиев Д.Т. МикроГЭСнинг тажрибавий усулда тадқиқ этиш ва сув ғилдирагининг фойдали иш коэффициентини аниқлаш // Механика ва технология илмий журнали. – Наманган, 2022. – №3. – Б. 38-46.
3. Джураев А. Ротационные механизмы технологических машин с переменными передаточными отношениями. –Т.: Мехнат, 1990. -227 с.
4. Джураев А., Турдалиев В. Тармоқланувчи машина агрегати динамик таҳлили // Тўқимачилик муаммолари. –Тошкент, 2010. - №4. 69-72 б.
5. Жўраев А.Ж. ва бошқ. Машина ва механизмлар назарияси. –Т.: Гофур Гулом, 2004. -408-б.
6. Джураев А. Динамика рабочих механизмов хлопкоперерабатывающих машин. – Ташкент: ФАН, 1987. – 168 с.

РЕШЕНИЯ КОНТАКТНЫХ ЗАДАЧ ВАЛКОВОГО ОТЖИМА КОЖИ

Хуррамов Шавкат Рахматуллаевич

Ташкентский архитектурно-строительный университет, профессор,
доктор технических наук, доцент, E-mail: savkat_xurramov59@mail.ru,

Аннотация. Статья посвящена решению контактных задач валкового отжима кожевенного полуфабриката после красильно-жировальных операций. С применением гипотезы о постоянстве соотношении скоростей деформирования контактирующихся тел разработаны математические модели формы кривых контакта валков. Получены математические модели распределения нормальных напряжений по кривым контакта валков и аппроксимированы более упрощенными эмпирическими зависимостями. С использованием математических моделей формы кривых контакта валков, распределения нормальных напряжений и напряжений трения получены математические модели распределения касательных напряжений.

Abstract. The study is devoted to solving contact problems of roller squeezing of semi-finished leather products after dyeing and fat-liquoring operations. Mathematical models of the shape of roll contact curves were developed using the hypothesis of a constant ratio of strain rates of contacting bodies. Mathematical models of the distribution of normal stresses along the roll contact curves were obtained and approximated by more simplified empirical dependencies. Using mathematical models of the shape of roll contact curves and the distribution of normal stresses and friction stresses, mathematical models of the distribution of shear stresses were obtained.

Annotatsiya. Maqola charm yarim mahsulotini bo'yash-moylash jarayonlaridan keyingi valli siqishning kontaktli masalalarini yechishga bag'ishlangan. Kontaklashuvchi jismlar deformatsiyalanish tezliklari nisbatining o'zgarishligi haqidagi gipotezani qo'llagan holda vallar kontakt egri chiziqlari shakllarining matematik modellari ishlab chiqilgan. Normal kuchlanishlarning kontakt egri chiziqlari bo'ylab taqsimotining matematik modellari olingan va soddaroq empirik bog'lanishlar bilan approksimatsiyalangan. Kontakt egri chiziqlari shakllari, normal kuchlanishlar taqsimoti va ishqalanish kuchlanishlarining matematik modellarini qo'llagan holda urinma kuchlanishlar taqsimotining matematik modellari olingan.

Ключевые слова: валковые машины, кожевенный полуфабрикат, отжим кожи, контактные задачи, гидравлические задачи, кривые контакта, форма кривых контакта, нормальные напряжения, касательные напряжения, распределения контактных напряжений, контактные углы, нейтральный угол.

Keywords: roller machines, semi-finished leather product, leather squeezing, contact problems, hydraulic problems, contact curves, shape of contact curves, normal stresses, shear stresses, contact stress distributions, contact angles, neutral angle.

Kalit so'zlar: valli mashinalar, charm yarim mahsuloti, charmni siqish, kontaktli masalalar, gidravlik masalalar, kontakt egri chiziqlari, kontakt egri chiziqlari shakli, normal kuchlanishlar, urinma kuchlanishlar, kontakt kuchlanishlari taqsimoti, kontakt burchaklari, neytral burchak.

Введение

Технология обработки различных материалов с применением валковых машин широко применяется во многих отраслях промышленности. Например, парк оборудованный для механической обработки кожевенного полуфабриката состоит в основном из валковых машин. Среди них можно выделить валковые машины для отжима

влаги из кожевенного полуфабриката (после дубления или после красильно-жировальных операций) [1].

Любой технологический процесс в валковых машин, в том числе отжим кожи, осуществляются в их основном рабочей части – в валковом модуле, в результате контактного взаимодействия кожи с парами валков. При этом кожа сжимается и изменяется ее влажность. В связи с этим в процессе валкового отжима кожи одновременно происходит явление контактного взаимодействия и явление фильтрации влаги. Следовательно, для моделирования валкового отжима кожи возникает необходимость совместного решения двух типа задач: первая – контактное взаимодействие в валковом модуле (контактные задачи); вторая – фильтрации влаги в коже (гидравлические задачи) [2].

Данная работа посвящена к решению контактных задач валкового отжима кожи (кожевенного полуфабриката после красильно-жировальных операций). Основными контактными задачами валкового отжима кожи являются математическое моделирование формы кривых контакта валков и математическое моделирование распределения контактных нормальных и касательных напряжений [2].

Материалы и методы

Согласно [1], валковые модули кожевенных отжимных машин в основном имеют симметричный вид.

Рассматриваем симметричный валковый модуль, в котором кожа (слой кожи) с толщиной δ_1 , взаимодействуют с приводными валками, имеющее радиус R и эластичное покрытие из технического сукна с толщиной H . На рис. 1 представлена верхняя часть валкового модуля относительно линии симметрии.

В рассматриваемом валковом модуле кривая контакта валка (каждого) состоит из двух зон. На первой зоне кожа и сукно сжимаются. Поэтому первая зона имеет криволинейную форму. В связи с тем, что кожевенный полуфабрикат в стадии отжима

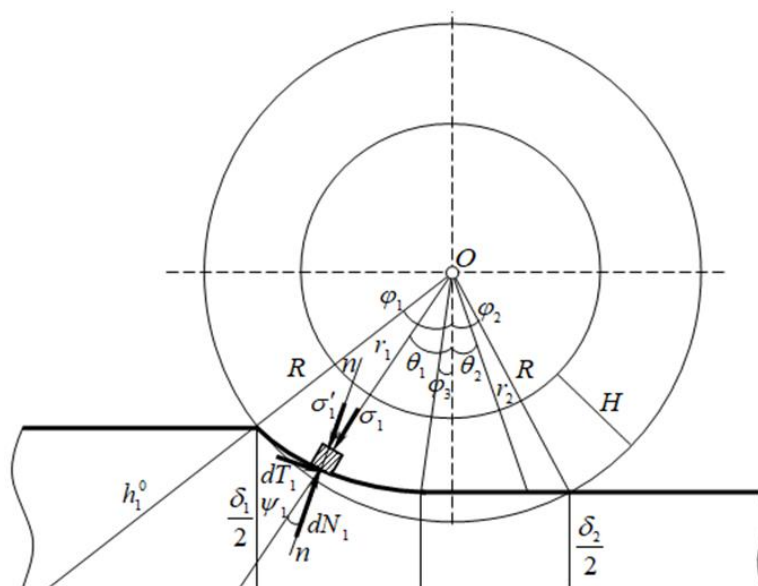


Рис.1. Схема контактного взаимодействия в валковом модуле

после красильно-жировальных операций имеет равномерную и тонкую толщину, на второй зоне она не будет (не успевает) восстанавливать деформацию, полученное на первой зоне. Поэтому вторая зона имеет прямолинейную форму.

В процессе отжима, вследствие действия реактивных сил, точка максимальной

МЕХАНИКА

деформации кожи (точка, разделяющая первой и второй участки) будет смещена от линии центров в сторону входа кожи в зону контакта [2].

Поэтому, имеем

$$-\varphi_1 \leq \theta_1 \leq -\varphi_3, \quad -\varphi_3 \leq \theta_2 \leq \varphi_2,$$

или

$$-\varphi_1 + \varphi_3 \leq \theta_1 + \varphi_3 \leq 0, \quad 0 \leq \theta_2 + \varphi_3 \leq \varphi_2 + \varphi_3, \quad (1)$$

где θ_1, θ_2 – полярные углы первой и второй зоны, φ_1, φ_2 – углы контакта (захвата и выхода), φ_3 – угол, разделяющий первой и второй зоны.

Решения двух контактных задач валкового отжима кожи, в полярных координатах с полюсом в центре вала, может быть выражена с помощью трех моделей

$$r_i = r_i(\theta_i + \varphi_3), \quad n_i = n_i(\theta_i + \varphi_3), \quad t_i = t_i(\theta_i + \varphi_3), \quad i = 1, 2,$$

где i – индекс, означающий номер зоны; r_i, θ_i – радиус вектор и полярный угол; n_i, t_i – нормальная и касательная напряжения в точке i – й зоны.

Контактное взаимодействие деформируемого материала с валкой, имеющей эластичное покрытие, можно рассматривать по аналогии с качением эластичного колеса по деформируемому грунту [2,3].

В теории качения колеса при аналитическом описании формы линии контакта принимает гипотезу о постоянстве соотношении скоростей деформирования колеса и грунта [4,5].

Принимая эту гипотезу, то есть, считая постоянным соотношение скоростей относительных деформаций сукна и кожи при сжатии, для криволинейной зоны кривого контакта вала, имеем.

$$\frac{d\varepsilon_1}{dt} = \gamma_1, \quad \gamma_1 = const. \quad (2)$$

Отсюда получаем

$$\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_1^*} = \gamma_1. \quad (3)$$

Результаты

Из рисунка 1 следует, что

$$\varepsilon_1 = \frac{R - r_1}{H}, \quad \varepsilon_1^* = \frac{2 \cos(-\varphi_1 + \varphi_3)}{\delta_1} \left(r_1 - R \frac{\cos(-\varphi_1 + \varphi_3)}{\cos(\theta_1 + \varphi_3)} \right). \quad (4)$$

Тогда из равенства (4) с учетом выражения (5), имеем

$$R - r_1 = \frac{2H \cos(-\varphi_1 + \varphi_3) \gamma_1}{\delta_1} \left(r_1 - R \frac{\cos(-\varphi_1 + \varphi_3)}{\cos(\theta_1 + \varphi_3)} \right). \quad (5)$$

Решив равенства (5) относительно r_1 , получим уравнению криволинейной зоны кривого контакта вала

$$r_1 = \frac{R}{1 + m_1 \gamma_1} \left(1 + m_1 \gamma_1 \frac{\cos(-\varphi_1 + \varphi_3)}{\cos(\theta_1 + \varphi_3)} \right), \quad -\varphi_1 + \varphi_3 \leq \theta_1 + \varphi_3 \leq 0, \quad (6)$$

где $m_1 = \frac{2H \cos(-\varphi_1 + \varphi_3)}{\delta_1}$.

По аналогии с формулой (6) напишем уравнению прямолинейной зоны кривого

контакта

$$r_2 = \frac{R}{1 + m_2 \gamma_2} \left(1 + m_2 \gamma_2 \frac{\cos(\varphi_2 + \varphi_3)}{\cos(\theta_2 + \varphi_3)} \right).$$

При этом γ_2 стремится к бесконечности, поскольку для второй зоны $\varepsilon_2^* = 0$.

Тогда имеем

$$r_2 = R \frac{\cos(\varphi_2 + \varphi_3)}{\cos(\theta_2 + \varphi_3)}, \quad 0 \leq \theta_2 + \varphi_3 \leq \varphi_2 + \varphi_3. \quad (7)$$

Формулу (7) можно получить непосредственно из рисунка 1.

Когда $\theta_1 + \varphi_3 = \theta_2 + \varphi_3 = 0$ имеет место равенства (рис. 1)

$$r_1(0) = \frac{R_1}{1 + m\gamma} (1 + m\gamma \cos(-\varphi_1 + \varphi_3)) = R \cos(\varphi_2 + \varphi_3) = r_2(0),$$

Преобразуя последнего, находим выражению, позволяющей определить величину φ_3 :

$$\varphi_3 = \frac{2H\gamma_1\varphi_1^2 - (\delta_1 + 2H\gamma_1)\varphi_2^2}{2(2H\gamma_1\varphi_1 + (\delta_1 + 2H\gamma_1)\varphi_2)}. \quad (8)$$

Отсюда, с учетом условию $\varphi_3 \geq 0$, можно найти условию для угла φ_2 :

$$\varphi_2 \leq \sqrt{\frac{2H\gamma_1}{\delta_1 + 2H\gamma_1}} \varphi_1, \quad (9)$$

Угол захвата φ_1 оценивается условием захвата [2] и ее предельное значение определяется по формуле

$$\varphi_1 = \arctg f, \quad (10)$$

где f – коэффициент трения кожи о поверхности сукна при ее захвате.

Таким образом, формулы (6) и (7) определяют математическую модель формы кривого контакта валка в валковом модуле отжима кожи. Из них следует, что основными показателями математических моделей формы кривого контакта валка являются величины φ_1 , φ_2 , φ_3 , m , а также γ_1 . Из выражений (8)-(10) следует, что величины φ_1 , φ_2 , φ_3 и m в свою очередь зависят от геометрических параметров кожи, сукна и валка, а также коэффициента трения между кожей и сукна. А величина γ_1 определяется в первую очередь деформационными свойствами кожи и сукна.

Согласно [6, 7], кожа и сукна формализуются как сплошные среда со свойствами упругости, вязкости и пластичности и описываются реологическими моделями Кельвина – Фойгта:

$$\sigma_1^* = E_1^* \varepsilon_1^* + \mu_1^* \frac{d\varepsilon_1^*}{dt}, \quad \sigma_1 = E_1 \varepsilon_1 + \mu_1 \frac{d\varepsilon_1}{dt}, \quad (11)$$

где σ_1^* , ε_1^* , E_1^* , μ_1^* – напряжения, деформация, модули упругости и вязкости кожи при сжатии, σ_1 , ε_1 , E_1 , μ_1 – напряжения, деформация, модули упругости и вязкости сукна при сжатии.

Для любой точки криволинейной зоны имеют место соотношения:

$$\Delta r_1 + \Delta h_1 = \Delta l_1, \quad (12)$$

где

$$\varepsilon_1 = \frac{1}{H} \Delta r_1, \quad \varepsilon_1^* = \frac{m_1}{H} \Delta h_1, \quad \Delta l_1 = l_1^0 - l_1. \quad (13)$$

С учетом зависимостей (2) и (12) из равенства (13) находим

МЕХАНИКА

$$\varepsilon_1 = \frac{m_1 \gamma_1}{H(1 + m_1 \gamma_1)} \Delta l_1, \quad \varepsilon_1^* = \frac{1}{H(1 + m_1 \gamma_1)} \Delta l_1. \quad (14)$$

Аналогично, имеем

$$\frac{d\varepsilon_1}{dt} = \frac{m_1 \gamma_1}{H(1 + m_1 \gamma_1)} \frac{dl_1}{dt}, \quad \frac{d\varepsilon_1^*}{dt} = \frac{1}{H(1 + m_1 \gamma_1)} \frac{dl_1}{dt}. \quad (15)$$

В точках кривого контакта вала деформация контактирующих тел будет происходить по нормали $n-n$. Поэтому в каждой точке криволинейной зоны выполняется условие $\frac{\sigma_1}{\cos \psi_1} = \frac{\sigma_1^*}{\cos \psi_1}$, где ψ_1 – угол между радиусом r_1 и нормалью $n-n$.

Отсюда, имеем $\sigma_1 = \sigma_1^*$ или с учетом зависимостей (11)

$$E_1 \varepsilon_1 + \mu_1 \frac{d\varepsilon_1}{dt} = E_1^* \varepsilon_1^* + \mu_1^* \frac{d\varepsilon_1^*}{dt}. \quad (16)$$

С учетом выражений (14) и (15) из равенства (16) получим

$$\gamma_1 = \frac{E_1 \Delta l_1 + \mu_1 \frac{dl_1}{dt}}{E_1^* \Delta l_1 + \mu_1^* \frac{dl_1}{dt}}. \quad (17)$$

Из рисунка 1 следует, что

$$l_1^0 \cos(-\varphi_1 + \varphi_3) = l_1 \cos(\theta_1 + \varphi_3), \quad l_1^0 = R + \frac{\delta_1}{2 \cos(-\varphi_1 + \varphi_3)}.$$

С учетом этих выражений из равенства (13) находим

$$\Delta l_1 = \left(R + \frac{\delta_1}{2 \cos(-\varphi_1 + \varphi_3)} \right) \cdot \left(1 - \frac{\cos(-\varphi_1 + \varphi_3)}{\cos(\theta_1 + \varphi_3)} \right).$$

Отсюда получим

$$\frac{dl_1}{dt} = -\omega \left(R + \frac{\delta_1}{2 \cos(-\varphi_1 + \varphi_3)} \right) \frac{\cos(-\varphi_1 + \varphi_3) \sin(\theta_1 + \varphi_3)}{\cos^2(\theta_1 + \varphi_3)},$$

где ω – угловая скорость вала.

Расчеты γ_1 по формуле (17) можно упростить заменой выражения Δl_1 и $\frac{dl_1}{dt}$ их средними значениями, так как принимали $\gamma_1 = const$:

$$(\Delta l_1)_{cp} = \frac{1}{\varphi_1 - \varphi_3} \int_{-\varphi_1 + \varphi_3}^0 \left(R + \frac{\delta_1}{2 \cos(-\varphi_1 + \varphi_3)} \right) \cdot \left(1 - \frac{\cos(-\varphi_1 + \varphi_3)}{\cos(\theta_1 + \varphi_3)} \right) d(\theta_1 + \varphi_3),$$

$$\left(\frac{dl_1}{dt} \right)_{cp} = -\frac{\omega}{\varphi_1 - \varphi_3} \int_{-\varphi_1 + \varphi_3}^0 \left(R + \frac{\delta_1}{2 \cos(-\varphi_1 + \varphi_3)} \right) \frac{\cos(-\varphi_1 + \varphi_3) \sin(\theta_1 + \varphi_3)}{\cos^2(\theta_1 + \varphi_3)} d(\theta_1 + \varphi_3)$$

или после интегрирования

$$(\Delta l_1)_{cp} = \left(R + \frac{\delta_1}{2 \cos(-\varphi_1 + \varphi_3)} \right) \cdot \left(1 - \frac{\cos(\varphi_1 - \varphi_3)}{2(\varphi_1 - \varphi_3)} \ln \left| \frac{1 + \sin(\varphi_1 - \varphi_3)}{1 - \sin(\varphi_1 - \varphi_3)} \right| \right),$$

$$\left(\frac{dl_1}{dt} \right)_{cp} = \frac{\omega}{\varphi_1 - \varphi_3} \left(R + \frac{\delta_1}{2 \cos(-\varphi_1 + \varphi_3)} \right) (1 - \cos(\varphi_1 - \varphi_3)).$$

Раскладывая логарифмическую и тригонометрическую (синус) функцию в ряд, имеем

МЕХАНИКА

$$(\Delta l_1)_{cp} = \frac{2}{3} \left(R + \frac{\delta_1}{2 \cos(-\varphi_1 + \varphi_3)} \right) (\varphi_1 - \varphi_3)^2, \quad (18)$$

$$\left(\frac{dl_1}{dt} \right)_{cp} = \frac{\omega}{2} \left(R + \frac{\delta_1}{2 \cos(-\varphi_1 + \varphi_3)} \right) (\varphi_1 - \varphi_3). \quad (19)$$

С учетом выражений (18) и (19) из равенства (17) находим

$$\gamma_1 = \frac{4E_1(\varphi_1 - \varphi_3) + 3\mu_1\omega}{4E_1^*(\varphi_1 - \varphi_3) + 3\mu_1^*\omega}. \quad (20)$$

Переходим к решению второй задачи контактного взаимодействия кожи с отжимными валками, то есть к определению закономерностей распределения контактных напряжений по кривой контакта валка – $n_i = n_i(\theta_i + \varphi_3)$, $t_i = t_i(\theta_i + \varphi_3)$.

На первой зоне кривого контакта выделим элемент длиной dl_1 . На этот элемент со стороны кожи действуют элементарные нормальная dN_1 и касательная dT_1 силы, которые уравновешиваются силой $\sigma'_1 dl_1$:

$$\sigma'_1 dl_1 - dN_1 \cos 0^\circ - dT_1 \sin 0^\circ = 0$$

или

$$n_1 = \sigma'_1,$$

где σ'_1 – напряжения сжатия сукно в направлении $n - n$.

Согласно рис.1, имеем $\sigma'_1 = \sigma_1 \cos \psi_1$, или

$$n_1 = \sigma_1 \cos \psi_1, \quad (21)$$

где σ_1 – напряжения сжатия сукно в радиальном направлении к ее оси.

Согласно формулам (4) и (11) напряжения сжатия в радиальном направлении имеет вид

$$\sigma_1 = E_1 \varepsilon_1 + \mu_1 \frac{d\varepsilon_1}{dt}, \quad (22)$$

где $\varepsilon_1 = \frac{R - r_1}{H}$, или с учетом уравнения (6)

$$\varepsilon_1 = \frac{m_1 \gamma_1 R}{H(1 + m_1 \gamma_1)} \left(1 - \frac{\cos(-\varphi_1 + \varphi_3)}{\cos(\theta_1 + \varphi_3)} \right), \quad (23)$$

Отсюда получим

$$\frac{d\varepsilon_1}{dt} = - \frac{m_1 \gamma_1 R \omega}{H(1 + m_1 \gamma_1)} \frac{\cos(-\varphi_1 + \varphi_3)}{\cos(\theta_1 + \varphi_3)} \operatorname{tg}(\theta_1 + \varphi_3). \quad (24)$$

С учетом выражений (23) и (24) из формулы (22) находим

$$\sigma_1 = \frac{m_1 \gamma_1 R}{H(1 + m_1 \gamma_1)} \left(E_1 - \frac{\cos(-\varphi_1 + \varphi_3)}{\cos(\theta_1 + \varphi_3)} (E_1 + \mu_1 \omega \operatorname{tg}(\theta_1 + \varphi_3)) \right). \quad (25)$$

Зависимость (22), соответственно зависимость (25), отражает напряжению в статическом процессе. Поэтому, вместо зависимости (25) используют ее уточненную для динамического процесса вид [8]. Уточняя зависимость (25) согласно работе [8], перепишем ее в виде

$$\sigma_1 = \frac{m_1 \gamma_1 R}{H(1 + m_1 \gamma_1)} \left((E_1 + \mu_1 \omega \operatorname{tg}(-\varphi_1 + \varphi_3)) - \frac{\cos(-\varphi_1 + \varphi_3)}{\cos(\theta_1 + \varphi_3)} (E_1 + \mu_1 \omega \operatorname{tg}(\theta_1 + \varphi_3)) \right). \quad (26)$$

Тогда из равенства (21) находим математическую модель распределения нормальных

напряжений по криволинейной зоне кривого контакта валка

$$n_1 = \frac{m_1 \gamma_1 R}{H(1+m_1 \gamma_1)} \left((E_1 + \mu_1 \omega \operatorname{tg}(-\varphi_1 + \varphi_3)) - \frac{\cos(-\varphi_1 + \varphi_3)}{\cos(\theta_1 + \varphi_3)} (E_1 + \mu_1 \omega \operatorname{tg}(\theta_1 + \varphi_3)) \right) \cos \psi_1. \quad (27)$$

Дифференцируя равенства (6), получим

$$r_1' = \frac{m_1 \gamma_1 R}{1+m_1 \gamma_1} \cdot \frac{\cos(-\varphi_1 + \varphi_3)}{\cos(\theta_1 + \varphi_3)} \operatorname{tg}(\theta_1 + \varphi_3). \quad (28)$$

С учетом равенств (6) и (28), имеем

$$\operatorname{tg} \psi_1 = \frac{r_1'}{r_1} = \frac{m_1 \gamma_1 \cos(-\varphi_1 + \varphi_3)}{\cos(\theta_1 + \varphi_3) + m_1 \gamma_1 \cos(-\varphi_1 + \varphi_3)} \operatorname{tg}(\theta_1 + \varphi_3).$$

или

$$\psi_1 = \operatorname{arctg} \left(\frac{m_1 \gamma_1 \cos(-\varphi_1 + \varphi_3)}{\cos(\theta_1 + \varphi_3) + m_1 \gamma_1 \cos(-\varphi_1 + \varphi_3)} \operatorname{tg}(\theta_1 + \varphi_3) \right). \quad (29)$$

По аналогии с формулой (27) находим математическую модель распределения нормальных напряжений по прямолинейной зоне кривого контакта валка

$$n_2 = \frac{R}{H} \left((E_2 + \mu_2 \omega \operatorname{tg}(\varphi_2 + \varphi_3)) - \frac{\cos(\varphi_2 + \varphi_3)}{\cos(\theta_2 + \varphi_3)} (E_2 + \mu_2 \omega \operatorname{tg}(\theta_2 + \varphi_3)) \right) \cos(\theta_2 + \varphi_3). \quad (30)$$

Положение точки приложения n_{\max} соответствует точке максимальной деформации кожи.

Тогда из зависимости (27) с учетом зависимости (29) получим

$$n_{\max} = \frac{m_1 \gamma_1 R}{H(1+m_1 \gamma_1)} \left(E_1 \sin^2 \left(\frac{\varphi_1 - \varphi_3}{2} \right) - \mu_1 \omega \operatorname{tg}(\varphi_1 - \varphi_3) \right)$$

или после упрощения

$$n_{\max} = \frac{2H\gamma_1 R(E_1(\varphi_1 - \varphi_3) - 2\mu_1 \omega)}{2(\delta_1 + 2H\gamma_1 \cos(-\varphi_1 + \varphi_3))} (\varphi_1 - \varphi_3). \quad (31)$$

Аналогичную формулу можно получить с использованием зависимости (30)

$$n_{\max} = \frac{R(E_2(\varphi_2 + \varphi_3) + 2\mu_2 \omega)}{2H} (\varphi_2 + \varphi_3). \quad (32)$$

Таким образом, от зависимости (27) и (30) определяют математическую модель распределения нормальных напряжений по кривому контакту валка в валковом модуле отжима кожи. Для облегчения дальнейшего использования этих зависимостей аппроксимируем их более простыми эмпирическими зависимостями.

В работах [3,9] анализированы, полученные в экспериментальных и теоретических исследованиях закономерности распределения нормальных напряжений в двухвалковых моделях технологических машин, а в работе [10] при качении колеса, и описаны различными эмпирическими зависимостями. На основе анализа графиков этих зависимостей принимаем для закономерностей распределения нормальных напряжений по кривым контакту валкового модуля отжима кожи следующие эмпирические формулы

$$n_1 = \frac{n_{\max}}{(\varphi_1 - \varphi_3)^2} ((\varphi_1 - \varphi_3)^2 - (\theta_1 + \varphi_3)^2), \quad -\varphi_1 + \varphi_3 \leq \theta_1 + \varphi_3 \leq 0, \quad (33)$$

$$n_2 = \frac{n_{\max}}{\varphi_2 + \varphi_3} \sqrt{(\varphi_2 + \varphi_3)^2 - (\theta_2 + \varphi_3)^2}, \quad 0 \leq \theta_2 + \varphi_3 \leq \varphi_2 + \varphi_3, \quad (34)$$

где n_{\max} – определяется по формуле (31) (или (32)).

МЕХАНИКА

Сравнительный анализ графиков формул (27) и (29) с графиками эмпирических зависимостей (33) и (34) с максимальным значением, определяемым по формуле (31) (или (32)), показал, что они совпадают с достаточной для инженерных расчетов точностью.

Для моделирования закономерностей распределения касательных напряжений основным фактором являются математические модели напряжения трения, определяющие зависимости между нормальными и касательными напряжениями.

Для математических моделей напряжений трения используем модели, разработанные ранее для приводного вала [2].

$$\begin{cases} t_1 = \operatorname{tg}(\theta_1 + \varphi_3 - \psi_1 + \xi)n_1, & -\varphi_1 + \varphi_3 \leq \theta_1 + \varphi_3 \leq 0, \\ t_2 = \operatorname{tg}(\theta_2 + \varphi_3 - \psi_2 + \xi)n_2, & 0 \leq \theta_2 + \varphi_3 \leq \varphi_2 + \varphi_3, \end{cases} \quad (35)$$

где $\xi = \operatorname{arctg} \frac{F}{Q}$; Q, F – сила давления прижимных устройств и горизонтальная реакция опор вала.

Тогда из системы уравнений (35) с учетом выражения (33) и (34) находим закономерности распределения касательных напряжений по кривым контакта валков в валковом модуле отжима кожи

$$t_1 = \frac{n_{\max}}{(\varphi_1 - \varphi_3)^2} ((\varphi_1 - \varphi_3)^2 - (\theta_1 + \varphi_3)^2) \operatorname{tg}(\theta_1 + \varphi_3 - \psi_1 + \xi), \quad -\varphi_1 + \varphi_3 \leq \theta_1 + \varphi_3 \leq 0, \quad (36)$$

$$t_2 = \frac{n_{\max}}{\varphi_2 + \varphi_3} \sqrt{(\varphi_2 + \varphi_3)^2 - (\theta_2 + \varphi_3)^2} \operatorname{tg}(\theta_2 + \varphi_3 - \psi_2 + \xi), \quad 0 \leq \theta_2 + \varphi_3 \leq \varphi_2 + \varphi_3. \quad (37)$$

Для анализа закономерности распределения касательного напряжения особое значение имеет нейтральная точка, в которой касательная напряжения равна нулю. Нейтральная точка в приводном валке находится в зоне сжатия [2].

Угол, определяющий положение нейтральной точки, называют нейтральным углом. Пусть нейтральная точка определяется углом $(-\varphi_4 + \varphi_3)$.

Тогда из уравнения системы (36), имеем, что

$$-\varphi_4 + \varphi_3 - \psi_1(-\varphi_4 + \varphi_3) + \xi = 0$$

или с учетом выражения (29) и считая, что $\cos(-\varphi_4 + \varphi_3) \approx 1$, $\sin(-\varphi_4 + \varphi_3) \approx -\varphi_4 + \varphi_3$, находим

$$\varphi_4 = \varphi_3 + \frac{\delta_1 + 2H \cos(-\varphi_1 + \varphi_3)}{\delta_1} \operatorname{arctg} \frac{F}{Q}. \quad (38)$$

При статическом взаимодействии кожи с валками $F = 0$ и $\varphi_3 = 0$. Поэтому нейтральная точка при этом находится на линии центров, следовательно $\varphi_4 = 0$.

Выводы

1. С решением контактных задач валкового отжима кожи получены математические модели формы кривых контакта валков и закономерностей распределения контактных нормальных напряжений в валковом модуле машины для отжима кожи и аналитические зависимости для расчета величины угла, определяющей точку максимальной деформации кожи, нейтрального угла и максимума нормального напряжения.

2. Полученные математические модели распределения нормальных напряжений аппроксимированы более упрощенными эмпирическими зависимостями с максимальным значением, определяемым по разработанным моделям. Сравнительный анализ графиков полученных математических моделей с графиками эмпирических зависимостей, показал,

что они совпадают с достаточной для инженерных расчетов точностью.

3. С использованием математических моделей ранее полученной напряжений трения, разработанной формы кривых контакта валков и аппроксимированной распределения нормальных напряжений получены математические модели распределения касательных напряжений.

4. Установлено, что нормальные напряжения изменяются от нуля в начале и в конце зоны контакта валков до максимума в точке максимальной деформации кожи (рис. 2).

5. Выявлено касательные напряжения меняют свои знаки в нейтральной точке, которая находится на участке сжатия (рис.3).

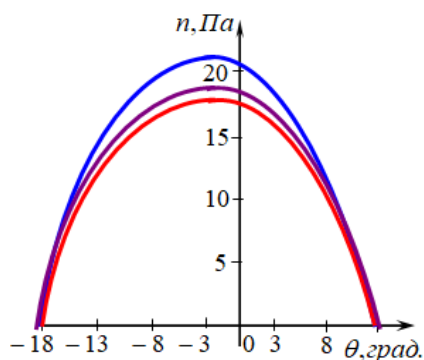


Рис.2. График распределения Нормального напряжения

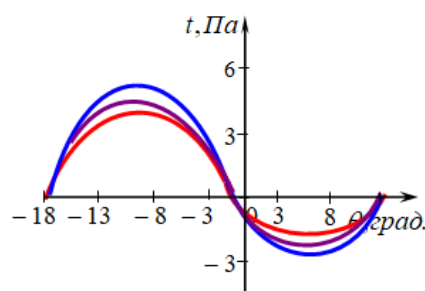


Рис.3. Графики распределения Касательных напряжений

ЛИТЕРАТУРА

1. Бурмистров А.Г. Машины и аппараты производства кожи и меха. М.: Колос С, 2006.–384 с.
2. Хуррамов Ш.Р. Теоретические основы контактного взаимодействия в двухвалковых модулях и ее использование в совершенствовании процессов механической обработки. Дисс. ...докт. техн. наук. Т., 2022.–225 с.
3. Кузнецов Г.К. Исследование и методика проектирования валковых отжимных устройств текстильных машин: Дис. ... докт. техн. наук. Кострома, 1970. – 287 с.
4. Хайлис Г. А. Определение глубины колеи и силы сопротивления перекатыванию по почве свободного пневматического колеса. // Достижения науки и техники АПК. 2006, №4, С.10-14.
5. Л.Е. Пелевин, Ю.Д. Абрашкевич, М.Н. Балака, Г.А. Аржаев. Моделирование процесса взаимодействия эластичного колеса с деформируемой опорной поверхностью // Горное оборудование и электромеханика. – 2013, № 7. С. 10-16.
6. Бурмистров А.Г., Ибара Поль, Чурсин В.И., Илюхина О.А. Исследование деформационных характеристик дермы на отдельных стадиях кожевенного производства // Известия ВУЗов, Технология легкой промышленности. –Киев, Сообщение 1, 1992. № 3-4. – С.40-43, Сообщение 2, 1992, №5-6.– С.31-35.
7. Колычев М.В., Кокушин Н.Н. Исследование деформационных свойств прессовых сукон бумагаделательных машин // Целлюлоза. Бумага. Картон.– М., 2015, №6.–С.68-72.
8. Курбанова Ф.З. Исследование контактного взаимодействия в валковых парах для совершенствования процессов механической обработки листовых материалов. Дисс. ...докт. фил. по техн.наук. Т., 2022.– 138 с.
9. Фомин Ю.Г. Разработка теоретических основ и средств повышения

эффективности обработки тканей валковыми модулями отделочных машин: Дис. ... докт. техн. наук. – Иваново. 2001. – 406 с.

10. Селюк Д.В., Карпухин С.Л. Оценка влияния режима работы эластичного колеса на параметры его качения по деформируемой опорной поверхности. // Журнал автомобильных инженеров. 2016, №6 (101) – С.14-18.

РЕШЕНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ЗАДАЧ ВАЛКОВОГО ОТЖИМА КОЖИ

Хуррамов Шавкат Рахматуллаевич

Ташкентский архитектурно-строительный университет, профессор,
доктор технических наук, доцент, E-mail: savkat-xurramov59@mail.ru.

Аннотация. Статья посвящена решению гидравлических задач валкового отжима кожевенного полуфабриката после красильно-жировальных операций. Разработаны математические модели закономерностей распределения гидравлического давления и изменения отжимаемой влаги при валковом отжиме кожи. Установлено, что гидравлическое давление увеличивается от нуля в начале зоны контакта валков до максимума в точке максимальной деформации кожи, после этого до конца зоны контакта валков равно нулю. Выявлено, что скорость фильтрации жидкости в начале зоны контакта валков имеет отрицательное значение, меняет знак в точке водораздела, увеличивая, в конце зоны сжатия имеет максимальное значение, после этого до конца зоны контакта валков равен нулю.

Abstract. The article is devoted to solving the hydraulic problems of roller squeezing of semi-finished leather products after dyeing and fat-liquoring operations. Mathematical models of the patterns of distribution of hydraulic pressure and changes in squeezed moisture during roller pressing of leather have been developed. It has been established that hydraulic pressures vary from zero at the beginning of the contact zone of the rolls to a maximum at the point of maximum deformation of the skin, after which it is equal to zero until the end of the roll contact zone. It was revealed that the fluid filtration rate at the beginning of the roll contact zone has a negative value, changes sign at the watershed point and at the end of the compression zone has a positive value, after which it is equal to zero until the end of the roll contact zone.

Annotatsiya. Maqola charm yarim mahsulotini bo'yash-moylash jarayonlaridan keyingi valli siqishning gidravlik masalalarini yechishga bag'ishlangan. Charmni valli siqishda gidravlik bosim taqsimoti va siqilayotgan suyuqlik o'zgarishi qonuniyatlarining matematik modellari ishlab chiqilgan. Gidravlik bosim vallar kontakt sohasining boshlanishida noldan charmning maksimal deformatsiya nuqtasida maksimumgacha o'sishi, so'ngra vallar kontakt sohasining oxirigacha nolga tenglashishligi o'rnatilgan. Suyuqlikning filtratsiya tezligi vallar kontakt sohasining boshlanishida manfiy qiymatga ega bo'lishligi, suv-bo'linishi nuqtasida nolga teng bo'lishligi va o'sib borib, charmning maksimal deformatsiya nuqtasida maksimumgacha erishishligi va so'ngra vallar kontakt sohasining nolga tenglashishligi aniqlangan.

Ключевые слова: валковые машины, кожевенный полуфабрикат, отжим кожи, контактные задачи, гидравлические задачи, кривые контакта, гидравлическое давления, отжимаемая влажность, закономерность распределения гидравлического давления, закономерность изменения отжимаемой влажности, точка водораздела.

Keywords: roller machines, semi-finished leather product, leather squeezing, contact problems, hydraulic problems, contact curves, hydraulic pressure, squeezed-out moisture, pattern of hydraulic pressure distribution, pattern of change in squeezed-out moisture, watershed point.

Kalit so'zlar: valli mashinalar, charm yarim mahsuloti, charmni siqish, kontaktli masalalar, gidravlik masalalar, kontakt egri chiziqdari, gidravlik bosim, siqilayotgan suyuqlik, gidravlik bosimning taqsimot qonuniyati, siqilayotgan suyuqlikning o'zgarish qonuniyati, suv-bo'linishi nuqtasi.

Введение.

Механические операции с применением валковых машин широко распространены

в кожевенной промышленности. Среди них можно выделить валковые машины для отжима жидкости (влаги) из кожи, создающей влагу, необходимую для последующих механических операций. Качества таких операций, следовательно, качества готовой продукции, зависит от эффективности процесса отжима.

Моделирование валкового отжима кожи осуществляют совместным решением контактных и гидравлических задач. Основными гидравлическими задачами валкового отжима кожи являются математические моделирования закономерностей распределения гидравлического давления и изменения отжимаемой жидкости в области отжима [1].

Математическим моделированием закономерностей распределения гидравлического давления и изменения отжимаемой жидкости исследовались применительно к задачам различных отраслей промышленности. В целлюлозно-бумажной промышленности такие исследования направлены на изучение обезвоживания бумаги, в текстильной промышленности – на удаление жидкости из различных тканей, в кожевенной промышленности – на отжим кожевенного полуфабриката после дубления или после красильно-жировальных операций и другие.

Анализ литературы [2-5] показал, что полученные в них математические модели закономерности распределения гидравлического давления и изменения отжимаемой жидкости в области отжима не соответствуют экспериментальным эпюрам. Это связано в первую очередь с решением гидравлических задач без учета явления контактного взаимодействия отжимаемого материала с рабочими валками.

Целью данной работы является построение математических моделей закономерностей распределения гидравлического давления и изменения отжимаемой влаги при валковом отжиме кожи (кожевенного полуфабриката после красильно-жировальных операций), учитывающей явления контактного взаимодействия кожи с рабочими валками.

Материалы и методы

Согласно [6], валковые модули кожевенных отжимных машин в основном имеют симметричный вид.

Рассматриваем симметричный валковый модуль, в котором кожа (слой кожи) с толщиной δ_1 , взаимодействуют с приводными валками, имеющее радиус R и эластичное покрытие из технического сукна с толщиной H . На рис. 1 представлена верхняя часть валкового модуля относительно линии симметрии.

В рассматриваемом валковом модуле кривая контакта валка (каждого) состоит из двух зон. На первой зоне кожа и сукно сжимаются. Поэтому первая зона имеет криволинейную форму.

В процессе сжатия происходит уплотнение кожи, которое заключается в перегруппировке твердых частиц и уменьшение объема пор между ними, и сопровождается выжиманием жидкости, заполняющей эти поры. Поэтому при отжиме часть приложенного давления воспринимается твердой фазой, а часть – жидкостью. Часть давления, воспринимаемая твердой фазой, называется сжимающим давлением, а жидкостью – гидравлическим давлением. При этом движение, и тем самым удаление жидкости из кожи в покрытие валка зависит от распределения гидравлического давления в зоне сжатия. Распределение гидравлического давления в свою очередь зависит от изменения скорости фильтрации жидкости. В зоне сжатия имеется сечение водораздела AA [7]. Жидкость слева от этого сечения движется навстречу кожи, справа по ходу кожи. Поэтому в точке A сечения водораздела, находящиеся на кривой контакта валка, скорость фильтрации жидкости вдоль оси Ox равняется нулю. Исходя из этого, первой зоны кривого контакта валка относительно сечения водораздела разделим на два участка.

МЕХАНИКА

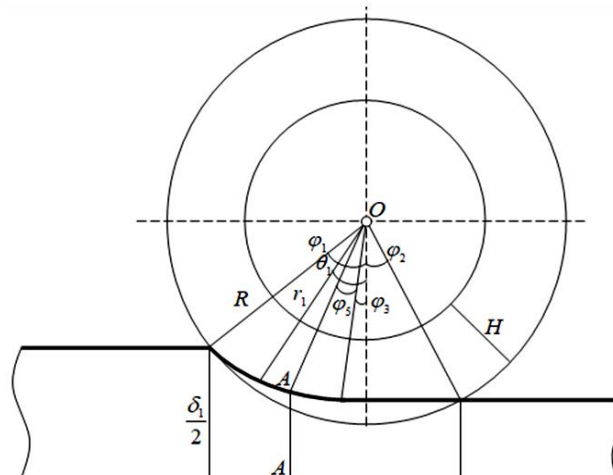


Рис.1. Схема валкового модуля отжима кожи

В связи с тем, что кожевенный полуфабрикат в стадии отжима после красильно-жировальных операций имеет равномерную и тонкую толщину, она на второй зоне не будет восстанавливать деформацию, то есть не деформируется. Поэтому вторая зона (третьей участок) имеет прямолинейную форму.

В процессе отжима, вследствие действия реактивных сил, точка максимальной деформации кожи (точка, разделяющая первой и второй зоны) будет смещена от линии центров в сторону входа кожи в зону контакта [1].

Поэтому, имеем

$$-\varphi_1 \leq \theta_1 \leq -\varphi_5, \quad -\varphi_5 \leq \theta_2 \leq -\varphi_3, \quad -\varphi_3 \leq \theta_3 \leq \varphi_2,$$

или

$$-\varphi_1 + \varphi_3 \leq \theta_1 + \varphi_3 \leq -\varphi_5 + \varphi_3, \quad -\varphi_5 + \varphi_3 \leq \theta_2 + \varphi_3 \leq 0, \quad 0 \leq \theta_3 + \varphi_3 \leq \varphi_2 + \varphi_3, \quad (1)$$

где $\theta_1, \theta_2, \theta_3$ – полярные углы точек первой, второй и третьей участки, φ_1, φ_2 – углы контакта (захвата и выхода), φ_3 – угол, определяющей точку максимальной деформации кожи, φ_5 – угол, определяющей точку водораздела, лежащей на кривой контакта вала.

Решения двух гидравлических задач валкового отжима кожи с учетом явления контактного взаимодействия кожи с рабочими валками, в полярных координатах с полюсом в центре вала, может быть выражена с помощью двух моделей

$$p_i = p_i(\theta_i + \varphi_3), \quad q_i = q_i(\theta_i + \varphi_3), \quad i = 1, 2, 3,$$

с учетом модели формы кривого контакта вала $r_i = r_i(\theta_i + \varphi_3)$, где i – индекс, означающий номер участка; r_i, θ_i – радиус вектор и полярный угол; p_i, q_i – гидравлическая давления и отжимаемая жидкость в точке i – го участка.

Результаты. В процессе сжатия жидкость переходит из кожи в сукно вдоль полярного радиуса [1, 7].

Процесс течения жидкости будем считать сплошным и установившимся. Скорость кожи в области контакта величина постоянная и равна v_k . Скорость жидкости в области

отжима величина переменная и равна сумму двух составляющих [4]:

$$\varepsilon_1 v_{1жх} = \varepsilon_1 v_k - u_{1x}, \quad \varepsilon_1 v_{1жy} = u_{1y}, \quad (2)$$

где $v_{1жх}, u_{1x}, v_{1жy}, u_{1y}$ – абсолютная скорость и скорость фильтрации жидкости в зоне сжатия вдоль осей Ox и Oy , ε_1 – относительная деформация кожи в зоне сжатия.

МЕХАНИКА

В процессе фильтрации должно выполняться уравнение неразрывности [4]:

$$\frac{\partial(\varepsilon_1 v_k - u_{1x})}{\partial x_1} + \frac{\partial(u_{1y})}{\partial y_1} = 0$$

или

$$v_k \frac{\partial \varepsilon_1}{\partial x_1} - \frac{\partial u_{1x}}{\partial x_1} + \frac{\partial u_{1y}}{\partial y_1} = 0.$$

Переходя к дифференцированию по одной переменной $\theta_1 + \varphi_3$, напомним

$$v_k \frac{\varepsilon_1'}{x_1'} - \frac{u_{1x}'}{x_1'} + \frac{u_{1y}'}{y_1'} = 0. \quad (3)$$

Заметим, что

$$u_{1y} = -u_{1x} \operatorname{ctg}(\theta_1 + \varphi_3) \quad (4)$$

или

$$u_{1y}' = -u_{1x}' \operatorname{ctg}(\theta_1 + \varphi_3) + u_{1x}' \frac{1}{\sin^2(\theta_1 + \varphi_3)}. \quad (5)$$

Учитывая это, из равенства (3) получим

$$(y_1' \sin(\theta_1 + \varphi_3) + x_1' \cos(\theta_1 + \varphi_3)) \sin(\theta_1 + \varphi_3) u_{1x}' - \frac{1}{\sin(\theta_1 + \varphi_3)} u_{1x} = v_k \varepsilon_1' y_1'. \quad (6)$$

Из рисунка 1 следует, что

$$x_1 = r_1 \sin(\theta_1 + \varphi_3), \quad y_1 = -r_1 \cos(\theta_1 + \varphi_3),$$

Отсюда находим

$$x_1' = r_1' \sin(\theta_1 + \varphi_3) + r_1 \cos(\theta_1 + \varphi_3), \quad y_1' = -r_1' \cos(\theta_1 + \varphi_3) + r_1 \sin(\theta_1 + \varphi_3). \quad (7)$$

После подстановки производных из равенства (7) в равенства (6) и несложных преобразований находим

$$r_1 u_{1x}' - \frac{(r_1' \sin(\theta_1 + \varphi_3) + r_1 \cos(\theta_1 + \varphi_3))}{\sin(\theta_1 + \varphi_3)} u_{1x}' = v_k \varepsilon_1' (r_1 \sin(\theta_1 + \varphi_3) - r_1' \cos(\theta_1 + \varphi_3)). \quad (8)$$

Дифференциальное уравнение (8) является линейным. Его однородная часть имеет решение

$$u_{1x} = C_1 r_1 \sin(\theta_1 + \varphi_3), \quad (9)$$

откуда

$$u_{1x}' = C_1' r_1 \sin(\theta_1 + \varphi_3) + C_1 (r_1' \sin(\theta_1 + \varphi_3) + r_1 \cos(\theta_1 + \varphi_3))$$

Подставив u_{1x}' и u_{1x} в уравнение (8), имеем

$$C_1' = v_k \varepsilon_1' (r_1 \sin(\theta_1 + \varphi_3) - r_1' \cos(\theta_1 + \varphi_3)). \quad (10)$$

Математическую модель криволинейной зоны определяем с применением гипотезу о постоянстве соотношения скоростей деформации соприкасающихся тел в зоне контакта $\frac{\varepsilon_1^*}{\varepsilon_1'} = \gamma$ [1] и с учетом выражения (рис. 1)

$$\varepsilon_1^* = \frac{R - r_1}{H}, \quad \varepsilon_1 = \frac{2 \cos(-\varphi_1 + \varphi_3)}{\delta_1} \left(r_1 - R \frac{\cos(-\varphi_1 + \varphi_3)}{\cos(\theta_1 + \varphi_3)} \right), \quad (11)$$

где $\varepsilon_1, \varepsilon_1^*$ – относительные деформации кожи и сукна, γ – показатель, определяющий соотношению скоростей деформации кожи и сукна при сжатии.

Тогда, имеем

$$r_1 = \frac{R}{1 + m\gamma} \left(1 + m\gamma \frac{\cos(-\varphi_1 + \varphi_3)}{\cos(\theta_1 + \varphi_3)} \right), \quad (12)$$

где $m = \frac{2H \cos(-\varphi_1 + \varphi_3)}{\delta_1}$.

Из равенств (11) и (12) имеем

$$\varepsilon_1' = -\frac{1}{H\gamma} r_1', \quad r_1' = \frac{m\gamma R}{1+m\gamma} \cos(-\varphi_1 + \varphi_3) \frac{\sin(\theta_1 + \varphi_3)}{\cos^2(\theta_1 + \varphi_3)}. \quad (13)$$

С учетом выражения (12) и (13) из равенства (10) получим

$$C_1' = -\frac{v_k m \cos(-\varphi_1 + \varphi_3) \sin^2(\theta_1 + \varphi_3)}{H(\cos(\theta_1 + \varphi_3) + m\gamma \cos(-\varphi_1 + \varphi_3))^2}$$

или после введения допущения $\sin(\theta_1 + \varphi_3) \approx \theta_1 + \varphi_3$, $\cos(\theta_1 + \varphi_3) \approx 1 - \frac{(\theta_1 + \varphi_3)^2}{2}$.

$$C_1' = -\frac{v_k m \cos(-\varphi_1 + \varphi_3)}{Ha} \cdot \frac{(\theta_1 + \varphi_3)^2}{a - (\theta_1 + \varphi_3)^2}, \quad (14)$$

где $a = 1 + m\gamma \cos(-\varphi_1 + \varphi_3)$.

Интегрируем выражению (14)

$$C_1' = -\frac{v_k m \cos(-\varphi_1 + \varphi_3)}{Ha} \left(-(\theta_1 + \varphi_3) + \frac{\sqrt{a}}{2} \ln \left| \frac{\sqrt{a} + (\theta_1 + \varphi_3)}{\sqrt{a} - (\theta_1 + \varphi_3)} \right| \right).$$

Раскладывая логарифмическую функцию в ряд и ограничиваясь с членами до третьей степени относительно $\theta_1 + \varphi_3$, имеем

$$C_1 = -\frac{v_k m \cos(-\varphi_1 + \varphi_3)}{3Ha^2} \cdot ((\theta_1 + \varphi_3)^3 + C)$$

или

$$C_1 = -\frac{v_k m \cos(-\varphi_1 + \varphi_3)}{3H(1 + m\gamma \cos(-\varphi_1 + \varphi_3))^2} \cdot ((\theta_1 + \varphi_3)^3 + C). \quad (15)$$

Подставим это выражение в уравнение (9)

$$u_{1x} = -\frac{v_k m \cos(-\varphi_1 + \varphi_3)}{3H(1 + m\gamma \cos(-\varphi_1 + \varphi_3))^2} \cdot ((\theta_1 + \varphi_3)^3 + C) r_1 \sin(\theta_1 + \varphi_3).$$

Постоянной интегрирования C находим по условию, что скорость фильтрации жидкости вдоль оси Ox в точке водораздела, лежащей на кривой контакта валка, равняется нулю $u_{1x}(-\varphi_5 + \varphi_3) = 0$:

$$C = (\varphi_5 - \varphi_3)^3.$$

Тогда имеем

$$u_{1x} = -b((\theta_1 + \varphi_3)^3 + (\varphi_5 - \varphi_3)^3) r_1 \sin(\theta_1 + \varphi_3), \quad (16)$$

где

$$b = \frac{v_k m \cos(-\varphi_1 + \varphi_3)}{3H(1 + m\gamma \cos(-\varphi_1 + \varphi_3))^2}. \quad (17)$$

Из равенства (4) с учетом равенства (17) находим

$$u_{1y} = b((\theta_1 + \varphi_3)^3 + (\varphi_5 - \varphi_3)^3) r_1 \cos(\theta_1 + \varphi_3), \quad (18)$$

При известных значениях слагаемых u_{11x} и u_{11y} , скорость фильтрации жидкости вдоль

радиус вектора определяется по формуле $u_{11r} = \sqrt{u_{11x}^2 + u_{11y}^2}$:

$$u_{1r} = b((\theta_1 + \varphi_3)^3 + (\varphi_5 - \varphi_3)^3) r_1 \cos(\theta_1 + \varphi_3), \quad (19)$$

или с учетом равенства (12)

$$u_{1r} = \frac{Rb}{1+m\gamma} \left(1 + m\gamma \frac{\cos(-\varphi_1 + \varphi_3)}{\cos(\theta_1 + \varphi_3)} \right) \left((\theta_1 + \varphi_3)^3 + (\varphi_5 - \varphi_3)^3 \right),$$

$$-\varphi_1 + \varphi_3 \leq \theta_1 + \varphi_3 \leq -\varphi_5 + \varphi_3. \quad (20)$$

Формула (20) определяет закономерность изменения скорости фильтрации жидкости на первой участке кривого контакта вала.

В работе [7], установлена применимость для анизотропной среды, обобщенного закона Дарси, в виде

$$\frac{\partial p_r}{\partial r} = -\mu \frac{u_r}{k_\theta}, \quad (21)$$

где

$$\frac{1}{K_\theta} = \frac{\cos^2 \theta}{K_1} + \frac{\sin^2 \theta}{K_2}, \quad (22)$$

где p_r – гидравлическое давление в направлении r ; K_1 – коэффициент фильтрации по оси Oy , K_2 – коэффициент фильтрации по оси Ox μ – коэффициент вязкости жидкости.

Согласно формулам (19), (21) и (22), имеем

$$dp_{1r} = -\mu b \left(\frac{\cos^2(\theta_1 + \varphi_3)}{K_1} + \frac{\sin^2(\theta_1 + \varphi_3)}{K_2} \right) r_1 r_1' \left((\theta_1 + \varphi_3)^3 + (\varphi_5 - \varphi_3)^3 \right) d(\theta_1 + \varphi_3). \quad (23)$$

После интегрирования выражения (23) с учетом выражений (12) и (13) и введя допущения $\sin(\theta_1 + \varphi_3) \approx \theta_1 + \varphi_3$, $\cos(\theta_1 + \varphi_3) \approx 1 - \frac{(\theta_1 + \varphi_3)^2}{2}$, получим

$$p_{1r} = -\frac{\mu b}{2K_1} (\varphi_5 - \varphi_3)^3 (r_1^2 + C_2).$$

Определяя постоянного интегрирования C_2 по начальному условию $p_{1r}(-\varphi_1 + \varphi_3) = 0$, имеем:

$$p_{1r} = \frac{\mu b}{2K_1} (\varphi_5 - \varphi_3)^3 (R^2 - r_1^2)$$

или с учетом равенства (12)

$$p_{1r} = \frac{\mu b R^2}{2K_1} \left(1 - \frac{1}{(1+m\gamma)^2} \left(1 + m\gamma \frac{\cos(-\varphi_1 + \varphi_3)}{\cos(\theta_1 + \varphi_3)} \right)^2 \right) (\varphi_5 - \varphi_3)^3, \quad -\varphi_1 + \varphi_3 \leq \theta_1 + \varphi_3 \leq -\varphi_5 + \varphi_3. \quad (24)$$

Формула (24) определяет закономерность распределения гидравлического давления по первому участку кривого контакта вала.

По аналогии с формулами (20) и (24) напомним закономерностей изменения скорости фильтрации жидкости и распределения гидравлического давления по второму участку кривого контакта вала

$$u_{2r} = \frac{Rb}{1+m\gamma} \left(1 + m\gamma \frac{\cos(-\varphi_1 + \varphi_3)}{\cos(\theta_2 + \varphi_3)} \right) \left((\theta_2 + \varphi_3)^3 + (\varphi_5 - \varphi_3)^3 \right), \quad (25)$$

$$p_{2r} = \frac{\mu b R^2}{2K_1} \left(1 - \frac{1}{(1+m\gamma)^2} \left(1 + m\gamma \frac{\cos(-\varphi_1 + \varphi_3)}{\cos(\theta_2 + \varphi_3)} \right)^2 \right) (\varphi_5 - \varphi_3)^3, \quad -\varphi_5 + \varphi_3 \leq \theta_2 + \varphi_3 \leq 0. \quad (26)$$

По аналогии с равенством (8) для третьего участка кривого контакта, имеем

$$r_3 u'_{3x} - \frac{(r'_3 \sin(\theta_3 + \varphi_3) + r_3 \cos(\theta_3 + \varphi_3))}{\sin(\theta_3 + \varphi_3)} u'_{3x} = v_\kappa \varepsilon'_3 (r_3 \sin(\theta_3 + \varphi_3) - r'_3 \cos(\theta_3 + \varphi_3)). \quad (27)$$

Из рисунка 1 следует, что

$$r_3 = R \frac{\cos(\varphi_2 + \varphi_3)}{\cos(\theta_3 + \varphi_3)}. \quad (28)$$

Отсюда находим

$$r'_3 = R \frac{\cos(\varphi_2 + \varphi_3)}{\cos^2(\theta_3 + \varphi_3)} \sin(\theta_3 + \varphi_3). \quad (29)$$

С учетом выражения (28) и (29) по аналогии с равенством (10) получим

$$u'_{3x} - \frac{1}{\sin(\theta_3 + \varphi_3) \cos(\theta_3 + \varphi_3)} u'_{3x} = 0.$$

Это уравнение имеет решение

$$u_{3x} = C_3 \operatorname{tg}(\theta_3 + \varphi_3). \quad (30)$$

Когда $\theta_2 + \varphi_3 = \theta_3 + \varphi_3 = 0$ имеет место равенства $u_{2x}(0) = u_{3x}(0) = 0$. Отсюда имеем, что $C_3 = 0$. Тогда из равенств (31) и по аналогии с равенством (4) следует, что $u_{3x} = 0$ и $u_{3y} = 0$, соответственно

$$u_r = 0, \quad p_r = 0, \quad 0 \leq \theta_3 + \varphi_3 \leq \varphi_2 + \varphi_3. \quad (31)$$

Обобщая формулы (20), (25) и (31), а также формулы (24), (26) и (31), имеем

$$u_r = \frac{Rb}{1+m\gamma} \left(1 + m\gamma \frac{\cos(-\varphi_1 + \varphi_3)}{\cos(\theta + \varphi_3)} \right) ((\theta + \varphi_3)^3 + (\varphi_5 - \varphi_3)^3), \quad -\varphi_1 + \varphi_3 \leq \theta + \varphi_3 \leq 0, \\ u_r = 0, \quad 0 \leq \theta_3 + \varphi_3 \leq \varphi_2 + \varphi_3; \quad (32)$$

$$p_r = \frac{\mu b R^2}{2K_1} \left(1 - \frac{1}{(1+m\gamma)^2} \left(1 + m\gamma \frac{\cos(-\varphi_1 + \varphi_3)}{\cos(\theta + \varphi_3)} \right)^2 \right) (\varphi_5 - \varphi_3)^3, \quad -\varphi_1 + \varphi_3 \leq \theta + \varphi_3 \leq 0, \\ p_r = 0, \quad 0 \leq \theta_3 + \varphi_3 \leq \varphi_2 + \varphi_3. \quad (33)$$

Таким образом, зависимость (33) определяет математическую модель закономерности распределения гидравлического давления при валковом отжиге кожи.

Переходим к решению второй гидравлической задачи валкового отжима кожи, то есть к определению закономерностей изменения отжимаемой влажности при валковом отжиге кожи – $q_i = q_i(\theta_i + \varphi_3)$.

Известно [3], количество отжимаемой (удаленной) жидкости, протекшей в области отжима может быть определено выражением

$$dq = B u_r dh, \quad (34)$$

где B, h – ширина и толщина слоя кожи.

В зоне сжатия деформация кожи выражается равенством

$$h = r \cos(\theta + \varphi_3) - R \cos(-\varphi_1 + \varphi_3).$$

Из равенства (34) с учетом выражения (12) и (32) и считая $\sin(\theta_1 + \varphi_3) \approx \theta_1 + \varphi_3$,

$$\cos(\theta_1 + \varphi_3) \approx 1 - \frac{(\theta_1 + \varphi_3)^2}{2}, \text{ получим} \\ dq = - \frac{2BR^2b}{(1+m\gamma)^2} \left(\frac{1 + m\gamma \cos(-\varphi_1 + \varphi_3) - (\theta + \varphi_3)^2}{2 - (\theta + \varphi_3)^2} \right) ((\theta + \varphi_1)^3 + (\varphi_5 - \varphi_3)^3) (\theta + \varphi_3) d(\theta + \varphi_3). \quad (35)$$

Интегрируя (35) и используя граничного условия $q(-\varphi_1 + \varphi_3) = 0$, получим

$$q = \frac{BR^2b}{5(1+m\gamma)^2} (2((\theta + \varphi_1)^5 + (\varphi_1 - \varphi_3)^5) + 5(\varphi_5 - \varphi_1)^3(1+m\gamma \cos(-\varphi_1 + \varphi_3))((\theta + \varphi_3)^2 - (\varphi_1 - \varphi_3)^2)). \quad (36)$$

Зависимость (36) определяет математическую модель закономерности изменения отжимаемой влажности при валковом отжиме кожи.

Анализ графиков полученных математических моделей показал, что они соответствуют с экспериментальными эпюрами, полученными при отжиме различных материалов.

Выводы

1. С решением гидравлических задач валкового отжима кожи разработаны математические модели закономерностей распределения гидравлического давления и изменения отжимаемой влаги при валковом отжиме кожи (кожевенного полуфабриката после красильно-жировальных операций). Также, получены аналитическая зависимость, описывающая закономерности изменения скорости фильтрации кожи при валковом отжиме.

2. Анализ графиков полученных математических моделей показал, что они соответствуют с экспериментальными эпюрами, полученными при отжиме различных материалов.

3. Выявлено, что гидравлическое давление изменяются от нуля в начале зоны контакта валков до максимума в точке максимальной деформации кожи, после этого до конца зоны контакта валков равно нулю (Рис.2).

4. Выявлено, что скорость фильтрации жидкости в начале зоны контакта валков имеет отрицательное значение, меняет знак в точке водораздела и в конце зоны сжатия имеет положительное значение, после этого до конца зоны контакта валков равен нулю (Рис.3)..

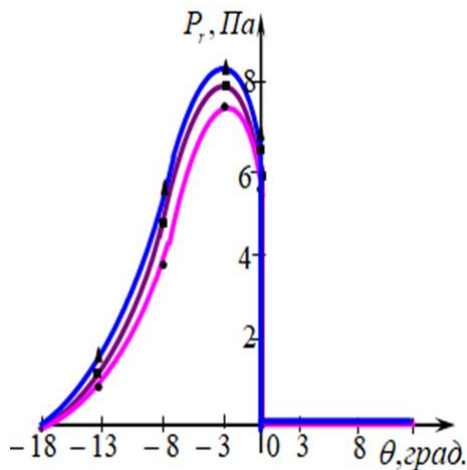


Рис.2. Графики изменения гидравлического давления

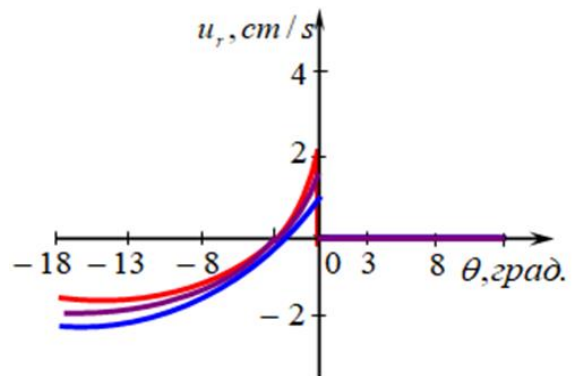


Рис.3. Графики изменения скорости фильтрации

ЛИТЕРАТУРА

1. Хуррамов Ш.Р. Теоретические основы контактного взаимодействия в двухвалковых модулях и ее использование в совершенствовании процессов механической обработки. Дисс. ...докт. техн. наук. Т., 2022.–225 с.

2. Кузнецов Г.К. Исследование и методика проектирования валковых отжимных

MEXANIKA

устройств текстильных машин: Дис. ... докт. техн. наук. Кострома, 1970. – 287 с.

3. Курбанова Ф.З. Исследование контактного взаимодействия в валковых парах для совершенствования процессов механической обработки листовых материалов. Дисс. ... докт фил. по техн. наук. Т., 2022. – 138 с.

4. Полумисков С.А. Исследование валкового пропиточного устройства и разработка метода расчета его конструктивных и технологических параметров: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Иваново, 1997. – 17 с.

5. Саблин А.В. Математическая модель процесса обезвоживания бумажного полотна и использование ее для расчета обезвоживающей способности прессовых частей сушильных машин: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Санкт-Петербург: СПТУРП, 2000. – 22 с.

6. Бурмистров А.Г. Машины и аппараты производства кожи и меха. М.: Колос С, 2006. – 384 с.

7. Новиков Н.Е. Прессование бумажного полотна. М.: Лесная промышленность, 1972. – 242 с.

УДК539.3

УСТОЙЧИВОСТЬ ПЛАСТИН, НЕСИММЕТРИЧНОГО ПОДКРЕПЛЕНИЯ ПРОДОЛЬНЫХ КРАЕВ

Меликулов Нормат
Сам ГАСУ, к.т.н. доцент normat.meliqulov@bk.ru

Кучкоров Собиржон Каримжонович
НаМИСИ, PhD. доцент qosobirjon@gmail.com

Убайдуллаев Олимхон Мусахонович
Сам ГАСУ, катта уқит. hodja2002@mail.ru

Хушвактов Усмон Ашурович
Сам ГАСУ, hodja2002@mail.ru

Аннотация. В работе для исследования влияния сжимающих сил на устойчивости пластины рассмотрены, шарнирно закрепленные на краях $x = 0$, и $x = a$, жестко соединенные на краях $y = \pm b/2$ с тонкостенными стержнями открытого профиля.

Annotation. In this article, free oscillation of the plate is considered when the sides of $x = 0$, a are hinged and other sides of $y = \pm b/2$ are free. Free sides connected with thin, open profile rods.

Ключевые слова. Сжатая, растянутая, устойчивость, пластин, упругое защемление, шарнирно опертая, крутильные, изгибные, подкрепленных, неподкрепленных, края, жесткость.

Keywords. Compressed, Compressed-curved tension, plates, elastic pinching, hinged, torsional, bending, reinforced, unreinforced, edges, rigidity.

Методы. В работе исследуются устойчивость пластин, на кромках которых осуществляются граничные условия М. Леви: два параллельных края пластины шарнирно оперты, а два других - закреплены произвольным образом. В этом случае, как известно, можно получить замкнутое решение в одинарных тригонометрических уравнения.

Результаты. С помощью (9) и (11) на рис.2 построен график зависимости N_x от параметра C_u для двух значений $k_2 a = 10; \infty$, характеризующих влияние деформации сдвига при изгибе подкрепляющих стержней (коэффициент k_ϕ , учитывающий форму поперечного сечения, был принят для тонкостенных профилей равным 2,2). Из графика видно, что для квадратной пластины при $n = 1$ влияние сдвига при $k_2 a = 10$ невелико(ср.с кривой для $k_2 a = \infty$)

Выводы. Используемые при решении задач об устойчивости подкрепленных пластин, безразмерные коэффициенты, отражающие степень упругого опирания и упругого защемления краев, учитывают механические и геометрические характеристики пластины и ребер, конструктивные способы стеснения деформации и прикрепления ребер к пластине, а также влияние продольных сил, воспринимаемых ребрами.

Рассмотрим несимметричного подкрепления пластины (см.схему на рис.1). Пусть край $y = 0$ полностью заделан $t_k = t_u = \infty$, а край $y = b$ упруго оперт ($t_k = 0, 0 \leq t_u \leq \infty$). Края, к которым приложена нагрузка, считаются

шарнирно опирающимися на жесткие опоры.

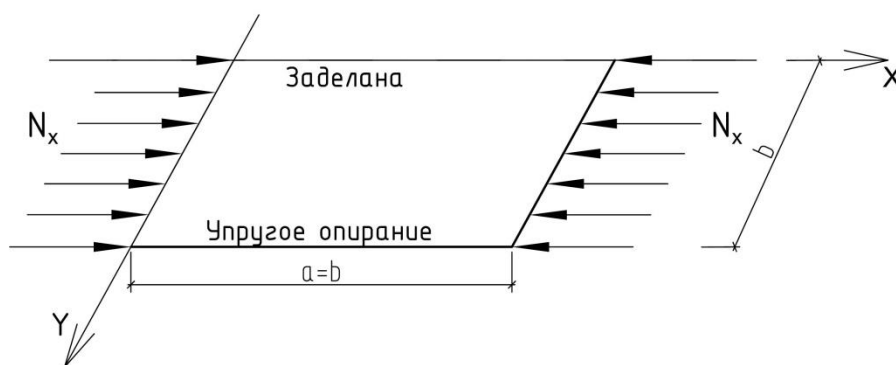


Рис 1. Сжатая пластина несимметричного подкрепления продольных краев

Для вывода уравнения задачу об устойчивости пластины, шарнирно закрепленной на краях $x = 0, a$ и край $y = 0$ полностью заделан $t_k = t_u = \infty$, а край $y = b$ упруго оперт ($t_k = 0, 0 \leq t_u \leq \infty$), используя известное дифференциальное уравнение задачи

$$D \nabla^2 \nabla^2 w + N_x \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} = 0, \quad D = \frac{E \delta^3}{12(1-\mu^2)}, \quad (1)$$

решение которого представим в традиционной форме

$$w(x, y) = \sum_{n=1,2}^{\infty} f_n(y) \sin \lambda_n x, \quad \lambda_n = \frac{n\pi}{a}, \quad (2)$$

удовлетворяющей граничным условиям шарнирного опирания на краях $x = 0, a$

Подставляя (2) в (1) получим уравнение для определения искомой функции $f_n(y)$

$$f_n^{IV} - 2\lambda_n^2 f_n'' + \lambda_n^2 \left(\lambda_n^2 - \frac{N_x}{D} \right) f_n = 0 \quad (3)$$

Решение уравнения (3) зависит от вида корней характеристического уравнения

$$S_{1,2} = \pm \sqrt{\lambda_n \left(\lambda_n + \sqrt{\frac{N_x}{D}} \right)}, \quad S_{3,4} = \pm \sqrt{\lambda_n \left(\lambda_n - \sqrt{\frac{N_x}{D}} \right)}. \quad (4)$$

Рассмотрим сначала пластины, у которых длина сторон сравнима между собой.

Известно, что в шарнирно опертой на всех краях пластине критическое значение интенсивности нагрузки при одностороннем сжатии равно (см. например [4])

$$N_x^* = K \pi^2 \frac{D}{b^2}, \quad K = \left(\frac{\pi b}{a} + \frac{a}{\pi b} \right)^2 \quad (5)$$

Из (5) следует, что при любой степени упругого закрепления (кроме случая, когда продольные края свободны от опирания) $N_x^* > \lambda_n^2 D$ при произвольных значениях $\frac{a}{b}$ и n .

Поэтому в (4) корни $S_{1,2}$ всегда вещественные, а корни $S_{3,4}$ мнимые.

С учетом сказанного представим решение уравнения (3) в форме

$$f_n = C_1 \operatorname{ch} \alpha_n y + C_2 \operatorname{sh} \alpha_n y + C_3 \cos \beta_n y + C_4 \sin \beta_n y \quad (6)$$

где

$$\alpha_n = \sqrt{\lambda_n \left(\sqrt{\frac{N_x}{D}} + \lambda_n \right)}, \quad \beta_n = \sqrt{\lambda_n \left(\sqrt{\frac{N_x}{D}} - \lambda_n \right)}, \quad (7)$$

Рассмотрим несимметричного подкрепления пластины (см.схему на рис.1). Пусть край $y = 0$ полностью заделан $t_k = t_u = \infty$, а край $y = b$ упруго оперт

$(t_k = 0, 0 \leq t_u \leq \infty)$.

Граничные условия имеют вид

$$\begin{aligned}
 &1) f_n(0) = 0, & 2) f_n'(0) = 0 \\
 &3) f_n''(b) - \mu \lambda_n^2 f_n(b) = 0, & 4) f_n = \frac{f_n'''' - (2-\mu)\lambda_n^2 f_n''}{t_u b \lambda_n^4}, \text{ при } y = b \quad (8)
 \end{aligned}$$

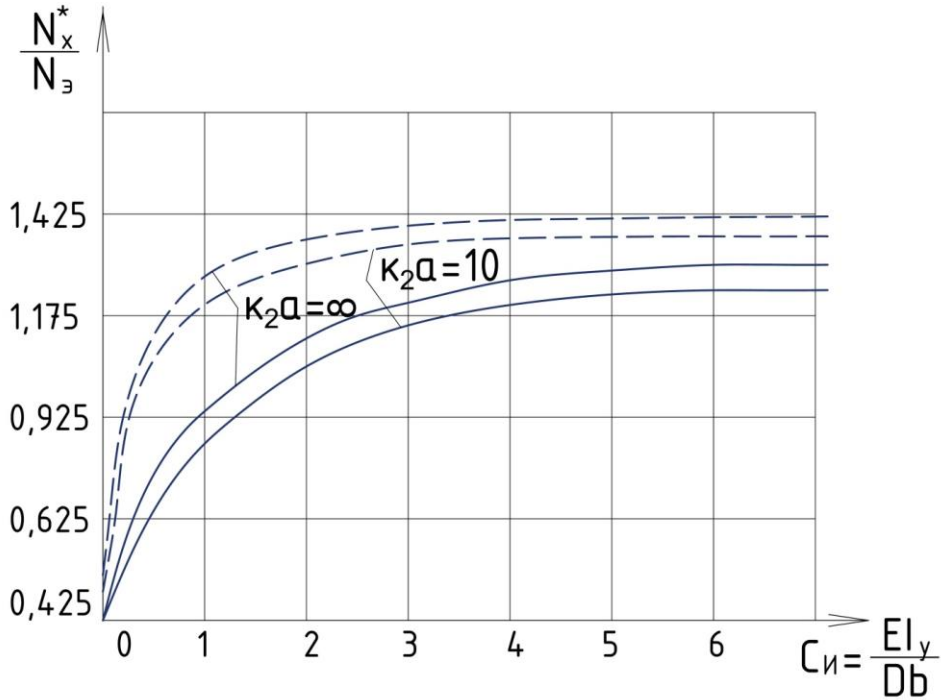


Рис.2. Построен график зависимости $\frac{N_x}{N_3}$ от параметра C_u

Подчиняя условиям (8) функцию (6) в конечном итоге приходим к трансцендентному уравнению устойчивости вида

$$\begin{aligned}
 &A_n B_n + (A_n^2 + B_n^2) ch 2\xi \cos 2\eta - 2(B_n^2 \xi^2 + A_n^2 \eta^2) sh 2\xi \sin 2\eta + \\
 &+ t_u \psi^2 \frac{\xi^2 + \eta^2}{\xi \eta} (\xi ch 2\xi \sin 2\eta - \eta \cos 2\eta sh 2\xi) = 0 \quad (9)
 \end{aligned}$$

Входящие в (9) обозначения

$$\begin{aligned}
 &\xi = \frac{\alpha_n b}{2}, \quad \eta = \frac{\beta_n b}{2}, \quad \psi = \lambda_n b \\
 &A_n = 4\xi^2 - \mu \psi^2 B_n = 4\eta^2 + \mu \psi^2, \quad (10)
 \end{aligned}$$

Связь между ξ и η , а также формула для критической интенсивности нагрузки N_x^* вытекают из (7)

$$\xi^2 - \eta^2 = \frac{\psi^2}{2}, N_x^* = 4D \frac{(\xi^2 + \eta^2)^2}{(\psi b)^2}. \quad (11)$$

С помощью (9) и (11) на рис.2 построен график зависимости $\frac{N_x}{N_3}$ от параметра C_u для двух значений $k_2 a = 10; \infty$, характеризующих влияние деформации сдвига при изгибе подкрепляющих стержней (коэффициент k_ϕ , учитывающий форму поперечного сечения, был принят для тонкостенных профилей равным 2,2). Из графика видно, что для квадратной пластины при $n = 1$ влияние сдвига при $k_2 a = 10$ невелико (ср.с кривой для $k_2 a = \infty$)

МЕХАНИКА

В то же время влияние граничных условий на концах подкрепляющих ребер существенно (сплошные линии отвечают шарнирному закреплению, а штриховые полной заделке их концов).

ЛИТЕРАТУРА

1. Бейлин Е.А., Меликулов Н. М. Об устойчивости прямоугольных пластин, подкрепленных тонкостенными стержнями. –В кн: Стростельная механика и расчет сооружений: Научно-технический журнал. М.Изд-во литературы по строительству. 1980, №5.с.38-42
2. Блейх Ф. Устойчивость металлических конструкций. М.Физматгиз. 1959.
3. Биргер И.А., Пановко Я.Г. (ред), Прочность.Устойчивость. Колебания. Справочник,т.Ш, М., "Машиностроение", 1968.
4. Вольмир А.С. Устойчивость упругих систем. М.Физ.мат.гиз.1967
5. Меликулов Н.М. Исследование устойчивости и жесткости пластин, подкрепленных тонкостенными стержнями, при различных случаях нагружения,- В кн: Стростельная механика сооружений. Межвуз.Темат.сб.тр-Л.ЛИСИ,1980. С. 76-85
6. Тимошенко С.П. Устойчивость упругих систем. М.Гостехиздат, 1955.
7. Muszkowska H. Plyty prostokątne o dwóch krawędziach przeciwległych swobodnie podparanych i pozostałych sprężystie zamocowanych. Prace Naukowe Instytutu Budownictwa Politechniki Wrocławskiej.1973,Nr.11.
8. Ferachian R.H. Back ling of biaxial le compressed long rectangular plates elastically restrained along the long edges and simply supported along the short edges. Proc. Inst. Engrs. Part 2. Montreal, 1975
9. Melikulov N., Khodjabekov, M. U.Ismatova D. M. Otaqylov A. FREE VIBRATIONS OF THE PLATE WITH THE ACCOUNT OF INFLUENCE OF LONGITUDINAL FORCES PERCEIVED BY THE REINFORCING RODS. European Journal of Research. volume 5, issue 8 2020 pages 20- 25
10. Melikulov N, Otaqylov A. Unloaded plates free vibrations, supported by elastic thin-walled rods. INTERNATIONAL JOURNAL ON ORANGE TECHNOLOGIES www.journalsresearchparks.org/index.php/IJOT Volume: 02 Issue: 11 | November 2020
11. Melikulov N. Stability of Elongated Plates Reinforced along the Contour with Thin-Walled Rods International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology Vol. 8, Issue 12 , December 2021
12. Melikulov N., Shodmonkulova N. U. Free Vibrations of a Plate Stretched along the Reinforced Sides International Journal of Innovative Analyses and Emerging Technology Volume: 1 Issue: 5. 2021
13. Melikulov N., Khushvaktov U Stability of Long Plates with Non-Symmetric Reinforcement of the Edges with Thin-Walled Rods .MIDDLE EUROPEAN SCIENTIFIC BULLETIN 1 Middle European Scientific Bulletin, VOLUME 19 Dec 2021

TASMALI KONVEYER ROLIKLI MEXANIZMLARINI RESURSTEJAMKOR KONSTRUKSIYALARINI ISHLAB CHIQISH VA NAZARIY TAHLIL QILISH

Jumayev Akbarjon Sayfullayevich

Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti OF. t.f.f.d. (PhD), dotsent

E.mail: akbarjon.jumayev@mail.ru

Annotasiya. Maqolada yuqori changlanganlik muhiti hisoblangan tog'-kon sanoatida ishlatiladigan va ishlash muddati 1500 soatgacha bo'lgan roliklarning muddatidan olidin ta'mirlab bo'lib qolishi muammolari ko'rib chiqiladi. Respublikamiz va xorijiy mamlakatlarda ishlab chiqariladigan rolikli mexanizmlar konstruksiyalari tahlillari ko'rib chiqilgan. Rolikli mexanizmlar ishlash muddatini oshirish maqsadida dumalash podshipniklari o'rniga sirpanuvchi tayanch vazifasini bajaruvchi podshipniklardan foydalanish tavsiya etilgan. O'tkazilgan tadqiqotlar natijasida dumalash podshipniklari va tavsiya etilgan sirpanuvchi tayanch vazifasini bajaruvchi podshipniklarning turli yuklanishlar natijasidagi aylanishiga qarshiligi sinovlari solishtirilib ko'rilgan. Sinov natijalariga ko'ra sirpanuvchi tayanch vazifasini bajaruvchi podshipniklarni yuqori changlanganlik sharoitida qo'llash tavsiya etiladi.

Annotation. The article examines the problems of premature repair of rollers used in the mining industry in highly dusty environments with a service life of up to 1500 hours. Analyzes of constructions of roller mechanisms produced in our republic and foreign countries were considered. In order to increase the service life of roller mechanisms, instead of rolling bearings, it is recommended to use bearings that act as a sliding support. As a result of the conducted researches, tests of resistance to rotation of rolling bearings and bearings acting as a recommended sliding support under various loads were compared. According to the results of the test, it is recommended to use bearings that perform the function of a sliding support in conditions of high dustiness.

Аннотация. В статье рассмотрены проблемы преждевременного ремонта роликов, используемых в горнодобывающей промышленности в условиях повышенной запыленности со сроком службы до 1500 часов. Рассмотрены конструкции роликовых механизмов, выпускаемых в нашей республике и зарубежных странах. Для увеличения срока службы роликовых механизмов вместо подшипников качения рекомендуется использовать подшипники, выполняющие роль опоры скольжения. В результате исследований проведено сравнение испытаний на сопротивление вращению подшипников качения и подшипников, выступающих в качестве рекомендуемой опоры скольжения при различных нагрузках. По результатам испытаний рекомендуется использовать подшипники, выполняющие функцию опоры скольжения в условиях повышенной запыленности.

Kalit soʻzlar: Konveyer, tasma, rolikli mexanizm, podshipnik, chidamlilik, yuklanish, qarshilik, changlanganlik.

Keywords: Conveyor, belt, roller mechanism, bearing, endurance, loading, resistance, dustiness.

Ключевые слова: Конвейер, лента, роликовый механизм, подшипник, выносливость, нагрузка, сопротивление, запыленность.

KIRISH

Tog'-kon sanoati korxonalarida rolikli mexanizmlar tasmali konveyerlarning asosiy mexanizmlaridan biri hisoblanib, asosan tasma tarangligi va tayanch aylanma harakatni ta'minlab berishdan iboratdir. Ochiq va yopiq karyerlarda rolikli mexanizmlarning ishlash

MEXANIKA

muddatini belgilab beruvchi asosiy omillari podshipnik, podshipnik qobiqlarining muddatidan oldin ta'mirtalab bo'lishi bilan ahamiyatlidir. Buning natijasida tog'-kon sanoati korxonalarida ushbu parameter 4-5 oygacha qisqarishi kuzatiladi. Ishlash muddati va chidamliligi yuqori bo'lgan konstruksiyasi takomillashtirilgan yangi texnik darajadagi rolikli mexanizmlarni ishlab chiqarish, natijada mexanizm ishlash muddatini oshirish bugungi kunning dolzarb vazifalaridan biri bo'lib qolmoqda.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODLAR

Xorijiy mamlakatlarning tasmali konveyerlar ishlab chiqaruvchi yetakchi kompaniyalari rolikli mexanizmda tekis tayanch aylanma harakatni ta'minlab beruvchi qismini podshipniklardan foydalanishga e'tibor qaratmoqda. Asosan, KONE (Finlandiya), FCK (Yaponiya) kabi davlatlar yuqori namlik (namlikning oshib ketish darajasi 95%) va yuqori changlanganlik sharoitida ishlatiladigan rolikli mexanizmlar uchun yopiq va yarim yopiq konstruksiyali dumalash podshipniklardan foydalaniladi. Bundan tashqari bir qator xorijiy kompaniyalar (asosan AQSH va Angliya) konussimon rolikli podshipniklardan foydalaniladi, ushbu turdagi podshipniklardan foydalanish birinchi navbatda ikkinchisining yuk ko'tarish qobiliyatiga bo'g'liq va yuqori yuklanishda ishlaydigan tasmali konveyerlarga tavsiya etiladi [1, 2].

Lekin shuni ta'kidlash joizki, yuqorida aytib o'tilgan fikrlar va afzalliklar rolikli mexanizm tayanch o'qlarining kichik burchakli deformatsiyalari bilan amalga oshirilishi mumkin, shuningdek, radial bo'shliqlarni joiz etilgan chegaralarda ushlab turish uchun moylash materiallaridan doimiy ravishda to'ldirishni va podshipniklarni sozlab turishni talab etadi.

MDTUda (Bauman) olib borilgan ilmiy tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, rolikli mexanizmlarni ishlash muddatini oshirish usullaridan biri radial bir qatorli dumalash podshipniklari o'rniga radial ikki qatorli podshipniklardan foydalanishni tavsiya qilgan. Buning natijasida rolikli mexanizmlarning ishlash muddatini 3...8 barobarga oshirish nazarda tutiladi.

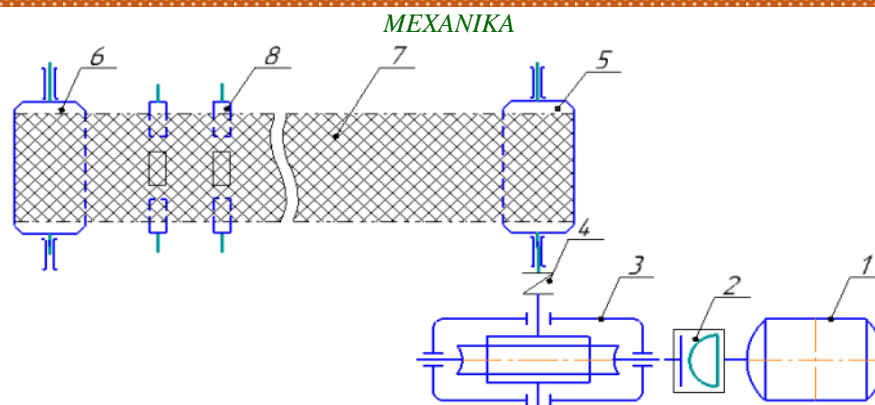
Bir qator tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, dumalash podshipniklarning ishlash muddati sirpanish podshipniklari ishlash muddatidan sezilarli darajada past. Ochiq va yopiq karyerlarda o'tkazilgan tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, dumalash podshipnik o'rnatilgan rolikli mexanizmlarning ishlash muddati 200 soatdan oshmaydi, ya'ni ishdan chiqish holatlari mavjud, lekin metal-keramik sirpanish podshipniklari o'rnatilgan rolikli mexanizmlarning ishlash muddati esa ko'p hollarda 1500 soatni tashkil qilishi isbotlandi [3].

Tahlillar shuni ko'rsatadiki, moylash talab qilinmaydigan grafit va plastmassa aralashmasidan sirpanish podshipniklari tayyorlanib rolikli mexanizmlarga qo'llash va foydalanish tavsiya etilgan. Biroq, qishloq xo'jaligi, yengil va boshqa sanoat korxonalarida ftoroplast va uning kompozitlaridan tayyorlangan sirpanish podshipniklari qo'llanilmoqda. Bunday qoplamalardan foydalanishning asosiy maqsadi moylashsiz ishlash qobiliyatidir [4].

NATIJALAR

Tadqiqotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, tasmali konveyer roligining dumalash podshipnigi o'rniga maxsus mustahkamligi yuqori bo'lgan plastmassa va qayishqoq elementli materiallarni qo'llash orqali rolikning ishlash muddatini oshirish mumkinligi aniqlandi. Chunki, rolikda qayishqoq elementli sirpanish podshipnigini qo'llanilganda, undagi tebranishlarning amplitudalarini kamayishi, plastik moy mahsulotlarinig ishlatish natijasida qarshilik kuchining va ishqalanish kuchining momentini kamaytirish hisobiga, an'anaviyiga nisbatan FIK ni oshirish mumkin.

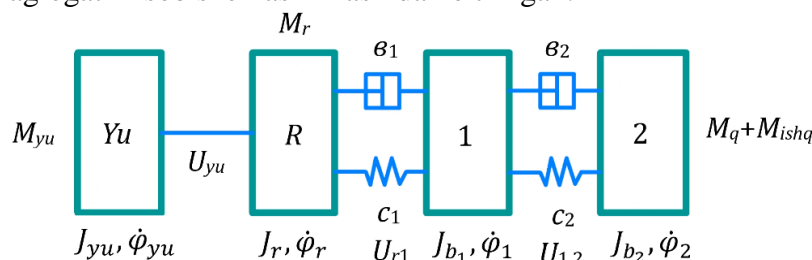
1-rasmda tasmali konveyerning kinematik sxemasi keltirilgan. Ushbu tasmali konveyer quyidagi tartibda ishlaydi: harakat 5AM250M4 rusumli elektr yuritgich 1 dan mufta 2 orqali reduktor 3 ga uzatiladi. Shundan so'ng harakat reduktor 3 dan mufta 4 orqali yetaklovchi baraban 5 dan tasma 7 yordamida yetaklanuvchi baraban 6 ga uzatadi. Foydali qazilmani tashish davrida tasmada tayanch va taranglikni ta'minlab beruvchi rolik 8 lar qo'llanilgan.



1- dvigatel, 2, 4- mufta, 3-reduktor (chervyakli), 5-yetaklovchi baraban, 6-yetaklanuvchi baraban, 7-tasma, 8-rolik.

1-rasm. Tasmali konveyer kinematik sxemasi

Hisoblashlar uchun quyidagi dastlabki ma'lumotlar berilgan: tasmali konveyer tarkibli roligi qobig'i va tashqi gardishining tebrashish amplitudasini o'rganish; konveyer barabanlari harakat qonunlarini, hamda elektr yuritgichning yuklanishini aniqlash uchun mashina agregati dinamikasini o'rganish va uni nazariy jihatdan tahlil qilish talab etiladi. Bunda sistema to'rt massali mashina agregati hisob sxemasi 2-rasmda keltirilgan.



2-rasm. Tasmali konveyer yuritish mexanizmi mashina agregati hisob sxemasi

Mos ravishda, 1-massa, elektr yuritgichning rotori; 2-massa reduktor aylanuvchi elementlarini chiquvchi valiga keltirilgan massalari va yarim mufta massasi; 3- massa yarim mufta va yetaklovchi baraban massasi; 4-massa yetaklanuvchi baraban massasi olingan.

Keltirilgan hisob sxemasiga mos ravishda mashina agregat kinetik va potentsial energiyalari [5, 6] ga asosan:

$$T = \frac{1}{2} J_{yu} \dot{\varphi}_{yu}^2 + \frac{1}{2} J_r \dot{\varphi}_r^2 + \frac{1}{2} J_{b_1} \dot{\varphi}_1^2 + \frac{1}{2} J_{b_2} \dot{\varphi}_2^2$$

$$P = \frac{1}{2} [c_1 (\varphi_r - u_r \varphi_1)^2 + c_2 (\varphi_1 - u_{12} \varphi_2)^2] \quad (1)$$

Mos ravishda Releyning dissipativ funksiyasi ko'rilayotgan sistema uchun [7, 8]:

$$F = \frac{1}{2} [B_1 (\dot{\varphi}_r - u_r \dot{\varphi}_1)^2 + B_2 (\dot{\varphi}_1 - u_{12} \dot{\varphi}_2)^2] \quad (2)$$

bunda, J_{yu} , J_r , J_{b_1} , J_{b_2} – mos ravishda elektr yuritgich, reduktor chiqish val va barabanlar vellarini keltirilgan massalarini inersiya momentlari. Massalarning inersiya momentlarini mavjud formulalardan [9] foydalanib hisoblandi, hamda tushuvchi yuklar orqali tajribada aniqlandi [10]:

$$J = \left[G_1 \left(1 - \frac{a_1}{g} \right) - \left(1 - \frac{a_2}{g} \right) \right] \cdot \frac{r}{(a_1 - a_2)^2} \quad (3)$$

bunda, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$; r – tros o'ralgan shkiv radiusi; $a_1 \frac{2h}{t_1^2}$, $a_2 \frac{2h}{t_2^2}$, – yukni tezlanishlari, h – yukni tushish balandligi, t – tushish vaqti.

Mufta va konveyer tasmasi aylanma bikirlik koeffitsiyentlari mavjud metodlardan [11, 12] foydalanib hisoblanadi:

MEXANIKA

$$c = \frac{\alpha R^2 \cdot EF}{l_p} \quad (4)$$

bunda, a – boshlang'ich taranglikni yoki burchak deformatsiyasini ifodalovchi koeffitsiyent (normal ekspluatatsion sharoitda $a = 2,0$); R – konveyer barabani radiusi; E – elastiklik moduli; F – tasma ko'ndalang kesimi yuzasi; l_p – tasmani ishchi uzunligi.

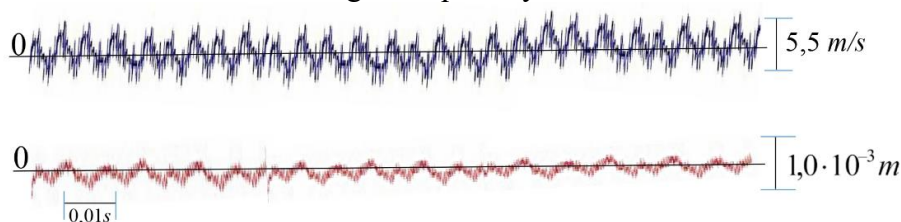
Shuningdek, A.Ye.Levin tomonidan tavsiya etilgan [13] formuladan foydalanib tasmani dissipatsiya koeffitsiyenti hisoblandi:

$$\epsilon = \frac{\psi \cdot c}{k \cdot T} \quad (5)$$

bunda, ψ – uzatma koeffitsiyenti; T – tebranish davri; $k = 6,28$ koeffitsiyent ($c\psi \leq 0,6$) 3-rasmda tasmali konveyerning podshipnigi tayanch tarkibli roligi qobig'i va tashqi gardishi tebranishlari o'zgarish qonuniyatlari keltirilgan.



a – rolik qobig'i va tashqi gardishini texnologik qarshilik 40 N bo'lgandagi siljish va tezligining o'zgarish qonuniyatlari

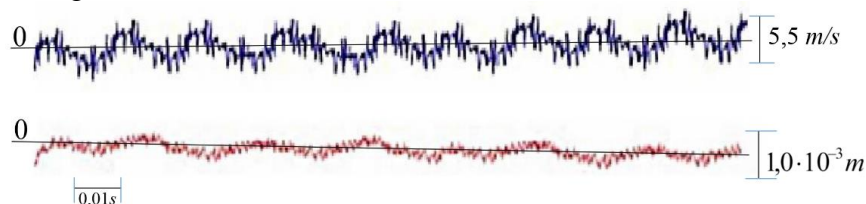


b – rolik qobig'i va tashqi gardishi texnologik qarshilik 80 N bo'lgandagi siljish va tezligining o'zgarish qonuniyatlari

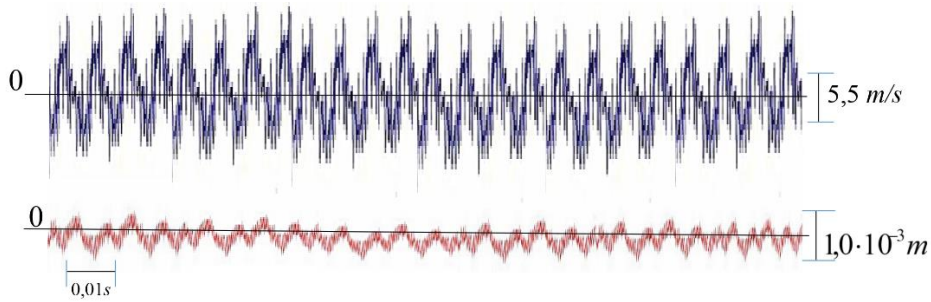
3-rasm. Tasmali konveyer podshipnikli tayanch tarkibli roligi qobig'i va tashqi gardishi tebranishlari o'zgarish qonuniyatlari

Bunda texnologik qarshilik 40 N bo'lganda qobiq va gardishning tebranishlari 3 (a)-rasmda ko'rsatilgan. Qobiq va gardish tebranish amplitudasi $(0,3 \div 0,6) \cdot 10^{-3} m$ oralig'ida o'zgaradi. Bu yerda amplitudaning tasodifiy tashkil etuvchisi $(0,15 \div 0,3) F_1$ atrofida o'zgarishini ko'rish mumkin. Tebranish chastotasi tezligi $(2,0 \div 3,0) m/s$ bo'lganda uning 1 metr oralig'ida ikkita podshipnikli roliklar o'rnatilgani uchun $(3,5 \div 6,5) s^{-1}$ ni tashkil etadi (3-rasm, *a*, *b*-grafiklar). Texnologik qarshilik 80 N gacha ortirilganda, rolik qobig'i va gardishining tebranishi $(1,0 \div 1,3) \cdot 10^{-3} m$ gacha ortsa, tebranish tezligi $(7,2 \div 15,1) m/s$ gacha oraliqda o'zgaradi. Olingan qonuniyatlarni qayta ishlash natijasida bog'lanish grafiklari qurildi.

4-rasmda tasmali konveyer tezligini va amortizator bikirligini o'zgarishiga qarab podshipnikli tayanch tarkibli roligi qobig'i va tashqi gardishi tebranishlari o'zgarish qonuniyatlari keltirilgan.



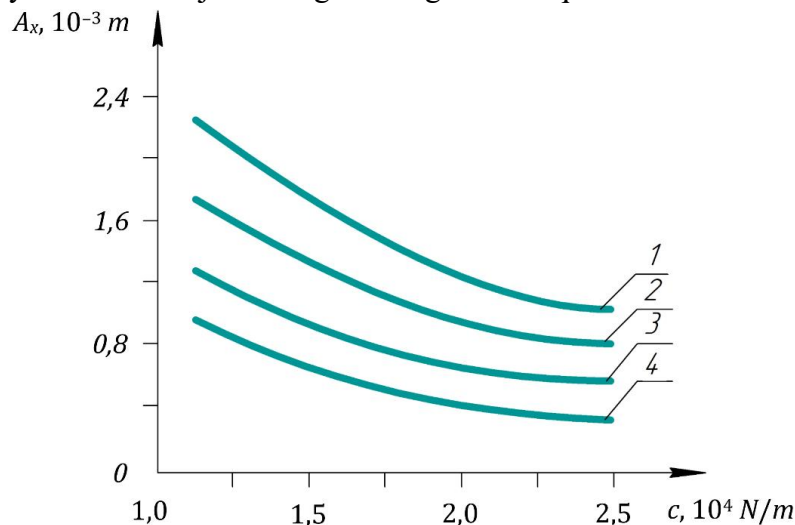
a-tasma tezligi 1,5 m/s, texnologik qarshilik 40 N va amortizator bikirlik koeffitsiyenti $1,5 \cdot 10^4 N/m$ bo'lganda



b- tasma tezligi 4 m/s, texnologik qarshilik 80 N va amortizator bikirlik koeffitsiyenti $1,25 \cdot 10^4$ N/m bo'lganda

4-rasm. Tasmali konveyer tezligini va amortizator bikirligini o'zgarishiga qarab podshipnikli tayanchning tarkibli roligi qobig'i va tashqi gardishi tebranishlarini o'zgarish qonuniyatlari

Ma'lumki amortizator, ya'ni rezinali vtulka bikirlik koeffitsiyenti qancha kichik bo'lsa, rolik qobig'i va tashqi gardishini tebranish amplitudasi shunchalik ortadi. Bunda tebranish chastotasi va amplitudasi tashqi qarshilik kuchi qiymatlari hamda ularni o'zgarishini ko'rsatuvchi parametr, ya'ni tasmani chiziqli tezligiga to'g'ridan-to'g'ri ta'sir qiladi. Olingan qonuniyatlarni qayta ishlash natijasida bog'lanish grafiklari qurildi.



1 – $F_1 = 0,25 \cdot 10^2$ N; 2 – $F_1 = 0,45 \cdot 10^2$ N; 3 – $F_1 = 0,65 \cdot 10^2$ N; 4 – $F_1 = 0,85 \cdot 10^2$ N;

5-rasm. Tasmali konveyer podshipnigi tarkibli roligi qobig'i va tashqi gardishining tebranish amplitudasini o'zgarishini rezinali amortizatorning (vtulka) bikirlik koeffitsiyentiga bog'liqlik grafiklari

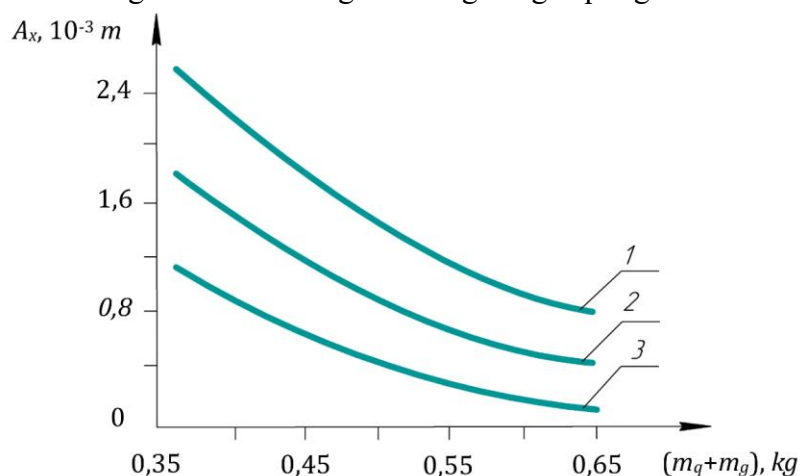
5-rasmda tasmali konveyer podshipnigi tarkibli roligi qobig'i va tashqi gardishining tebranish amplitudasini o'zgarishini rezinali amortizator (vtulka) bikirlik koeffitsiyentiga bog'liqlik grafiklari keltirilgan, natijasida bog'lanish grafiklari qurildi.

Tasmali konveyer podshipnigi tarkibli roligining rezina vtulkali amortizatori bikirlik koeffitsiyenti $1,2 \cdot 10^4$ N/m dan $2,0 \cdot 10^4$ N/m gacha orttirilganda va $F_1 = 0,25 \cdot 10^2$ N/m qilib olinganda, qobiq va tashqi gardish tebranish amplitudasi $2,31 \cdot 10^{-3}$ m dan $1,18 \cdot 10^{-3}$ m gacha chiziqsiz qonuniyatda kamayishi kuzatildi. Agarda tasmadagi tashilayotgan oltin rudasi qiymatlari, ya'ni qarshilik kuchi ta'siri $0,85 \cdot 10^2$ m gacha ko'paytirilsa, tarkibli rolikni tebranish amplitudasi $0,97 \cdot 10^{-3}$ m dan $0,3410 \cdot 10^{-3}$ m gacha kamayishini ko'rish mumkin. Bu shuni ko'rsatadiki, qarshilik kuchi tebranish amplitudasini ortishiga olib kelsa, uni kamaytirish uchun rezinali vtulka bikirlik koeffitsiyentini orttirish yo'li bilan amalga oshirish mumkin. Shuning uchun, yuqorida ta'kidlangandek, tavsiya etilgan sirpanish podshipnigi amplitudasi $(0,1 \div 0,2) \cdot 10^{-2}$ m oralig'ida bo'lishini ta'minlash uchun rolik amortizatori bikirlik koeffitsiyentini

MEXANIKA

$(1,2 \div 1,4) \cdot 10^4$ N/m oralig'ida olish tavsiya etiladi. Ta'kidlash lozimki, tavsiya etilgan podshipnikli tarkibli roli qobig'i va tashqi gardishi massasi ularni tebranish amplitudasi to'g'ridan to'g'ri ta'sir ko'rsatadi. Bunda, qayd etish lozimki tashqi texnologik ta'sir etishining o'zgarish chastotasi siljishining xususiy chastotadan juda kichikdir. Shuning uchun rezina rejimi kuzatilmaydi.

6-rasmda tasmali konveyer podshipnigi tarkibli roli qobig'i va tashqi gardishining tebranish amplitudasini o'zgarishini ularning massasiga bog'liqlik grafiklari keltirilgan.



$$1 - c = 1,5 \cdot 10^4 \text{ N/m}; 2 - c = 2,0 \cdot 10^4 \text{ N/m}; 3 - c = 2,5 \cdot 10^4 \text{ N/m}.$$

6-rasm. Tasmali konveyer podshipnigi tarkibli roli qobig'i va tashqi gardishining tebranish amplitudasini o'zgarishini ularning massasiga bog'liqlik grafiklari

Rolik qobig'i va gardishi massasi 0,365 kg dan 0,65 kg gacha ortirilganda $c = 1,5 \cdot 10^4$ N/m; bo'lganda, tebranish amplitudasi $c = 2,43 \cdot 10^4$ m; dan $c = 0,83 \cdot 10^3$ m; gacha chiziqsiz qonuniyatda kamayadi (6-rasm, 1-grafik). Mos ravishda amortizator, rezinali vtulka bikirlik koeffitsiyenti $2,5 \cdot 10^4$ N/m; gacha kamaytirilganda A_x ning qiymatlari $1,13 \cdot 10^{-3}$ m dan $0,19 \cdot 10^{-3}$ m gacha kamayishini ko'rish mumkin. Buning asosiy sababi shundan iboratki, massa va amortizator bikirligini ortishi tegishli darajada rolik qobig'i va tashqi gardishini tebranish amplitudasini kamaytiradi. Shuning uchun tasmdagi ruda bo'laklarini tegishlicha titratib, bir tekisda transportirovka qilishini ta'minlash, tebranish amplitudasini $(0,1 \div 0,2) \cdot 10^{-2}$ m oralig'ida bo'lishi uchun qobiq va tashqi gardish massasi tavsiya qiymatlari $(0,45 \div 0,55) \cdot \text{kg}$ qilib olish maqsadga muvofiqdir.

MUHOKAMA

Tavsiya etilgan modrenizatsiya qilingan tasmali konveyerda grafitokaprolondan tayyorlangan sirpanuvchi tayanch vtulkani yedirilishini kamaytirish muhim hisoblanadi. Buning uchun tasmdagi tashilayotgan xom ashyo yuklanishlarini yetarli darajada amortizatsiya qilish zarurdir. Bunda tebranish amplitudasini kamaytirish uchun sistemani majburiy tebranishlarini baholash kerak bo'ladi. Mavjud metodikadan [14, 15] foydalanib tarkibli podshipnikning qobig'i va tashqi metal gardishini majburiy tebranishlarini ifodalovchi tenglama hosil qilinadi:

$$(m_q + m_g) \frac{d^2 x}{dt^2} + b \frac{dx}{dt} + cx = F_1 + F_0 \sin \omega t \pm \delta F_0 \quad (6)$$

bunda F_1 , F_0 – tasmali konveyerda xom ashyoni transportirovkasidagi sirpanish podshipnigi qobig'iga ta'sir qiluvchi tashqi kuchning o'rtacha qiymati va o'zgaruv qismining amplitudasi; δF_0 – tashqi ta'sir kuchining tasodifiy tashkil etuvchisi.

Olingan differensial tenglama (6) ni sonli yechimi parametrlarining quyidagi qiymatlarida amalga oshirildi:

$$m_q = 0,69 \text{ kg}; m_g = 0,81 \text{ kg}; c = (1,5 \div 2,0) \cdot 10^4 \text{ N/m};$$

MEXANIKA

$$\varepsilon = (6,1 \div 8,5) \text{ Ns/m}; F_1 = (35 \div 85) \text{ N}; F_0 = 0,1 F_1; \omega = (25,0 \div 40,0) \text{ s}^{-1}.$$

Masalani sonli yechimi maxsus standart dasturlardan foydalanib amalga oshiriladi. Bunda texnologik qarshilik kuchining tasodifiy tashkil etuvchisi maxsus sonli generatoridan foydalaniladi. Masalani yechishda asosan tasmali konveyer sirpanuvchi podshipnigi tarkibli rolikning qobig'i va tashqi gardishi tebranishlarini asoslash, chastota va amplitudasiga parametrlarini, texnologik qarshilikni ta'sirini o'rganish, natijada ularning maqbul qiymatlarini tavsiya qilish asosiy hisoblanadi. Ma'lumki tog'-kon sanoati korxonalarida tasmali konveyer asosan oltin rudasini transportirovka qilishda ishlatiladi. Bunda podshipnik roliklari gardishini tegishli chastota va amplitudada tebranishi rudani tasma bo'ylab tekis taqsimlanishiga yordam beradi. Shuning uchun rolik qobig'i va tashqi gardishini birgalikdagi tebranishlariga tashqi texnologik qarshilik kuchi ta'sirini o'rganish muhimdir.

XULOSA

Modrenizatsiya qilingan tasmali konveyerning elektr yuritgich mexanik xarakteristikasini, bikirlik-dissipatsiya xususiyatlari, inersion parametrlari, tashilayotgan rudadan kelayotgan texnologik qarshilikni va roliklardagi ishqalanish kuchlari momentini inobatga olib mashina agregati matematik modeli ishlab chiqilgan. Masalani yechimi asosida elektr yuritgich yuklanishlari, barabanlar harakat qonunlari olindi. Konveyer tarkibli roligi qobig'i va tashqi gardishini tebranish qonunlarini texnologik yuklanish, umumiy massasi, dissipativ-bikirligi xususiyatlarini hisobga olib aniqlandi. Tebranish qonuni parametrlarini ta'siri o'rganildi va tavsiya qiymatlari olindi. Tasmali konveyer tarkibli podshipnik roligi qobig'i va tashqi gardishi tebranishlari siljishi va tezlik amplitudasini rezinali amortizatorning dissipatsiya koeffitsiyentini o'zgarishiga bog'liqlik qonuniyatlari aniqlandi.

ADABIYOTLAR

1. Furmanik K. J. Analysis of load application on idler roller bearing of belt conveyor in different dynamic models. *Journal of Friction and Wear*, 2009, vol. 30, issue 2, pp. 142-147.
2. Fedorko G., Molnár V., Michalik P. The Calculation of Force Effects of a Conveyor Belt of the Pipe Conveyor to Forming Rollers by FEM. *Applied Mechanics and Materials*, 2015, vol. 806, pp. 181-186.
3. Sidorov Yu.P. Roliki lentochnykh konveyerov: Obzor (Belt conveyor rollers: Review), Moscow, TsNIITEItyazhmash, 1990, 37 p.
4. A. Djuraev, B.N. Davidbaev, A.S. Jumaev. Improvement of the design of the belt conveyor and scientific basis for calculation of parameters. Global Book Publishing Services is an International Monograph & Textbook Publisher. Copyright 24 may 2022 by GBPS. 10.37547/gbps - 03. ISBN 978-1-957653-03-7 1211 Polk St, Orlando, FL 32805, USA. -151 p.
5. A. Djurayev, A.S. Jumayev. Tasmali konveyerlar konstruksiyalarini takomillashtirish va parametrlarini hisoblashning ilmiy asoslari. Monografiya. Toshkent - 2022 yil. – 180 bet. ISBN 978-9943-8178-8-3.
6. Фролов К.В. Теория механизмов и машин. -М.: Высшая школа, 1987. -496 с.
7. Джўраев А ва бошқ. Машина ва механизмлар назарияси. Гофур Гулом номидаги нашриёт-матбаа уйи, – Тошкент. 2003. – 593 б.
8. Джураев А. Ротационные механизмы технологических машин с переменными передаточными отношениями. – Тошкент: Мехнат. 1990. -223 с.
9. A Djuraev, A.S. Jumaev, M.M. Abduraxmanova. Analysis of the results of physical and mechanical experimental studies of the modernized belt conveyor. 2023 *J. Phys.: Conf. Ser.* 2573 012012 DOI 10.1088/1742-6596/2573/1/012012. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/2573/1/012012/meta>
10. Феридман М.В., Момент инерции тел, –М.: Машиностроение, 1977. -511 с.

МЕХАНИКА

11. A. Jumaev, F. Istablaev, M. Dustova. Development of the theory of calculation of constructive and rational parameters of belt conveyor roller mechanisms. Cite as: AIP Conference Proceedings 2467, 060025 (2022); <https://pubs.aip.org/aip/acp/article-abstract/2467/1/060025/2826524> 22 June 2022.
12. Г.А. Тимофеев., Теория механизмов и машин /Москва/ ИД ЮРАЙТ 2010. с.348.
13. A Djuraev, A S Jumaev, M M Abduraxmanova. Analysis of the results of physical and mechanical experimental studies of the modernized belt conveyor. Journal of Physics: Conference Series. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/2573/1/012012> AAPM-2023.
14. Джураев А., Турдалиев В.М., Бобоматов А.Х., Холтураев Х.П. Разработка конструкций и методы расчета параметров колеблющихся сеток. Монография. Изд. LAP Lambert Academic Publishing, Deutschland/ 2016, с. 157.
15. A. Djuraev, Sh. S. Khudaykulov, A. S. Jumaev. **Development of the Design and Calculation of Parameters of the Saw Cylinder with an Elastic Bearing Support Jin.** International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE) ISSN: 2277-3878, Volume-8 Issue-5, January 2020. <https://www.ijrte.org/portfolio-item/E6952018520/>
16. A Djuraev, A S Jumaev, N I Ibragimova, M Y Turdaliyeva. Analysis of the dynamics of a belt conveyor with composite guide rollers and elastic elements. Journal of Physics: Conference Series. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/2573/1/012026> AAPM-2023.

UDK 677.21.021

PNEVMOSILINDRNI STANINAGA OPTIMAL O'RNATISH JOYINI ANIQLASH

Umarov Akmal Akparalievich

Namangan to'qimachilik sanoati instituti doktoranti, PhD, dotsent, akmal.umarov@mail.ru

Usmonov Shuxratjon Kamoljonovich,

Namangan to'qimachilik sanoati instituti dotsenti, PhD, shuhratusmonov@mail.ru

Annotatsiya. Maqolada arrali jin ishchi kamerasini ko'tarish-tushirish mexanizmining pnevmosilindrini staninaga optimal o'rnatish joyini aniqlash bo'yicha nazariy tadqiqotlar olib borilgan. Bunda ushbu jarayonni amalga oshirishda minimal energiya sarfi bo'lishi ta'minlanadi. Keltirilgan uslubiyatdan boshqa shu kabi mexanizmlarni o'rnatish nuqtasini aniqlashda foydalanish tavsiya etiladi.

Annotation. The article carried out theoretical studies to determine the optimal installation location on the frame of the pneumatic cylinder of the mechanism for lifting and lowering the roll box of the saw gin. This will ensure minimal energy consumption when performing this process. It is recommended to use the given method in determining the attachment point of other similar mechanisms.

Аннотация. В статье проведены теоретические исследования по определению оптимального места установки на станине пневмоцилиндра механизма подъема-спуска рабочей камеры пильного джина. При этом обеспечится минимальный расход энергии при выполнении данного процесса. Рекомендуется использовать приведенную методику в определении точки крепления других подобных механизмов.

Kalit so'zlar: arrali jin, ishchi kamera, ko'tarish-tushirish mexanizmi, pnevmosilindr, energiyani tejash.

Key words: saw gin, roll box, lifting and lowering mechanism, pneumatic cylinder, energy saving.

Ключевые слова: пильный джин, рабочая камера, механизм подъема-спуска, пневмоцилиндр, энергосбережение.

Hozirgi vaqtda energiyani tejash dolzarb masalalardan biri hisoblanadi. Buning asosiy sabablari: energiya resurslarining yetishmasligi, ishlab chiqarish narxining ortib borishi hamda global ekologik muammolar bilan izohlash mumkin. Energiyani tejash bu texnik tomondan amalga oshirsa bo'ladigan, iqtisodiy tomondan asoslangan, ekologik va ijtimoiy nuqtayi nazardan qabul qilsa bo'ladigan innovatsion yechimlarni qo'llash hisobiga energoresurslardan samarali foydalanishdir.

Odatda korxonalar sezilarli energiyani tejash samarasini beruvchi quyidagi texnologiya turlarini joriy qilishadi [1]:

1. Energiyadan foydalanish bilan bog'liq ko'plab korxonalar uchun umumiy texnologiyalar (aylanish chastotasi o'zgaruvchan motorlar, siqilgan havo va boshqalar).

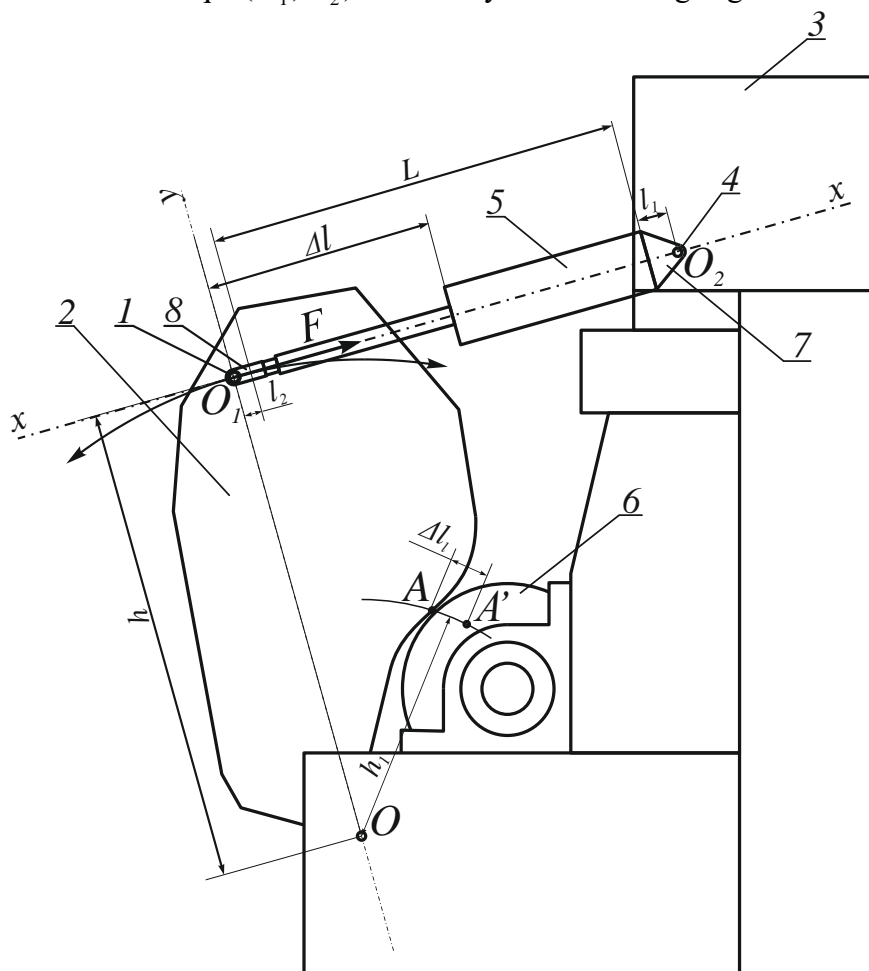
2. Energiyani samarali ishlab chiqarish, eski sanoat jihozlarini samaraliroq yangisiga almashtirish.

3. Energiyaning muqobil manbalari.

Tadqiqotlar [2, 3] da paxtani dastlabki ishlash korxonalaridagi arrali jinlar ishchi kamerasini ko'tarish-tushirish mexanizmini takomillashtirish, ya'ni mexanik uzatmalar o'rniga siqilgan havodan foydalanib, pnevmosilindrni qo'llash taklifi berilgan. Uning o'rnatish joyini asoslash muhim ahamiyatga ega.

Pnevmosilindr mashinada ikki nuqtada mahkamlanadi. Bir tomondan shtok uchidagi

sharnir 1 yordamida ishchi kamera 2 ga (1-rasm), ikkinchi tomondan stanina 3 ga sharnir 4 orqali mahkamlanadi va har ikki nuqta (O_1, O_2) atrofida aylanish imkoniga ega bo'lishi kerak [3].



1 – shtok uchidagi sharnir, 2 – ishchi kamera, 3 – stanina, 4 – sharnir,
5 – pnevmosilindr, 6 – arrali silindr, 7 – kronshteyn, 8 – sferik nakonechnik
1-rasm. Ishchi kamerani pnevmosilindr yordami ko'tarish sxemasi

Nazariy mexanika kursidan ma'lumki, kuch momenti ta'sir etayotgan kuchning ta'sir chizig'idan aylanish o'qiga tushirilgan perpendikulyar (kuchning yelkasi) ko'paytmasiga teng [4].

$$M_0(F) = \pm F \cdot h \quad (1)$$

F – pnevmosilindrning ta'sir kuchi, N;

h – kuch yelkasi, m.

(1) ifodadan ko'rinib turibdiki, momentni maksimizatsiyalash uchun kuchning o'zgarmas qiymatida yelkani imkon qadar kattalashtirish talab etiladi. Kuchdan unumli foydalanish uchun harakat boshida pnevmosilindr 5 ning bo'ylama simmetriya o'qi ishchi kameraning mahkamlangan nuqtasidan o'tuvchi urinma $x-x$ ustida yotishi kerak. Aks holda kuch yelkasi h o'zining maksimal qiymatiga erishmagan bo'ladi va bundan kelib chiqib, kuch momenti kam bo'ladi.

Amalda pnevmosilindr ta'sir kuchining yelkasi h ($y-y$ o'qida yotuvchi) ishchi kameraning gabarit o'lchamlari orqali chegaralanadi. Texnologik jihatdan pnevmosilindrni ishchi kameraga mahkamlash nuqtasini bokovinadagi fartukni o'rnatish o'qi bilan bir nuqtada tanlash o'rinli bo'ladi. Staninaga mahkamlash nuqtasi O_2 ni aniqlash uchun koordinata boshi

МЕХАНИКА

qilib shtok mahkamlangan nuqta O_1 , deb olsak shu nuqtaning ishchi kamera ko'tarilib-tushishida arrali silindr 6 dan ajratish uchun yetarli bo'ladigan mahkamlangan nuqtaning ko'chishi Δl ga imkon beruvchi pnevosilindrning uzunligi L ni va unga mos keluvchi kronshteyn 7 balandligi l_1 va sferik nakonechnik 8 uzunligi l_2 yig'indisini $x-x$ o'qi bo'ylab qo'yish kerak bo'ladi.

$$O_1O_2 = L + l_1 + l_2. \quad (2)$$

L masofa shtok uzunligi Δl ga qarab tanlanadi (pnevmosilindr markasi SC 63x200) [5]. Balandlik l_1 ni esa pnevosilindrga mos keluvchi kronshteyn o'lchami standart qatoridan tanlaymiz [6].

Ishlab chiqarishda aniqlangan ko'rsatkichlar asosida O_2 koordinatalarini aniqlaymiz. Ishchi kamerani ko'tarilib-tushishida h_1 radiusga mos keluvchi yoyda kolosnikning ishchi yuzasini arra yoyi bilan kesishish nuqtasi A dan ishchi holatiga kelish nuqtasi A' gacha bo'lgan masofa Δl_1 ni o'zgarishidan kelib chiqib, shtok uzunligi Δl tanlanadi. Geometriya nuqtayi nazaridan quyidagi ifoda o'rinli:

$$\frac{\Delta l_1}{\Delta l} = \frac{h_1}{h}. \quad (3)$$

Qolgan o'lchamlarni ishlab chiqarish jarayonida qo'llanilayotgan 4DP-130 mashinasida o'lchash orqali aniqlaymiz. Bunda $h = OO_1 = 800$ mm, $h_1 = 280$ mm, $\Delta l_1 = 70$ mm. Keltirilgan qiymatlar orqali Δl ni qiymatini quyidagicha aniqlaymiz:

$$\Delta l = \frac{\Delta l_1 \cdot h}{h_1} = \frac{70 \cdot 800}{280} = 200 \text{ mm.}$$

Shunday qilib, O_2 koordinatasini OO_1 o'qidan pnevosilindr shtokini ishchi kameraga mahkamlash nuqtasi O_1 da perpendikulyar o'tkazamiz. Shu nuqtadan jin staninaga qarab $\Delta l = 200$ mm masofaga to'g'ri keluvchi $L = 353$ mm ni, kronshteyn balandligi $l_1 = 32$ va sferik nakonechnik uzunligi $l_2 = 32$ mm ni quyish orqali (2) dan aniqlaymiz:

$$O_1O_2 = 353 + 32 + 32 = 417 \text{ mm.}$$

Topilgan o'lchamlardan foydalanib, ishchi kamerani ko'tarish-tushirish mexanizmini minimal energiya sarf qilib ishga tushirish uchun o'rnatish koordinatalarini aniqlaymiz.

Yuqoridagi uslubiyatni qo'llab, mashinalarning shu kabi ko'tarish mexanizmlar optimal o'rnatish nuqtasini topish mumkin.

ADABIYOTLAR

1. <https://ria.ru/20081205/156573930.html>
2. Ш.К.Усмонов, А.А.Умаров, К.И.Ортиқова, О.О.Юсупов. Автоматик ростланувчи ишчи камера. Патент РУз № FAP 02013 Официальный бюллетень. – Т, 2022. – №7.
3. Ш.Усмонов. Ишчи камерани кўтариб-тушириш учун пневмотизимни қўллашнинг ўзига хос хусусиятлари // “Тўқимачилик ва енгил саноати машиналарини лойиҳалаш ва такомиллаштиришда инновацион ёндашувлар” мавзусидаги Республика илмий-амалий анжумани: Матераллар тўплами. – Наманган. 2021. 24-25 март.
4. Т.Рашидов, Ш. Шозиётов, К.Б. Мўминов. Назарий механика асослари // Дарслик. – “Ўқитувчи”. 1990 й.
5. <https://m-g-p.ru/pnevmosilindr-sc-63x200/>
6. https://kipservis.ru/vesta_automation/pnevmosilindr_xj_aksessuary.htm#d35191

UDK: 539.3

FAZOVIY YUKLANISHLARDAGI UCH QATLAMLI STERJENLARNING KUCHLANGANLIK-DEFORMATSIYALANGANLIK HOLATLARINI MATEMATIK MODELASHTIRISH

Shokirov Davron Abdugaffor o'g'li

Namangan muhandislik-qurilish intituti, shokirov1004@gmail.com
160103, O'zbekiston, Namangan, I. Karimov ko'chasi, 12.

Annotatsiya. Maqolada fazoviy yuklanishlardagi uch qatlamli sterjenning kuchlanganlik-deformatsiyalanganlik holatini tadqiq etishning matematik ta'minotini keltirilgan bo'lib, ushbu ta'minotni ishlab chiqishda Ostrogradskiy-Gamilton variatsion tamoyili asosida matematik model yaratilgan. Uch qatlamli sterjenlarning tebranish tenglamalari mos ravishda umumlashgan boshlang'ich va tabiiy chegaraviy shartlari bilan ishlab chiqilgan. Qo'yilayotgan masalaning hisoblash algoritmini markaziy chekli ayirmalar usulida ishlab chiqilgan. Masalani yechishda ushbu usulning oshkormas sxemasidan foydalanilgan. Hisoblash algoritmidagi ikkinchi tartibli differensial tenglamalarni matrisali haydash usulidan foydalanilgan natijalar olinishi ko'rsatib o'tilgan.

Annotation. In this article presents a mathematical interpretation of the study of the stress-deformation state of three layered rods under spatial loads and in this development, a mathematical model was created based on the Ostrogradskiy Hamilton variation principle. The calculation algorithm of the given problem was developed by the method of central finite differences. The vibration equations of three-layered rods are derived with appropriate generalized initial and boundary conditions. An undisclosed scheme of this method was used to solve the problem. In the calculation algorithm, it is shown that the results are obtained using the method of matrix driving of second-order differential equations.

Аннотация. В данной статье представлена математическая интерпретация исследования напряженно-деформационного состояния трехслойных стержней при пространственных нагрузках и в этой разработке создана математическая модель на основе вариационного принципа Гамильтона Остроградского. Оно соответствует уравнениям вибрации трехслойных стержней, естественным начальным и граничным условиям. Для решения этой задачи был использован метод центральных конечных разностей и схема неразглашения. В алгоритме расчета показано, что результаты получены методом матричного управления дифференциальными уравнениями второго порядка.

Kalit so'zlar: tebranish, uch qatlamli sterjen, matematik model, Guk qonuni, kuchlanganlik, deformatsiyalanganlik, ko'ndalang egilish, ko'chish, Ostrogradskiy-Gamilton variatsion tamoyili, chekli ayirmalar, haydash usuli, kinetik energiya, potensial energiya, tashqi kuchlar.

Ключевые слова: вибрация, трехслойная стержень, математическая модель, закон Гука, напряжение, деформация, поперечный изгиб, смещение, вариационный принцип Остроградского-Гамильтона, конечные разности, способ вождения, кинетическая энергия, потенциальная энергия, внешние силы

Keywords: vibration, three-layer rods, mathematical model, Hooke's law, stress, deformation, transverse bending, displacement, Ostrogradskiy-Hamilton variational principle, finite differences, driving method, kinetic energy, potential energy, external forces.

Respublikamizda ko'p qatlamli sterjen turiga oid tuzilmalarni nazariy asoslarini takomillashtirish va hisoblash usullarini ishlab chiqish bo'yicha ko'plab olimlar o'z ilmiy

MEXANIKA

izlanishlarini olib borishgan, jumladan, akademik V.Q.Qobulov tomonidan kostruksiyon elementlarining chiziqli deformatsiyalanish jarayonlarini aniqlashtirilgan nazariyasi ishlab chiqilgan va amaliy masalalarni yechishga algoritmik yondashuvlar taklif etilgan [1]. O'zbekistonda ko'plab turdagi mexanika masalalarini algoritmlash va avtomatlashtirish uchun algoritmik tizimlar yaratish dastlab akademik V.Q.Qobulov tomonidan taklif etilgan hamda algoritmlash nazariyasi ishlab chiqilgan, akademik T.Bo'riyev, K.Sh.Bobomurodov, F.B.Badalov, B.Kurmanbayev, T.Yuldashev, Sh.A.Nazirov, X.Eshmatov, B.Mardonov, M.Usarov, B.Babajanov va ularning shogirdlari tomonidan rivojlantirilgan.

Masalani qo'yilishi. Bo'ylama, ko'ndalang kuchlarning birgalikdagi ta'sirida fazoviy yuklanishlardagi uch qatlamli sterjenlar nuqtalarining ko'chish masalalarini matematik modellarini Ostrogradskiy-Gamilton variatsion tamoyili asosida ishlab chiqiamiz. Uch qatlamli sterjenning yuk ko'taruvchi qatlamlari uchun Bernulli gipotezasi o'rinli, to'ldiruvchi qatlam balandligi bo'ylab nuqtalar ko'chishining chiziqli approksimatsiyasi bilan elastiklik nazariyasining aniq munosabatlari o'rinlidir.

Mazkur masalaning matematik modelini ishlab chiqish Ostrogradskiy-Gamilton variatsion tamoyilini quyidagicha ko'rinishida olamiz [1]:

$$\delta \int_t (K - \Pi + A) dt = 0. \quad (1)$$

Bu yerda, $(K - \Pi + A)$ kinetik va potensial energiyalar, tashqi kuchlarning bajargan ishi.

Uch qatlamli sterjenda nuqtalarining ko'chishi quyidagicha bo'ladi [2, 3]:

$$\begin{cases} u^{(1)} = u_1 - \left(z - c - \frac{h_1}{2}\right) \alpha^{(1)}, & w^{(1)} = w_1 (c \leq z \leq c + h_1); \\ u^{(2)} = u_2 - \left(z + c + \frac{h_2}{2}\right) \alpha^{(2)}, & w^{(2)} = w_2 (-c - h_2 \leq z \leq -c); \\ u^{(3)} = \left(1 + \frac{z}{c}\right) \left(\frac{1}{2} u_1 + \frac{h_1}{2} \alpha^{(1)}\right) + \left(1 - \frac{z}{c}\right) \left(\frac{1}{2} u_2 - \frac{h_2}{4} \alpha^{(2)}\right), \\ w^{(3)} = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{z}{c}\right) w_1 + \left(1 - \frac{z}{c}\right) w_2, & (-c \leq z \leq c). \end{cases} \quad (2)$$

Bu yerda bo'ylama va ko'ndalang ko'chishlar $u^{(k)}(x, z)$ va $w^{(k)}(x, z)$, k -qatlam raqami, $h_1, h_2, h_3 = 2c - 1, 2$ va 3 qatlamlarning qalinliklari.

Asosiy qism. Uch qatlamli sterjenning kinetik energiya variatsiyani aniqlash.

Koshi munosabatlariga ko'ra va (2) formulaga asosan fazoviy yuklanishlardagi deformatsiya komponentalari quyidagi ko'rinishda aniqlanadi [4]:

$$\varepsilon_{ij} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} + \frac{\partial u_k}{\partial x_i} \cdot \frac{\partial u_k}{\partial x_j} \right) \quad (3)$$

Kinetik energiyaning variatsiyasini hisoblashda quyidagi munosabatdan foydalanamiz:

$$\int_t \delta K dt = \int_t \int_v \rho \sum_{k=1}^3 \frac{\partial u_1^{(k)}}{\partial t} \delta u_1^{(k)} dv dt + \int_t \int_v \rho \sum_{k=1}^3 \frac{\partial u_2^{(k)}}{\partial t} \delta u_2^{(k)} dv dt + \int_t \int_v \rho \sum_{k=1}^3 \frac{\partial u_3^{(k)}}{\partial t} \delta u_3^{(k)} dv dt. \quad (4)$$

Bu erda ρ – materialning zichligi, bir necha matematik hisoblashlar (differensiallash, variatsiyalash, integrallashlardan) so'ng quyidagiga ega bo'lamiz:

(2)-formulani kinetik energiyaning variatsiyasini hisoblash (4) ifodasiga qo'yib, keltirib chiqarilgan formuladan ushbu belgilanishlar hosil bo'ladi.

$$\rho F = \int_y \int_z \rho dz dy, \quad \rho S_y = \int_y \int_z \rho z dz dy, \quad \rho I_y = \int_y \int_z \rho z^2 dz dy,$$

F - sterjen ko'ndalanag kesim yuzi, S_y - statik moment, I_y - inersiya momenti.

Guk qonuniga asosan kuchlanganlik-deformatsiyalanganlik holatlarini bog'liqligi quyidagicha bo'ladi [5]:

$$\sigma_{11}^{(k)} = E_k \varepsilon_{11}^{(k)} = E_k \frac{\partial u_1^{(k)}}{\partial x}; \sigma_{13} = G_3 \left(\frac{\partial u_1^{(k)}}{\partial z} + \frac{\partial u_3^{(k)}}{\partial x} \right) \quad (5)$$

Bu yerda E - elastiklik moduli, G_3 -siljish moduli, σ_{ij} -kuchlanish.

$$\int_t \prod = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 \int_v \int_t \sigma_{ij} \delta \varepsilon_{ij} dt dv = \int_v \int_t \left(\sigma_{11}^{(1)} \delta \varepsilon_{11}^{(1)} + \sigma_{11}^{(2)} \delta \varepsilon_{11}^{(2)} + \sigma_{11}^{(3)} \delta \varepsilon_{11}^{(3)} + \sigma_{13}^{(1)} \delta \varepsilon_{13}^{(1)} + \sigma_{13}^{(2)} \delta \varepsilon_{13}^{(2)} + \sigma_{13}^{(3)} \delta \varepsilon_{13}^{(3)} \right) dt dv; \quad (6)$$

(5) dan kelib chiqib potensial energiyalarni hisoblashda (2) ni (6) ga qo'yib quyidagi tenglikka ega bo'lamiz:

$$\begin{aligned} \int_t \delta \Pi dt = & \int_v \int_t \left\{ \sigma_{11}^{(1)} \left(\delta \frac{\partial u^{(1)}}{\partial x} - \delta z \frac{\partial \alpha^{(1)}}{\partial x} + \delta c \frac{\partial \alpha^{(1)}}{\partial x} + \delta \frac{h_1}{2} \frac{\partial \alpha^{(1)}}{\partial x} \right) + \right. \\ & + \sigma_{11}^{(2)} \left(\delta \frac{\partial u^{(2)}}{\partial x} - \delta z \alpha^{(2)} - \delta c \alpha^{(2)} - \delta \frac{h_2}{2} \alpha^{(2)} \right) + \\ & + \frac{1}{2} \sigma_{11}^{(3)} \left(\delta \frac{\partial u^{(1)}}{\partial x} + \sigma \delta \frac{h_1}{2} \frac{\partial \alpha^{(1)}}{\partial x} + \delta \frac{z}{c} \frac{\partial u^{(1)}}{\partial x} + \delta \frac{z}{c} \frac{h_1}{2} \frac{\partial \alpha^{(1)}}{\partial x} + \right. \\ & \left. \delta \frac{\partial u^{(2)}}{\partial x} - \delta \frac{h_2}{2} \frac{\partial \alpha^{(2)}}{\partial x} - \delta \frac{z}{c} \frac{\partial u^{(2)}}{\partial x} + \delta \frac{z}{c} \frac{h_1}{2} \frac{\partial \alpha^{(2)}}{\partial x} \right) + \\ & + \frac{1}{2} \sigma_{13}^{(3)} \left(\delta \frac{\partial w_1}{\partial x} + \delta \frac{z}{c} \frac{\partial w_1}{\partial x} + \delta \frac{\partial w_2}{\partial x} - \delta \frac{z}{c} \frac{\partial w_2}{\partial x} + \right. \\ & \left. + \delta \frac{1}{c} u^{(1)} + \delta \frac{h_1}{2c} \alpha^{(1)} - \delta \frac{1}{c} u^{(2)} + \delta \frac{h_2}{2c} \alpha^{(2)} \right) \left. \right\} dv dt. \quad (7) \end{aligned}$$

(7) da bir necha matematik hisoblashlar (differensiallash, variatsiyalash, integrallash, belgilashlar) dan so'ng quyidagiga ega bo'lamiz:

Bu yerda N - normal kuchlanganlik, M - kuchlanganlik momenti, Q - urinma kuchlanish.

$$\begin{aligned} N_{11}^{(1)} = & \int_y \int_z \sigma_{11}^{(1)} dz dy; \quad M_{11}^{(1)} = \int_y \int_z \sigma_{11}^{(1)} z dz dy; \quad N_{11}^{(2)} = \int_y \int_z \sigma_{11}^{(2)} dz dy; \quad M_{11}^{(2)} = \int_y \int_z \sigma_{11}^{(2)} z dz dy; \\ N_{11}^{(3)} = & \int_y \int_z \sigma_{11}^{(3)} dy dz; \quad M_{11}^{(3)} = \int_y \int_z \sigma_{11}^{(3)} z dy dz; \quad Q_{13}^{(3)} = \int_y \int_z \sigma_{13}^{(3)} dz dy; \quad M_{13}^{(3)} = \int_y \int_z z \sigma_{13}^{(3)} dz dy. \end{aligned}$$

Tashqi kuchlar bajargan ishini quyidagi ifoda orqali aniqlaymiz:

$$\begin{aligned} \int_t \delta A t dt = & \int_t \int_v \left[\sum_{k=1}^3 F_1^{(k)} \delta u_1^{(k)} dv dt + \sum_{k=1}^3 F_3^{(k)} \delta u_3^{(k)} dv dt \right] + \int_t \int_l \left[\sum_{k=1}^3 q_1^{(k)} \delta u_1^{(k)} ds dt + \sum_{k=1}^3 q_3^{(k)} \delta u_3^{(k)} ds dt \right] + \\ & + \int_t \int_{s_1} \left[\sum_{k=1}^3 f_1^{(k)} \delta u_1^{(k)} ds_1 dt + \sum_{k=1}^3 f_3^{(k)} \delta u_3^{(k)} ds_1 dt \right]. \quad (8) \end{aligned}$$

Bu yerda P -hajmiy kuchlar, q -yuzaga ta'sir etuvchi kuchlar, f -chetki kuchlar.

Tashqi kuchlar bajargan ishini hisoblaymiz. Buning uchun (2) dan u_1 , u_3 larni (8) ga qo'yib, quyidagilarga ega bo'lamiz:

MEXANIKA

$$\begin{aligned}
\int_t \delta A dt = & \int_t \int_v \left[F_1^{(1)} \delta \left(u^{(1)} - (z - c - \frac{h_1}{2}) \alpha^{(1)} \right) + F_1^{(2)} \delta \left(u^{(2)} - (z + c + \frac{h_2}{2}) \alpha^{(2)} \right) + \right. \\
& + F_1^{(3)} \delta \left((1 + \frac{z}{c}) \left(\frac{1}{2} u^{(1)} + \frac{h_1}{4} \alpha^{(1)} \right) + (1 - \frac{z}{c}) \left(\frac{1}{2} u^{(2)} - \frac{h_2}{4} \alpha^{(2)} \right) \right) + \\
& + F_3^{(1)} \delta w_1 + F_3^{(2)} \delta w_2 + F_3^{(3)} \delta \left(\frac{1}{2} (1 + \frac{z}{c}) w_1 + \frac{1}{2} (1 - \frac{z}{c}) w_2 \right) \left. \right] dv dt + \\
& + \int_t \int_l \left[q_1^{(1)} \delta \left(u^{(1)} - (z - c - \frac{h_1}{2}) \alpha^{(1)} \right) + q_1^{(2)} \delta \left(u^{(2)} - (z + c + \frac{h_2}{2}) \alpha^{(2)} \right) + \right. \\
& + q_1^{(3)} \delta \left((1 + \frac{z}{c}) \left(\frac{1}{2} u^{(1)} + \frac{h_1}{4} \alpha^{(1)} \right) + (1 - \frac{z}{c}) \left(\frac{1}{2} u^{(2)} - \frac{h_2}{4} \alpha^{(2)} \right) \right) + \\
& + q_3^{(1)} \delta w_1 + q_3^{(2)} \delta w_2 + q_3^{(3)} \delta \left(\frac{1}{2} (1 + \frac{z}{c}) w_1 + \frac{1}{2} (1 - \frac{z}{c}) w_2 \right) \left. \right] dl dt + \\
& + \int_t \left[\bar{f}_1^{(1)} \delta u^{(1)} - M \bar{f}_1^{(1)} \delta \alpha^{(1)} + c \bar{f}_1^{(1)} \delta \alpha^{(1)} + \frac{h_1}{2} \bar{f}_1^{(1)} \delta \alpha^{(1)} + \bar{f}_1^{(2)} \delta u^{(2)} - M \bar{f}_1^{(2)} \delta \alpha^{(2)} - \right. \\
& - c \bar{f}_1^{(2)} \delta \alpha^{(2)} - \frac{h_1}{2} \bar{f}_1^{(2)} \delta \alpha^{(2)} + \frac{1}{2} \bar{f}_1^{(3)} \delta u^{(1)} + \frac{h_1}{4} \bar{f}_1^{(3)} \delta \alpha^{(1)} + \frac{1}{2c} M \bar{f}_1^{(3)} \delta u^{(1)} + \\
& + \frac{h_1}{4c} M \bar{f}_1^{(3)} \delta \alpha^{(1)} + \frac{1}{2} \bar{f}_1^{(3)} \delta u^{(2)} - \frac{h_2}{4} \bar{f}_1^{(3)} \delta \alpha^{(2)} - \frac{1}{2c} M \bar{f}_1^{(3)} \delta u^{(2)} + \frac{h_2}{4c} M \bar{f}_1^{(3)} \delta \alpha^{(2)} + \\
& \left. + \bar{f}_3^{(1)} \delta w_1 + \bar{f}_3^{(2)} \delta w_2 + \frac{1}{2} \bar{f}_3^{(3)} \delta w_1 + \frac{1}{2c} M \bar{f}_3^{(3)} \delta w_1 + \frac{1}{2} \bar{f}_3^{(3)} \delta w_2 - \frac{1}{2c} M \bar{f}_3^{(3)} \delta w_2 \right] dt \Big|_x.
\end{aligned} \tag{9}$$

Qavslarni ochib yuborib, sterjenga ta'sir etuvchi hajmiy kuchlar ifodasini y va z o'qlar bo'yicha integrallash, yuzaga ta'sir etuvchi kuchlarni esa x o'qi bo'yicha (sterjenning uzunligi) bo'yicha integrallash amallarini bajargandan so'ng quyidagilarga ega bo'lamiz:

$$\begin{aligned}
\int_t A dt = & \int_t \int_x \left[\int_{y z} F_1^{(1)} \delta u^{(1)} dy dz - \int_{y z} F_1^{(1)} z \delta \alpha^{(1)} dy dz + c \int_{y z} F_1^{(1)} \delta \alpha^{(1)} dy dz + \frac{h_1}{2} \int_{y z} F_1^{(1)} \delta \alpha^{(1)} dy dz + \right. \\
& + \int_{y z} F_1^{(2)} \delta u^{(2)} dy dz - \int_{y z} F_1^{(2)} z \delta \alpha^{(2)} dy dz - c \int_{y z} F_1^{(2)} \delta \alpha^{(2)} dy dz - \frac{h_2}{4} \int_{y z} F_1^{(2)} \delta \alpha^{(2)} dy dz + \\
& + \frac{1}{2} \int_{y z} F_1^{(3)} \delta u^{(1)} dy dz + \frac{h_1}{4} \int_{y z} F_1^{(3)} \delta \alpha^{(1)} dy dz + \frac{z}{2c} \int_{y z} F_1^{(3)} z \delta u^{(1)} dy dz + \frac{h_1}{4c} \int_{y z} F_1^{(3)} z \delta \alpha^{(1)} dy dz + \\
& + \frac{1}{2} \int_{y z} F_1^{(3)} \delta u^{(2)} dy dz - \frac{h_2}{4} \int_{y z} F_1^{(3)} \delta \alpha^{(2)} dy dz - \frac{1}{2c} \int_{y z} F_1^{(3)} z \delta u^{(2)} dy dz + \frac{h_2}{4c} \int_{y z} F_1^{(3)} z \delta \alpha^{(2)} dy dz + \\
& + \int_{y z} F_1^{(1)} \delta w_1 dy dz + \int_{y z} F_1^{(2)} \delta w_2 dy dz + \frac{1}{2} \int_{y z} F_3^{(3)} \delta w_1 dy dz + \frac{1}{2c} \int_{y z} F_3^{(3)} z \delta w_1 dy dz + \\
& \left. + \frac{1}{2} \int_{y z} F_3^{(3)} \delta w_2 dy dz - \frac{1}{2c} \int_{y z} F_3^{(3)} z \delta w_2 dy dz \right] dx dt +
\end{aligned}$$

MEXANIKA

$$\begin{aligned}
& + \int_l \left[\int_l q_1^{(1)} \delta u^{(1)} dl - \int_l q_1^{(1)} z \delta \alpha^{(1)} dl + c \int_l q_1^{(1)} \delta \alpha^{(1)} dl + \frac{h_1}{2} \int_l q_1^{(1)} \delta \alpha^{(1)} dl + \int_l q_1^{(2)} \delta u^{(2)} dl - \right. \\
& - \int_l q_1^{(2)} z \delta \alpha^{(2)} dl - c \int_l q_1^{(2)} \delta \alpha^{(2)} dl - \frac{h_2}{4} \int_l q_1^{(2)} \delta \alpha^{(2)} dl + \frac{1}{2} \int_l q_1^{(3)} \delta u^{(1)} dl + \frac{h_1}{4} \int_l q_1^{(3)} \delta \alpha^{(1)} dl + \\
& + \frac{z}{2c} \int_l q_1^{(3)} z \delta u^{(1)} dl + \frac{h_1}{4c} \int_l q_1^{(3)} z \delta \alpha^{(1)} dl + \frac{1}{2} \int_l q_1^{(3)} \delta u^{(2)} dl - \frac{h_2}{4} \int_l q_1^{(3)} \delta \alpha^{(2)} dl - \frac{1}{2c} \int_l q_1^{(3)} z \delta u^{(2)} dl + \\
& + \frac{h_2}{4c} \int_l q_1^{(3)} z \delta \alpha^{(2)} dl + \int_l q_1^{(1)} \delta w_1 dl + \int_l q_1^{(2)} \delta w_2 dl + \frac{1}{2} \int_l q_3^{(3)} \delta w_1 dl + \frac{1}{2c} \int_l q_3^{(3)} z \delta w_1 dl + \\
& \left. + \frac{1}{2} \int_l q_3^{(3)} \delta w_2 dl - \frac{1}{2c} \int_l q_3^{(3)} z \delta w_2 dl \right] dt + \int_{s_1} \left[\int_{s_1} f_1^{(1)} \delta u^{(1)} ds_1 - \int_{s_1} f_1^{(1)} z \delta \alpha^{(1)} ds_1 + c \int_{s_1} f_1^{(1)} \delta \alpha^{(1)} ds_1 + \right. \\
& + \frac{h_1}{2} \int_{s_1} f_1^{(1)} \delta \alpha^{(1)} ds_1 + \int_{s_1} f_1^{(2)} \delta u^{(2)} ds_1 - \int_{s_1} f_1^{(2)} z \delta \alpha^{(2)} ds_1 - c \int_{s_1} f_1^{(2)} \delta \alpha^{(2)} ds_1 - \frac{h_2}{4} \int_{s_1} f_1^{(2)} \delta \alpha^{(2)} ds_1 + \\
& + \frac{1}{2} \int_{s_1} f_1^{(3)} \delta u^{(1)} ds_1 + \frac{h_1}{4} \int_{s_1} f_1^{(3)} \delta \alpha^{(1)} ds_1 + \frac{z}{2c} \int_{s_1} f_1^{(3)} z \delta u^{(1)} ds_1 + \frac{h_1}{4c} \int_{s_1} f_1^{(3)} z \delta \alpha^{(1)} ds_1 + \frac{1}{2} \int_{s_1} f_1^{(3)} \delta u^{(2)} ds_1 - \\
& - \frac{h_2}{4} \int_{s_1} f_1^{(3)} \delta \alpha^{(2)} ds_1 - \frac{1}{2c} \int_{s_1} f_1^{(3)} z \delta u^{(2)} ds_1 + \frac{h_2}{4c} \int_{s_1} f_1^{(3)} z \delta \alpha^{(2)} ds_1 + \int_{s_1} f_1^{(1)} \delta w_1 ds_1 + \int_{s_1} f_1^{(2)} \delta w_2 ds_1 + \\
& \left. + \frac{1}{2} \int_{s_1} f_3^{(3)} \delta w_1 ds_1 + \frac{1}{2c} \int_{s_1} f_3^{(3)} z \delta w_1 ds_1 + \frac{1}{2} \int_{s_1} f_3^{(3)} \delta w_2 ds_1 - \frac{1}{2c} \int_{s_1} f_3^{(3)} z \delta w_2 ds_1 \right] dt \Big|_x,
\end{aligned} \tag{10}$$

Bu erda

$$\begin{aligned}
\overline{F}_1^{(1)} &= \iint_{y z} F_1^{(1)} dydz, \quad \overline{F}_1^{(2)} = \iint_{y z} F_1^{(2)} dydz, \quad \overline{F}_1^{(3)} = \iint_{y z} F_1^{(3)} dydz, \quad MF_1^{(1)} = \iint_{y z} F_1^{(1)} z dydz, \\
MF_1^{(2)} &= \iint_{y z} F_1^{(2)} z dydz, \quad MF_1^{(3)} = \iint_{y z} F_1^{(3)} z dydz, \quad \overline{F}_3^{(1)} = \iint_{y z} F_3^{(1)} dydz, \quad \overline{F}_3^{(2)} = \iint_{y z} F_3^{(2)} dydz, \\
\overline{F}_3^{(3)} &= \iint_{y z} F_3^{(3)} dydz, \quad MF_3^{(1)} = \iint_{y z} F_3^{(1)} z dydz, \quad MF_3^{(2)} = \iint_{y z} F_3^{(2)} z dydz, \quad MF_3^{(3)} = \iint_{y z} F_3^{(3)} z dydz; \\
\overline{q}_1^{(1)} &= \iint_{y z} q_1^{(1)} dydz, \quad \overline{q}_1^{(2)} = \iint_{y z} q_1^{(2)} dydz, \quad \overline{q}_1^{(3)} = \iint_{y z} q_1^{(3)} dydz, \quad Mq_1^{(1)} = \iint_{y z} q_1^{(1)} z dydz, \\
Mq_1^{(2)} &= \iint_{y z} q_1^{(2)} z dydz, \quad Mq_1^{(3)} = \iint_{y z} q_1^{(3)} z dydz, \quad \overline{q}_3^{(1)} = \iint_{y z} q_3^{(1)} dydz, \quad \overline{q}_3^{(2)} = \iint_{y z} q_3^{(2)} dydz, \\
\overline{q}_3^{(3)} &= \iint_{y z} q_3^{(3)} dydz, \quad Mq_3^{(1)} = \iint_{y z} q_3^{(1)} z dydz, \quad Mq_3^{(2)} = \iint_{y z} q_3^{(2)} z dydz, \quad Mq_3^{(3)} = \iint_{y z} q_3^{(3)} z dydz.
\end{aligned} \tag{11}$$

Kinetik energiya (4), potensial energiya (7) va tashqi kuchlar bajargan ish (9) lardan ishlab chiqilgan ifodalarni (1) ifodaga qo'yib, fazoviy yuklanishlardagi uch qatlamli sterjenlarning tebranishlari umumlashgan tenglamalar sistemasi va tabiiy boshlang'ich va chegaraviy shartlarini hosil qilamiz [6-10].

Fazoviy yuklanishlarda uch qatlamli sterjenni umumlashgan tenglamalari:

MEXANIKA

$$\left[-\left(\rho F \frac{\partial^2 u^{(1)}}{\partial t^2} + \rho c F \frac{\partial^2 \alpha^{(1)}}{\partial t^2} + \rho \frac{h_1}{2} F \frac{\partial^2 \alpha^{(1)}}{\partial t^2} + \frac{1}{4} \left(\rho F \frac{\partial^2 u^{(1)}}{\partial t^2} + \frac{h_1}{2} \rho F \frac{\partial^2 \alpha^{(1)}}{\partial t^2} + \frac{1}{c^2} \rho I_y \frac{\partial^2 u^{(1)}}{\partial t^2} + \frac{h_1}{2c^2} \rho I_y \frac{\partial^2 \alpha^{(1)}}{\partial t^2} + \rho F \frac{\partial^2 u^{(2)}}{\partial t^2} - \frac{h_2}{2} \rho F \frac{\partial^2 \alpha^{(2)}}{\partial t^2} - \frac{1}{c^2} \rho I_y \frac{\partial^2 u^{(2)}}{\partial t^2} + \frac{h_2}{2c^2} \rho I_y \frac{\partial^2 \alpha^{(2)}}{\partial t^2} \right) \right) + \left(\frac{\partial N_{11}^{(1)}}{\partial x} + \frac{1}{2} \frac{\partial N_{11}^{(3)}}{\partial x} + \frac{1}{2c} \frac{\partial M_{11}^{(3)}}{\partial x} - \frac{1}{2c} Q_{13}^{(3)} \right) + \left(\bar{F}_1^{(1)} + \frac{1}{2} \bar{F}_1^{(3)} + \frac{1}{2c} M F_1^{(3)} \right) + \left(\bar{q}_1^{-(1)} + \frac{1}{2} \bar{q}_1^{-(3)} + \frac{1}{2c} M q_1^{(3)} \right) \right] \delta u^{(1)} = 0$$

$$\left[-\left(\rho F \frac{\partial^2 u^{(2)}}{\partial t^2} - \rho c F \frac{\partial^2 \alpha^{(2)}}{\partial t^2} - \rho \frac{h_2}{2} F \frac{\partial^2 \alpha^{(2)}}{\partial t^2} + \frac{1}{4} \left(\rho F \frac{\partial^2 u^{(1)}}{\partial t^2} + \frac{h_1}{2} \rho F \frac{\partial^2 \alpha^{(1)}}{\partial t^2} - \frac{1}{c^2} \rho I_y \frac{\partial^2 u^{(1)}}{\partial t^2} - \frac{h_1}{2c^2} \rho I_y \frac{\partial^2 \alpha^{(1)}}{\partial t^2} + \rho F \frac{\partial^2 u^{(2)}}{\partial t^2} - \frac{h_2}{2} \rho F \frac{\partial^2 \alpha^{(2)}}{\partial t^2} + \frac{1}{c^2} \rho I_y \frac{\partial^2 u^{(2)}}{\partial t^2} - \frac{h_2}{2c^2} \rho I_y \frac{\partial^2 \alpha^{(2)}}{\partial t^2} \right) \right) + \left(\frac{\partial N_{11}^{(2)}}{\partial x} + \frac{1}{2} \frac{\partial N_{11}^{(3)}}{\partial x} - \frac{1}{2c} \frac{\partial M_{11}^{(3)}}{\partial x} + \frac{1}{2c} Q_{13}^{(3)} \right) + \left(\bar{F}_1^{(2)} + \frac{1}{2} \bar{F}_1^{(3)} - \frac{1}{2c} M F_1^{(3)} \right) + \left(\bar{q}_1^{-(2)} + \frac{1}{2} \bar{q}_1^{-(3)} - \frac{1}{2c} M q_1^{(3)} \right) \right] \delta u^{(2)} = 0$$

$$\left[-\left(\rho c F \frac{\partial^2 u^{(1)}}{\partial t^2} + \rho \frac{h_1}{2} F \frac{\partial^2 u^{(1)}}{\partial t^2} + \rho I_y \frac{\partial^2 \alpha^{(1)}}{\partial t^2} + \rho c^2 F \frac{\partial^2 \alpha^{(1)}}{\partial t^2} + \rho c \frac{h_1}{2} F \frac{\partial^2 \alpha^{(1)}}{\partial t^2} + \rho \frac{h_1}{2} c F \frac{\partial^2 \alpha^{(1)}}{\partial t^2} + \rho \frac{h_1^2}{4} F \frac{\partial^2 \alpha^{(1)}}{\partial t^2} + \frac{1}{4} \left(\frac{h_1}{2} \rho F \frac{\partial^2 u^{(1)}}{\partial t^2} + \frac{h_1^2}{4} \rho F \frac{\partial^2 \alpha^{(1)}}{\partial t^2} + \frac{h_1}{2c^2} \rho I_y \frac{\partial^2 u^{(1)}}{\partial t^2} + \frac{h_1^2}{4c^2} \rho I_y \frac{\partial^2 \alpha^{(1)}}{\partial t^2} + \frac{h_1}{2} \rho F \frac{\partial^2 u^{(2)}}{\partial t^2} - \frac{h_2 h_1}{4} \rho F \frac{\partial^2 \alpha^{(2)}}{\partial t^2} - \frac{h_1}{2c^2} \rho I_y \frac{\partial^2 u^{(2)}}{\partial t^2} + \frac{h_2 h_1}{4c^2} \rho I_y \frac{\partial^2 \alpha^{(2)}}{\partial t^2} \right) \right) + \left(-\frac{\partial M_{11}^{(1)}}{\partial x} + c \frac{\partial N_{11}^{(1)}}{\partial x} + \frac{h_1}{2} \frac{\partial N_{11}^{(1)}}{\partial x} + \frac{h_1}{4} \frac{\partial N_{11}^{(3)}}{\partial x} + \frac{h_1}{4c} \frac{\partial M_{11}^{(3)}}{\partial x} - \frac{h_1}{4c} \frac{\partial Q_{13}^{(3)}}{\partial x} \right) + \left(-M F_1^{(1)} + c \bar{F}_1^{(1)} + \frac{h_1}{2} \bar{F}_1^{(1)} + \frac{h_1}{4} \bar{F}_1^{(3)} + \frac{h_1}{4c} M F_1^{(3)} \right) + \left(-M q_1^{(1)} + c \bar{q}_1^{-(1)} + \frac{h_1}{2} \bar{q}_1^{-(1)} + \frac{h_1}{4} \bar{q}_1^{-(3)} + \frac{h_1}{4c} M q_1^{(3)} \right) \right] \delta \alpha^{(1)} = 0$$

$$\left[-\left(-\rho c F \frac{\partial^2 u^{(2)}}{\partial t^2} - \rho \frac{h_2}{2} F \frac{\partial^2 u^{(2)}}{\partial t^2} + \rho I_y \frac{\partial^2 \alpha^{(2)}}{\partial t^2} + \rho c^2 F \frac{\partial^2 \alpha^{(2)}}{\partial t^2} + \rho c \frac{h_2}{2} F \frac{\partial^2 \alpha^{(2)}}{\partial t^2} + \rho c \frac{h_2}{2} F \frac{\partial^2 \alpha^{(2)}}{\partial t^2} + \rho \frac{h_2^2}{4} F \frac{\partial^2 \alpha^{(2)}}{\partial t^2} + \frac{1}{4} \left(-\frac{h_2}{2} \rho F \frac{\partial^2 u^{(1)}}{\partial t^2} - \frac{h_1 h_2}{4} \rho F \frac{\partial^2 \alpha^{(1)}}{\partial t^2} + \frac{h_2}{2c^2} \rho I_y \frac{\partial^2 u^{(1)}}{\partial t^2} + \frac{h_1 h_2}{4c^2} \rho I_y \frac{\partial^2 \alpha^{(1)}}{\partial t^2} - \frac{h_2}{2} \rho F \frac{\partial^2 u^{(2)}}{\partial t^2} + \frac{h_2^2}{4} \rho F \frac{\partial^2 \alpha^{(2)}}{\partial t^2} - \right) \right)$$

MEXANIKA

$$\begin{aligned}
& -\frac{h_2}{2c^2} \rho I_y \frac{\partial^2 u^{(2)}}{\partial t^2} + \frac{h_2^2}{4c^2} \rho I_y \frac{\partial^2 \alpha^{(2)}}{\partial t^2} \Big) + \left(-\frac{\partial M_{11}^{(2)}}{\partial x} - c \frac{\partial N_{11}^{(2)}}{\partial x} - \frac{h_2}{2} \frac{\partial N_{11}^{(2)}}{\partial x} - \right. \\
& \left. -\frac{h_2}{4} \frac{\partial N_{11}^{(3)}}{\partial x} + \frac{h_2}{4c} \frac{\partial M_{11}^{(3)}}{\partial x} - \frac{h_2}{4c} \frac{\partial Q_{13}^{(3)}}{\partial x} \right) + \left(-MF_1^{(2)} - c\bar{F}_1^{(2)} - \frac{h_1}{2} \bar{F}_1^{(2)} - \frac{h_2}{4} \bar{F}_1^{(3)} + \right. \\
& \left. + \frac{h_2}{4c} MF_1^{(3)} \right) + \left(-Mq_1^{(2)} \delta \alpha^{(2)} - cq_1^{-(2)} - \frac{h_1}{2} q_1^{-(2)} - \frac{h_2}{4} q_1^{-(3)} + \frac{h_2}{4c} Mq_1^{(3)} \right) \Big] \delta \alpha^{(2)} = 0
\end{aligned} \tag{12}$$

$$\begin{aligned}
& \left[-\left(\rho F \frac{\partial^2 w_1}{\partial t^2} + \frac{1}{4} \left(\rho F \frac{\partial^2 w_1}{\partial t^2} + \rho \frac{1}{c^2} I_y \frac{\partial^2 w_1}{\partial t^2} + \rho F \frac{\partial^2 w_2}{\partial t^2} - \rho \frac{1}{c^2} I_y \frac{\partial^2 w_2}{\partial t^2} \right) + \right. \right. \\
& \left. \left. + \left(\frac{1}{2} \frac{\partial Q_{13}^{(3)}}{\partial x} + \frac{1}{2c} \frac{\partial M_{13}^{(3)}}{\partial x} \right) + \left(\bar{F}_3^{(1)} + \frac{1}{2} \bar{F}_3^{(3)} + \frac{1}{2c} MF_3^{(3)} \right) + \left(q_3^{-(1)} + \frac{1}{2} q_3^{-(3)} + \frac{1}{2c} Mq_3^{(3)} \right) \right] \delta w_1 = 0 \\
& \left[-\left(\rho F \frac{\partial^2 w_2}{\partial t^2} + \frac{1}{4} \left(\rho F \frac{\partial^2 w_1}{\partial t^2} - \rho \frac{1}{c^2} I_y \frac{\partial^2 w_1}{\partial t^2} + \rho F \frac{\partial^2 w_2}{\partial t^2} + \rho \frac{1}{c^2} I_y \frac{\partial^2 w_2}{\partial t^2} \right) + \right. \right. \\
& \left. \left. + \left(\frac{1}{2} \frac{\partial Q_{13}^{(3)}}{\partial x} - \frac{1}{2c} \frac{\partial M_{13}^{(3)}}{\partial x} \right) + \left(\bar{F}_3^{(2)} + \frac{1}{2} \bar{F}_3^{(3)} - \frac{1}{2c} MF_3^{(3)} \right) + \left(q_3^{-(2)} + \frac{1}{2} q_3^{-(3)} - \frac{1}{2c} Mq_3^{(3)} \right) \right] \delta w_1 = 0
\end{aligned}$$

Tabiiy umumlashgan boshlang'ich shartlar

$$\begin{aligned}
& \left[\rho F \frac{\partial u^{(1)}}{\partial t} + \rho c F \frac{\partial \alpha^{(1)}}{\partial t} + \rho \frac{h_1}{2} F \frac{\partial \alpha^{(1)}}{\partial t} + \frac{1}{4} \left(\rho F \frac{\partial u^{(1)}}{\partial t} + \frac{h_1}{2} \rho F \frac{\partial \alpha^{(1)}}{\partial t} + \frac{h_1}{2c^2} \rho I_y \frac{\partial \alpha^{(1)}}{\partial t} + \right. \right. \\
& \left. \left. + \frac{1}{c^2} \rho I_y \frac{\partial u^{(1)}}{\partial t} + \rho F \frac{\partial u^{(2)}}{\partial t} - \frac{h_2}{2} \rho F \frac{\partial \alpha^{(2)}}{\partial t} - \frac{1}{c^2} \rho I_y \frac{\partial u^{(2)}}{\partial t} + \frac{h_2}{2c^2} \rho I_y \frac{\partial \alpha^{(2)}}{\partial t} \right] \delta u^{(1)} \Big|_t = 0 \\
& \left[\rho F \frac{\partial u^{(2)}}{\partial t} - \rho c F \frac{\partial \alpha^{(2)}}{\partial t} - \rho \frac{h_2}{2} F \frac{\partial \alpha^{(2)}}{\partial t} + \frac{1}{4} \left(\rho F \frac{\partial u^{(1)}}{\partial t} + \frac{h_1}{2} \rho F \frac{\partial \alpha^{(1)}}{\partial t} - \frac{1}{c^2} \rho I_y \frac{\partial u^{(1)}}{\partial t} - \right. \right. \\
& \left. \left. - \frac{h_1}{2c^2} \rho I_y \frac{\partial \alpha^{(1)}}{\partial t} + \rho F \frac{\partial u^{(2)}}{\partial t} - \frac{h_2}{2} \rho F \frac{\partial \alpha^{(2)}}{\partial t} + \frac{1}{c^2} \rho I_y \frac{\partial u^{(2)}}{\partial t} - \frac{h_2}{2c^2} \rho I_y \frac{\partial \alpha^{(2)}}{\partial t} \right] \delta u^{(2)} \Big|_t = 0 \\
& \left[\rho c F \frac{\partial u^{(1)}}{\partial t} + \rho \frac{h_1}{2} F \frac{\partial u^{(1)}}{\partial t} + \rho I_y \frac{\partial \alpha^{(1)}}{\partial t} + \rho c^2 F \frac{\partial \alpha^{(1)}}{\partial t} + \rho c \frac{h_1}{2} F \frac{\partial \alpha^{(1)}}{\partial t} + \rho \frac{h_1}{2} c F \frac{\partial \alpha^{(1)}}{\partial t} + \right. \\
& \left. + \rho \frac{h_1^2}{4} F \frac{\partial \alpha^{(1)}}{\partial t} + \frac{1}{4} \left(\frac{h_1}{2} \rho F \frac{\partial u^{(1)}}{\partial t} + \frac{h_1^2}{4} \rho F \frac{\partial \alpha^{(1)}}{\partial t} + \frac{h_1^2}{4c^2} \rho I_y \frac{\partial \alpha^{(1)}}{\partial t} + \frac{h_1}{2c^2} \rho I_y \frac{\partial u^{(1)}}{\partial t} + \right. \right. \\
& \left. \left. + \frac{h_1}{2} \rho F \frac{\partial u^{(2)}}{\partial t} - \frac{h_2 h_1}{4} \rho F \frac{\partial \alpha^{(2)}}{\partial t} - \frac{h_1}{2c^2} \rho I_y \frac{\partial u^{(2)}}{\partial t} + \frac{h_2 h_1}{4c^2} \rho I_y \frac{\partial \alpha^{(2)}}{\partial t} \right) \right] \delta \alpha^{(1)} \Big|_t = 0 \\
& \left[-\rho c F \frac{\partial u^{(2)}}{\partial t} - \rho \frac{h_2}{2} F \frac{\partial u^{(2)}}{\partial t} + \rho I_y \frac{\partial \alpha^{(2)}}{\partial t} + \rho c^2 F \frac{\partial \alpha^{(2)}}{\partial t} + \rho c \frac{h_2}{2} F \frac{\partial \alpha^{(2)}}{\partial t} + \rho c \frac{h_2}{2} F \frac{\partial \alpha^{(2)}}{\partial t} + \right. \\
& \left. + \rho \frac{h_2^2}{4} F \frac{\partial \alpha^{(2)}}{\partial t} + \frac{1}{4} \left(-\frac{h_2}{2} \rho F \frac{\partial u^{(1)}}{\partial t} - \frac{h_1 h_2}{4} \rho F \frac{\partial \alpha^{(1)}}{\partial t} + \frac{h_2}{2c^2} \rho I_y \frac{\partial u^{(1)}}{\partial t} + \frac{h_1 h_2}{4c^2} \rho I_y \frac{\partial \alpha^{(1)}}{\partial t} - \right. \right.
\end{aligned}$$

MEXANIKA

$$\begin{aligned}
& \left. -\frac{h_2}{2} \rho F \frac{\partial u^{(2)}}{\partial t} + \frac{h_2^2}{4} \rho F \frac{\partial \alpha^{(2)}}{\partial t} - \frac{h_2}{2c^2} \rho I_y \frac{\partial u^{(2)}}{\partial t} + \frac{h_2^2}{4c^2} \rho I_y \frac{\partial \alpha^{(2)}}{\partial t} \right] \delta \alpha^{(2)} \Big|_t = 0 \\
& \left[\rho F \frac{\partial w_1}{\partial t} + \frac{1}{4} \left(\rho F \frac{\partial w_1}{\partial t} + \rho \frac{1}{c^2} I_y \frac{\partial w_1}{\partial t} + \rho F \frac{\partial w_2}{\partial t} - \rho \frac{1}{c^2} I_y \frac{\partial w_2}{\partial t} \right) \right] \delta w_1 \Big|_t = 0 \\
& \left[\rho F \frac{\partial w_2}{\partial t} + \frac{1}{4} \left(\rho F \frac{\partial w_1}{\partial t} - \rho \frac{1}{c^2} I_y \frac{\partial w_1}{\partial t} + \rho F \frac{\partial w_2}{\partial t} + \rho \frac{1}{c^2} I_y \frac{\partial w_2}{\partial t} \right) \right] \delta w_2 \Big|_t = 0 \quad (13)
\end{aligned}$$

Tabiiy umumlashgan chegaraviy shartlar:

$$\begin{aligned}
& \left[-\left(N_{11}^{(1)} + \frac{1}{2} N_{11}^{(3)} + \frac{1}{2c} M_{11}^{(3)} \right) + \left(\bar{f}_1^{(1)} + \frac{1}{2} \bar{f}_1^{(3)} + \frac{1}{2c} M f_1^{(3)} \right) \right] \delta u^{(1)} \Big|_x = 0 \\
& \left[-\left(N_{11}^{(2)} + \frac{1}{2} N_{11}^{(3)} - \frac{1}{2c} M_{11}^{(3)} \right) + \left(\bar{f}_1^{(2)} + \frac{1}{2} \bar{f}_1^{(3)} - \frac{1}{2c} M f_1^{(3)} \right) \right] \delta u^{(2)} \Big|_x = 0 \\
& \left[-\left(-M_{11}^{(1)} + c N_{11}^{(1)} + \frac{h_1}{2} N_{11}^{(1)} + \frac{h_1}{4} N_{11}^{(3)} + \frac{h_1}{4c} M_{11}^{(3)} \right) + \right. \\
& \left. + \left(-M f_1^{(1)} + c \bar{f}_1^{(1)} + \frac{h_1}{2} \bar{f}_1^{(1)} + \frac{h_1}{4} \bar{f}_1^{(3)} + \frac{h_1}{4c} M f_1^{(3)} \right) \right] \delta \alpha^{(1)} \Big|_x = 0 \\
& \left[-\left(-M_{11}^{(2)} - c N_{11}^{(2)} - \frac{h_2}{2} N_{11}^{(2)} - \frac{h_2}{4} N_{11}^{(3)} + \frac{h_2}{4c} M_{11}^{(3)} \right) + \right. \\
& \left. + \left(-M f_1^{(2)} - c \bar{f}_1^{(2)} - \frac{h_2}{2} \bar{f}_1^{(2)} - \frac{h_2}{4} \bar{f}_1^{(3)} + \frac{h_2}{4c} M f_1^{(3)} \right) \right] \delta \alpha^{(2)} \Big|_x = 0 \\
& \left[-\left(\frac{1}{2} Q_{13}^{(3)} + \frac{1}{2c} M_{13}^{(3)} \right) + \left(\bar{f}_3^{(1)} + \frac{1}{2} \bar{f}_3^{(3)} + \frac{1}{2c} M f_3^{(3)} \right) \right] \delta w_1 \Big|_x = 0 \\
& \left[-\left(\frac{1}{2} Q_{13}^{(3)} - \frac{1}{2c} M_{13}^{(3)} \right) + \left(\bar{f}_3^{(2)} + \frac{1}{2} \bar{f}_3^{(3)} - \frac{1}{2c} M f_3^{(3)} \right) \right] \delta w_2 \Big|_x = 0
\end{aligned} \quad (14)$$

Hisoblash algoritmi: Fazoviy statik va dinamik yuklangan sterjen tenglamalari (12), (13) va (14) hisoblash algoritmini ishlab chiqishda ularning vektor ko‘rinishida quyidagicha keltirish mumkin.

Sterjennig tebranish tenglamasi:

$$M \frac{d^2 \bar{U}}{dt^2} + A \frac{d^2 \bar{U}}{dx^2} + B \frac{d \bar{U}}{dx} + C \bar{U} + D \bar{F} = 0 \quad (15)$$

Tabiiy boshlang‘ich va chegaraviy shartlar:

$$[\bar{M}] \left[\frac{\partial \bar{U}^k}{\partial t} \right] \Big|_t = 0, \quad (16)$$

$$[\bar{B}] \frac{\partial \bar{U}^k}{\partial x} + [\bar{C}] \bar{U}^k + [\bar{D}] \bar{F}_{che} = 0, \quad (17)$$

Tenglamaning vektorli ko‘rinishi (15), (16), (17) formulalarda $M, A, B, C, D, \bar{M}, \bar{B}$ matrisasalardir [11-12].

Hisoblash algoritmini ishlab chiqishda chekli ayirmalar usulining oshkormas sxemasidan foydalanib tenglamani quyidagi ko‘rinishga keltiramiz [13]:

$$\tilde{A}_i \vec{U}_{i-1,j+1} - \tilde{C}_i \vec{U}_{i,j+1} + \tilde{B}_i \vec{U}_{i+1,j+1} = \vec{F}_i. \quad (18)$$

Uch diagonalli tenglamalar tizimi (18) ifodani matrisali haydash usuli orqali quyidagicha yozib olamiz:

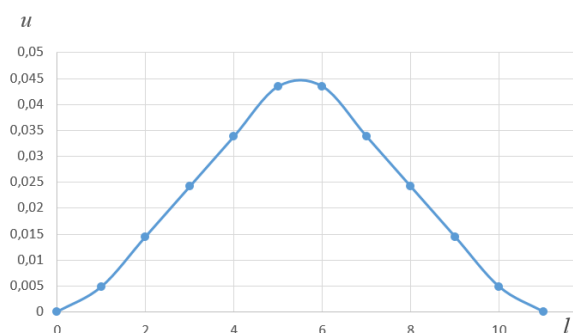
$$\vec{U}_{i,j+1} = \vec{\alpha}_{i+1} \vec{U}_{i+1,j+1} + \vec{\beta}_{i+1},$$

Bu yerda $\vec{\alpha}_{i+1}$ va $\vec{\beta}_{i+1}$ noma'lum ko'effitsiyentlar quyidagi ko'rinishdagi

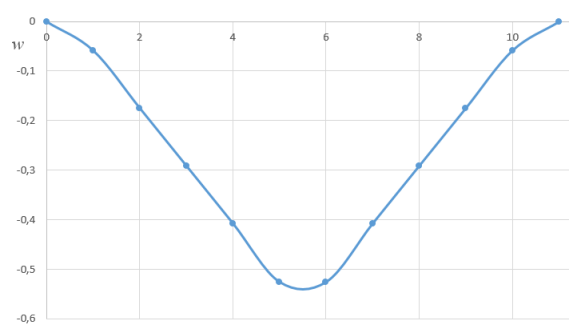
$$\vec{\alpha}_{i+1} = -\frac{\tilde{B}_i}{\tilde{A}_i \cdot \alpha_i - \tilde{C}_i}; \quad \vec{\beta}_{i+1} = \frac{\vec{F}_i - \tilde{A}_i \beta_i}{\tilde{A}_i \cdot \alpha_i - \tilde{C}_i}; \quad (i = 1, 2, \dots, n-1).$$

formulalar yordamida topiladi.

Ikki tomoni qattiq mahkamlangan uch qatlamli sterjenga 50 kN kuch ta'sir qilgandagi deformatsiyalanganligini tekshiramiz. Uzunligi $l=2000$ mm, eni $b=200$ mm va balandliklari $h_1=5$ mm, $h_2=5$ mm, $h_3=190$ mm o'lchamlarga teng.



1-rasm. X o'qi bo'yicha ko'ndalang kesimning maraziy o'qiga nisbatan umumiy ko'chishi



2-rasm. Z o'qi bo'yicha ko'ndalang kesim makazuy o'qiga nisbatan umumiy ko'chishi

Xulosa. Fazoviy yuklanishlardagi uch qatlamli sterjen masalalarini Ostrogradskiy-Gamilton tamoyili asosida tuzulgan matematik modelning sonli natijalar olishda matrisali haydash usuli boshqa usullardan bir muncha aniqligi hamda qulayligini ko'rish mumkin.

ADABIYOTLAR

1. Кабулов В.К. Алгоритмизация в теории упругости и деформационной теории пластичности. - Ташкент: Фан, 1966. – 391 с.
2. Плещачевский Ю. Деформирование металлополимерных систем / Минск:Бел. наука., 2004. 342 с.
3. Старовойтов Э. Трехслойные стержни в терморрадиационных полях. / Минск.: Беларуская наука, 2017. 275 с.
4. Anarova Sh.A., Yuldashev T. Derivation of Differential Equations of Oscillation of Rods in Geometrically Nonlinear Statement, Problems of Computational and Applied Mathematics. Tashkent, (2018). № 2. - Pp. 72-105.
5. С.П.Тимошенко, Дж. Гудьер — “Теория упругости”Перевод с английского М.Н.Рейтмана. М.: — “Наука” 1979.
6. Anarova Sh.A., Nuraliyev F.M., Usmonov B.Sh., Chulliyev Sh.I. Numerical solution of the problem of spatially loaded rods in linear and geometrically nonlinear statements.
7. International Journal of Engineering & Technology, 7 (4) (2018) 4563-4569.
8. Sh Anarova and Sh Ismoilov. Mathematical simulation of stress-strain state of loaded rods with account of transverse bending. 2019 J. Phys.: Conf. Ser. 1260 102002.

МЕХАНИКА

9. T.R. Rashidov, T.Yuldashev, D.A. Bekmirzaev. Seismodynamics of underground pipelines with arbitrary direction of seismic loading // Soil Mechanics and Foundation Engineering. Vol. 55. New York. 2018. Pp. 243-248.
10. Анарова Ш.А., Шокиров Д.А., Исмоилов Ш.М. Современное состояние и постановка задачи исследования трёхслойных стержней // Проблемы вычислительной и прикладной математики. – 2022. – № 4(42). – С. 54-78.
11. Анарова Ш.А., Шокиров Д.А., Исмоилов Ш.М. Современное состояние и постановка задачи исследования трёхслойных стержней // Проблемы вычислительной и прикладной математики. – 2023. – № 5(52). – С. 56-82.
12. Т. Юлдашев, А.И. Исомиддинов. Алгоритмы решения системы дифференциальных уравнений второго порядка и сравнительный анализ результатов // Узб. журнал «Проблемы информатики и энергетики». – Ташкент, 2011. – №2. – С. 29-34.
13. Ш.А. Анарова, А.И. Исомиддинов, Ш.М. Исмоилов. Численный анализ процессов колебаний пространственно-нагруженных стержней // Проблемы вычислительной и прикладной математики. - 2019. - № 5(23). - С. 29–44.
14. S. Anarova, S. Ismoilov and D. Shokirov, "Nonlinear Mathematical Model of Oscillation Processes of Spatially Loaded Rods with Account for Temperature," 2021 International Conference on Information Science and Communications Technologies (ICISCT), Tashkent, Uzbekistan, 2021, pp. 1-5, doi: 10.1109/ICISCT52966.2021.9670072.

УДК. 621.9

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ МАРОК БЫСТРОРЕЖУЩИХ СТАЛЕЙ

Тоиров Муртоза Шавкидинович

Навоийский государственный горно-технологический университет, PhD доктор, доцент.

E-mail: toiro.murtoza@mail.ru

Шавкидинова Нигина Муртоза кизи

студентка Ташкентского Фармацевтического института. E-mail: niginamurtozayevna@gmail.com

Аннотация. В этой статье анализируются различные марки современных высоколегированных быстрорежущих сталей, из которых изготавливают основную долю разных металлорежущих инструментов. Рассмотрен анализ их химического состава, механических, структурных и технологических свойств быстрорежущей стали. Обсуждаются различные процессы упрочняющих обработок сталей различных марок для замены твёрдосплавов.

Abstract. This article discusses various grades of modern high-alloy high-speed steels, from which the bulk of various metal-cutting tools are made. The article discusses the analysis of their chemical composition and characteristics of mechanical properties, structural and technological properties. Various processes of hardening treatments for steels of various grades to replace hard alloys are discussed.

Annotatsiya. Ushbu maqolada, zamonaviy tezkesar po'latlarning turli markadagi qotishmalari muhokama qilingan, volframli qattiq qotishmalardan tayyorlanayotgan kesuvchi asboblar o'rniga, zamonaviy markadagi tezkesar polatlardan tayyorlab metallarga metallarga ishlov berish mumkinligi haqida aniq ma'lumotlar keltirilgan. Maqolada tezkesar po'latlarning kimyoviy tarkibi, mexanik, struktura va texnologik xususiyatlarining tahlili ko'rib chiqilgan.

Ключевые слова: быстрорежущая сталь, химико-термическая обработка (ХТО), закалка, отпуск, нормализация, механические свойства, твердость, упрочнение, режущий инструмент, металлический сплав.

Key words: high-speed steel, chemical thermal treatment (CHT), hardening, tempering, normalization, mechanical properties, hardness, hardening, cutting tool, metal alloy.

Kalit so'zlar: tezkesar po'latlar, kimyoviy termik ishlov berish (KTIB), toblash, normallash, mexanik xossalari, qattqlik, mustahkamlash, kesuvchi asboblar, metal qotishmalari.

Введение. Быстрорежущие стали – это легированные стали, предназначенные главным образом для изготовления металлорежущего инструмента, работающего при высоких скоростях резания. Впервые быстрорежущий металл для производства инструментов использовали британские инженеры. Изделия из такого сплава применяют для работы с металлами разной твердости, поэтому сталь называется rapidsteel, что переводится как «высокоскоростная».

Это свойство и английское выражение послужило основанием для записи типа быстрорежущих сталей и их марок в виде обозначения буквой «Р». В маркировке быстрорежущей стали буква Р означает, что сталь быстрорежущая, а следующая за буквой цифра – содержание средней массовой доли вольфрама в процентах, химический состав быстрорежущей стали приведена в *1-таблице*. Могут быть такие легирующие элементы, как: М – молибден, Ф – ванадий. Цифры, следующие за буквами, означают их среднюю массовую долю в %. Приведем пример расшифровки на примере стали Р6М5, Р6М5К5 – сталь инструментальная быстрорежущая с содержанием вольфрама 6%, молибдена 5%, кобальта 5%. Рассматривая характеристики быстрорежущих сталей, следует отметить, что

материал подобного типа специально создается для эксплуатации при высоком показателе трения, который возникает на моменту резания [1].

Объекты и методы исследований. В современном машиностроительном производстве обработка резанием по-прежнему играет ведущую роль. Поскольку основной путь повышения эффективности обработки резанием — работа с максимальной производительностью, наблюдается тенденция дальнейшего повышения скоростей резания, что, в свою очередь, требует повышения эффективности режущего инструмента. Производительность и стойкость режущего инструмента в значительной степени зависят от свойств инструментальных материалов [1,2].

1-Таблица.

Химический состав быстрорежущих сталей с карбидным упрочнением в %

Марка стали	Химический состав, %					
	C	W	Mo	Cr	V	Прочие
Стали умеренной теплостойкости (615...620 °C)						
P18	0,75	18,00	до 1,00	4,00	1,20	–
P12	0,85	12,00	–	3,70	1,70	–
P6M5	0,88	6,00	5,00	4,00	1,90	–
10P6M5МП	0,97	6,00	5,20	4,10	1,90	–
Стали повышенной теплостойкости (630...650)						
P12Ф3	1,00	12,70	до 1,00	3,70	2,70	–
P8M3K6C	1,00	8,00	1,70	3,70	17,00	6,30Co
P9M4K8	1,05	9,00	4,10	3,30	2,30	8,00Co
P12M3ФK8	1,30	12,00	3,10	4,00	2,10	8,00Co
Стали пониженной теплостойкости (низколегированные)						
P3M3Ф2	0,98	2,80	2,70	4,50		2,90
11P3AM3Ф2	1,07	2,90	2,75	4,05	2,40	0,11 N
ЭП973	0,64	–	2,90	6,00	2,80	0,20 N
P2M5	1,00	2,00	5,10	4,00	1,10	0,65 N
P2M2Ф3	1,00	2,00	1,70	3,50	3,10	–
11M5Ф	1,06	–	5,50	4,00	1,40	–
РОМ4**	0,85	–	4,40	4,20	1,00	–
РОМ4Ф***	0,90	–	4,20	4,20	1,00	–

Состав быстрорежущей инструментальной стали существенно повышает твердость металла, за счет чего он может работать на повышенной скорости. Быстрорежущие стали обладают высокой прочностью, могут успешно работать на большой глубине резания (сверла) и на высоких скоростях подачи (резцы, сверла и др.) Характеристики быстрорежущей стали:

- Теплостойкость. Теплостойкость быстрорезов составляет 600-650 градусов в зависимости от состава и обработки.
- Твердость. Твердость быстрорезов – HRC 68-70. Стали быстрорежущих марок обладают даже меньшей твердостью по сравнению с обычными углеродистыми, если температура резания находится в нормальных пределах.
- Скорость резания. Первые инструменты из быстрорежущей стали допускали скорость резания 18 м/мин, затем появились инструменты со скоростью резания 35 м/мин. В настоящее время существуют скорости резания 60 м/мин и более.
- Износостойкость. Данный параметр у быстрорежущих сталей в 3-5 раз выше, чем у

углеродистых и легированных сталей.

- Красностойкость. Данный параметр любого металла характеризует период времени, в течение которого инструмент, изготовленный из него, способен выдерживать высокую температуру, не теряя своих первоначальных характеристик. Быстрорежущие стали в качестве материала для изготовления режущего инструмента не имеют себе равных по данному параметру. Данный параметр у быстрорезов составляет приблизительно 4 часа.

Отдельное внимание стоит уделить горячей твердости, так как именно этот показатель в первую очередь и отличает быстрорежущую сталь от других сплавов. Это твердость, сохраняемая в горячем состоянии. Как известно, любой инструмент, используемый для выполнения обработки резанием, в процессе такой обработки интенсивно нагревается. В результате нагрева обычные инструментальные стали подвергаются отпуску, что в итоге приводит к снижению твердости инструмента. Такого не происходит, если для изготовления была использована быстрорежущая сталь, которая способна сохранять свою твердость даже при нагреве инструмента до 600 градусов. Что характерно, стали быстрорежущих марок, которые часто называют быстрорезами, обладают даже меньшей твердостью по сравнению с обычными углеродистыми, если температура резания находится в нормальных пределах, то есть в пределах 200 градусов.

Рассматривая применение износостойкого металла следует уделить внимание тому, что конкретный состав металла определяет его эксплуатационные качества, приведенное в 2,3-таблицах. Инструмент, изготовленный из подобного металла, может выдерживать длительную эксплуатацию. Область применения достаточно обширна. Рассмотрим область применения быстрорежущих сталей в зависимости от марок [3,4].

2-Таблица

Область применения марок быстрорежущей стали

Марка стали	Область применения
Сталь P18	Для всех видов режущего инструмента при обработке углеродистых и легированных конструкционных сталей
Сталь P12	Та же, что и для стали P 18, также для обработки некоторых видов коррозионностойкой стали
Сталь P6M5	Для изготовления резьбонарезного инструмента; для инструмента, работающего с ударными нагрузками
10P6M5MP	Для черновых и полужерновых инструментов при обработке легированных и коррозионностойких сталей

3-Таблица

Назначение марок быстрорежущей стали

Марка стали	Назначение
Сталь P9	Резцы, сверла, фрезы, плашки, пилы, деревообрабатывающий инструмент
Сталь P12	Фасонный режущий инструмент — фрезы, протяжки, метчики, плашки, резьбонарезные гребенки и др.
Сталь P18	Метчики резьбовые фрезы, гребенки
Сталь P6M5	Режущие инструменты для обработки металла всех видов
Сталь 10P6M5	Инструменты для обработки резанием конструкционных сталей, медицинские инструменты
Сталь P12Ф4К5	Инструменты для обработки резанием труднообрабатываемых сталей

Чтобы сверла, зенковки и прочие режущие изделия стали более твердыми,

МЕХАНИКА

стойкими к коррозии и износу, их дополнительно обрабатывают, используя методы химико-термической обработки. При нагревании изделий в определенной жидкой или газовой среде нужные вещества проникают в атомную кристаллическую решетку железа.

Азотирование – поверхность насыщают азотом в газовой среде (80% азота и 20% аммиака, либо 100% аммиак). За 10-40 минут при температуре 500-600°C поверхностная оболочка укрепляется.

Цианирование – насыщение цинком поверхности в газовой или жидкой среде. Может проходить при высоких и средних температурах, длится от 5 до 45 минут. Высокотемпературный процесс проходит при t 800-900°C, низкотемпературный при 500-600°C градусах. Насыщение поверхности инструмента цинком придает ему отличную стойкость к износу.

Сульфидирование – насыщение изделий серой в течение 2-3 часов. Материал нагревают в серно-азотистых солях при t 550-600°C. Процесс также повышает износостойкость режущих кромок.

Для получения максимальной твердости и теплостойкости после ХТО и закалки от 1220 °C рекомендуется проводить отпуск при 600 °C, что интенсифицирует процесс дисперсионного твердения стали. После термической обработки стали по выбранному режиму рабочая твердость слоя возрастает до 67-69 HRC, теплостойкость (для 60 HRC) равна 675 °C, а ударная вязкость $KC = 0,20$ МДж/м². Установлено, что с целью повышения ударной вязкости рекомендуется первый отпуск проводить при 560 °C, а второй и третий – при 600 °C. После отпуска по такому режиму ударная вязкость стали возрастает до 0,26 МДж/м² [4,5].

Установлено, что инструмент из стали типа Р6М5 подвергнутый ХТО, не уступает по твердости и износостойкости инструменту из двухкарбидных твердых сплавов типа ВК при снижении удельных затрат на материал в 1,2 раза, и затрат на вспомогательные материалы на 15-20% [1,2,7,8]. Это позволяет рекомендовать разработанные технологии изготовления режущих инструментов для штучное и мелкосерийных предприятий машиностроения, часовой промышленности, промышленности для изготовления медицинских инструментов, электроники и др. Трудно деформируемая сложнелегированная быстрорежущая горячекатаная сталь Р6М5 (0,9% С; 6,0 % W; 5,3% Мо; 1,95% V; 4,0% Cr) в состоянии поставки (после отжига) является основной среди быстрорежущих сталей нормальной теплостойкости и широко применяется для производства быстрорежущих инструментов.

Полученные результаты. Эксперименты показали, что при сверхвысоких скоростях интенсивность износа снижается по сравнению с обычным резанием. Уже сегодня в ведущих странах мира используется высоко - и сверхскоростная обработка на скоростях резания 500-1500 м/мин и более, что оказывается возможным лишь при условии создания новых видов инструментальных материалов и более совершенных станков. Из-за высоких затрат на смазочно-охлаждающие средства (до 16% себестоимости обработки деталей) в настоящее время большое внимание уделяется так называемой «сухой обработке» резанием, также без применения смазочно-охлаждающих жидкостей.

В тех случаях, когда полный отказ от них невозможен, например, при сверлении, рекомендуется обработка с применением минимального количества СОЖ, так называемая MMS-технология (Minimalmengenschmierung), которая заключается в охлаждении зоны резания с небольшим количеством СОЖ, подаваемой под давлением до 0,6 МПа с помощью потока воздуха. Расход СОЖ, превращаемой в этом случае в аэрозоль, обычно не превышает 80 мл/ч. При этом исключаются затраты на подготовку и утилизацию СОЖ, очистку стружки и т.д. Так, например, по данным фирмы «Gühring» (Германия), при

МЕХАНИКА

глубоком сверлении алюминиевого сплава ружейными сверлами отверстий диаметром 10 мм и глубиной 200 мм при таком способе подачи масляной СОЖ (через внутренние отверстия в сверле) удалось повысить стойкость инструмента в 4 раза, подачу – в 3 раза, а скорость резания увеличить с 130 до 160 м/мин.

Повышение жесткости и ветроустойчивости режущих инструментов позволяют повысить их стойкость, увеличить подачу, а следовательно, производительность процесса резания. У осевых инструментов это достигается за счет увеличения площади поперечного сечения корпусов инструментов и максимально возможного сокращения длины рабочей части, при обработке глубоких отверстий – за счет применения дополнительных опор в виде направляющих, стеблевых люнетов, виброгасителей и других устройств. При проектировании многолезвийных режущих головок, большое значение приобретает вопрос рационального распределения нагрузки между режущими зубьями (кромками), такая разработка оптимальна для резания металлов.

Например, при проектировании целноизготовленной (рис.1.) планетарной режущей головки используется современная быстрорежущая сталь Р6М5. В технологическом процессе это позволяет нам повысить надежность работы резания режущего инструмента, интенсифицирует режимы резания, обеспечит быструю сменность при их износе, так-как особенно важно при вырезке отверстий на любой металлоконструкции и деталях трубопроводов (рис.3.). Это новоизобретенная конструкция (планетарная режущая головка), позволяет создать широкую номенклатуру для изготовления корончатых планетарных резцов и других видов инструментов новейших конструкций.

С ростом технического прогресса современные машины становятся все более мощными и скоростными, для повышения надежности и долговечности деталей машин, обеспечения безвибрационной и динамических перегрузок, предъявляются высокие требования к точности размеров, формам и качеству поверхностей их деталей. В связи, в первую очередь ужесточают требования к точности режущих инструментов. Инструменты для производства характеризуются еще более узкими допусками на исполнительные размеры и биение режущих кромок, качество поверхностей детали и выход стружки из срезаемых отверстий приведенных на рисунке 4.

Практически доказанно что любой режущий инструмент, изготовленный из стали типа Р6М5 и другой, подвергнутые на нитроцементации, не уступают по твердости и износостойкости твердосплавам типа «ВК4, ВК6, Т15К10 и Т5К10», по этому при снижении удельных затрат составляет на материал в Р6М5 и другие быстрорежущие стали 1,2 раза [6,7,8]. Это позволяет нам дать рекомендацию предприятиям, изготавливать специальные режущий инструменты (*планетарная режущая головка*) из быстрорежущей стали, для вырезки заготовок из листового проката (рис-3), для изготовления деталей трубопроводов (фланцы, заглушки разного диаметра и разного давление Ду и РУ а также фланцевый патрубки) до 2,5 МПа.

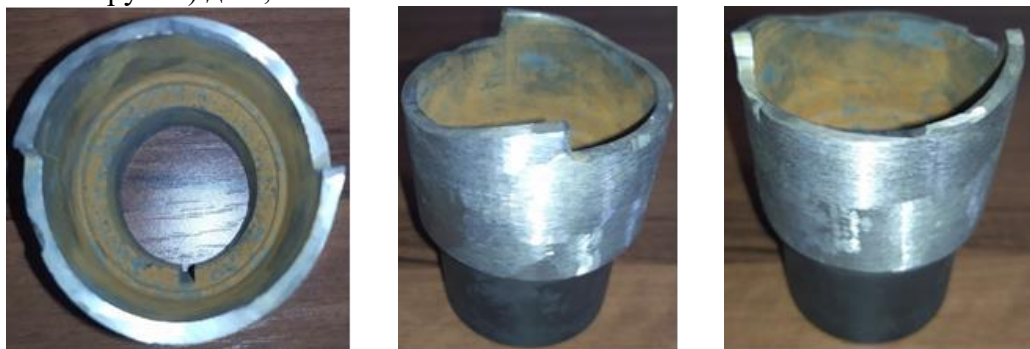
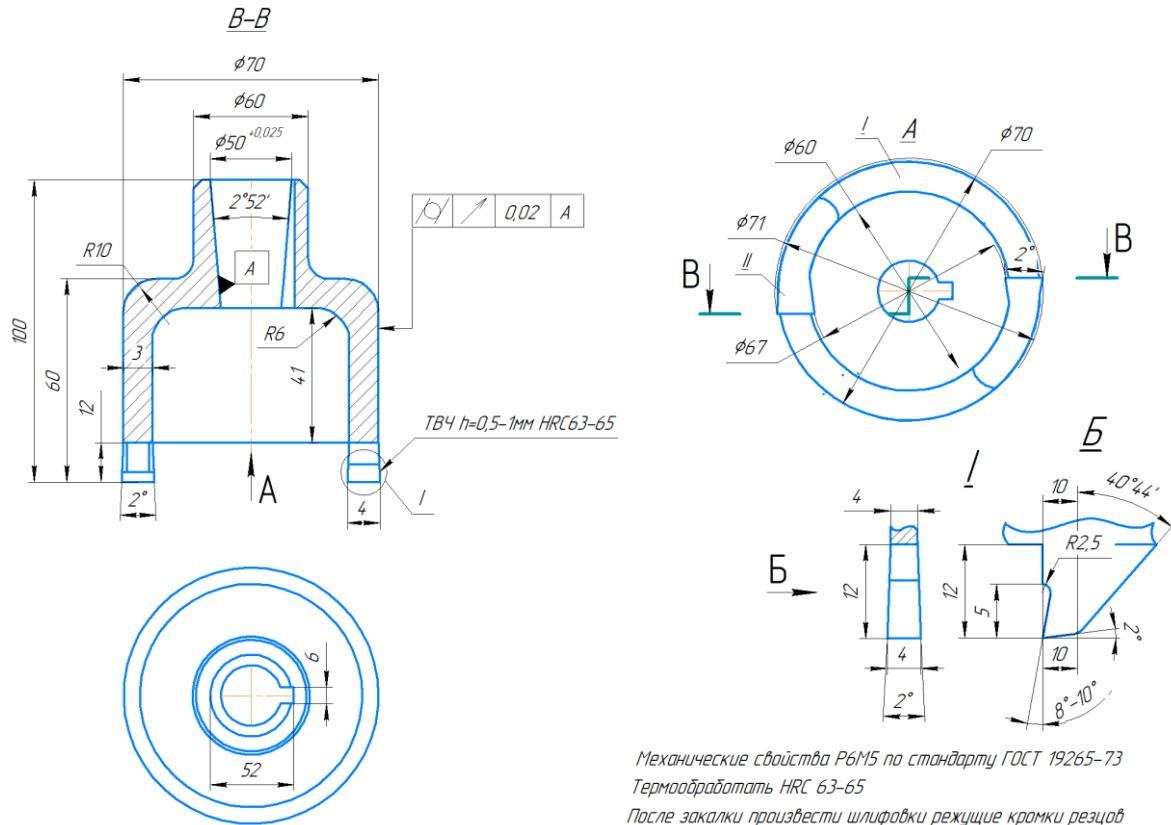


Рис-1. Изобретенная планетарная режущая головка.



Механические свойства Р6М5 по стандарту ГОСТ 19265-73
Термообработка HRC 63-65
После закалки произвести шлифовку режущие кромки резцов

Рис-2. Чертеж изобретенной планетарной режущей головки.



Рис-3. Процесс резания прокатных листов.

Одним из методов упрочнения режущего инструмента является метод лазерной закалки. Этот метод повышает работоспособность режущего инструмента в 2,5-5 раз за счет регулирования энергетических параметров при лазерной обработке в широком интервале, возможности обработки в воздухе без защитных газов, отсутствие твердых отходов при нагреве и охлаждении; сохранения высокой твердости быстрорежущих сталей, полученной в результате лазерной закалки, которая сохраняется и после отпуска за счет повышения износостойкости быстрорежущих сталей.

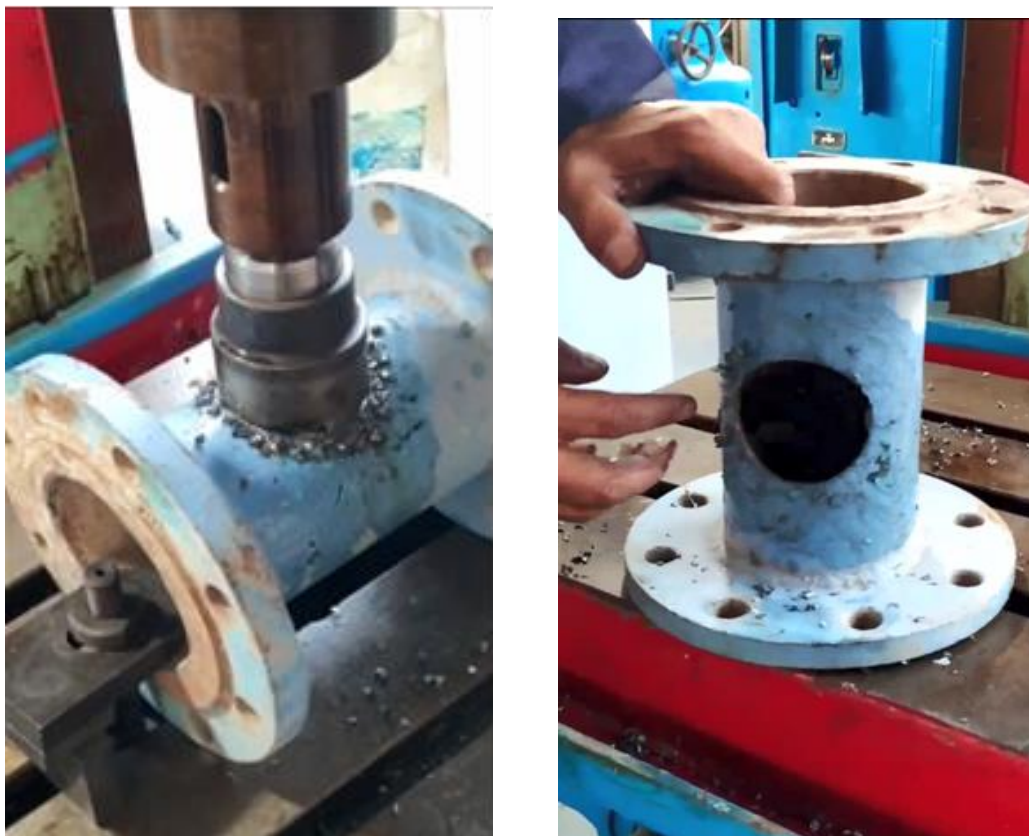


Рис-4. Процесс резание детали трубопроводов .

После выполнения перечисленных технологий режущая часть инструмента должна пройти заточку, шлифовку. Марка стали P18 используется для производства деталей, которые должны обладать повышенными эксплуатационными качествами. За счет внутренней структуры с мелкими зёрнами сплав показывает отличную износостойкость. Также данная марка отличается от прочих тем, что при термической обработке изделия из быстрорежущих сталей не происходит перегрева. Из сталей марки P18 нельзя произвести высокоточный инструмент, так как заготовки невозможно обработать и хорошо отшлифовать.

Хорошими качествами в отношении прочности и пластичности, в отложенном виде одлаждает материал с обозначением быстрорежущей стали P12, свойства которого аналогичны к металлу P18.

Заключение:

- практический доказано, что режущие головки из быстрорежущие стали производстве при резание металлов не уступает по твердости относительно по сравнение твёрдые сплавов.
- изобретенная режущая головка по технологическому параметру не уступает от заграничного аналогов.
- изобретенная режущая удобно для вырезки отверстий особенно для изготовление для детали трубопроводов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чаус А.С. Особенности микроструктуры W-Mo-быстрорежущей стали, модифицированной диборидом титана / А.С. Чаус, Ф.И. Рудницкий, М.О. Богачик., Г.Ю. Урадник // *Металловедение и термическая обработка металлов*. -2010. -№12. - С.3-8.
2. Креймер Г.С. Прочность твёрдых сплавов. М.Металлургия, 1966. 200 с.

МЕХАНИКА

3. Зубков Н.С. Изготовление наплавленного металлорежущего инструмента / Н.С. Зубков, В.А. Тютяев, Е.Н. Зубкова. - Тверь: Изд-во ТГТУ, 1998. - 124 с.
4. Васин С.А., Верещака А.С., Кушнер В.С. Резание материалов: Термомеханический подход к системе взаимосвязей при резании: Учеб. для техн. вузов. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. - 448 с.
5. Барабонова И.А. Технологическая прочность быстрорежущей стали при газолазерной резке / И.А. Барабонова, М.Н. Елицкий, Л.Е. Афанасьева, Н.С. Зубков // Материалы 10-ой Международной научно-практической конференции «Технология ремонта, восстановления и упрочнения деталей машин, механизмов, оборудования, инструмента и технологической оснастки». - Санкт-Петербург. -2008.-С. 37-41.
6. Арляпов А.Ю., Галин Н.Е., Ким А.Б., Сбоев В.Н. Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Резание материалов и режущий инструмент» – Томск, 2012, - 35 с.
7. Артамонов Е.В., Ефимович И.А., Смолин Н.И., Утешев М.Х. Напряженно-деформированное состояние и прочность режущих элементов инструментов. — М.: Недра, 2001.-199 с.
8. Andilevko S.K., Shilkin V.A., Usherenko S.M. Some Results of the Experimental Investigations of the Super-Deep Penetration. // Shock Waves in Condensed Matter.: Proc. of Int. Cent. St. Petersburg

UDK 631.356.4.02

**MOTOBLOKKA ISHLAB CHIQILGAN KULTIVATOR YUMSHATKICH
PANJASINING PARAMETRLARINI NAZARIY ASOSLASH**

To'xtaqoziev Abdusalim

Qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash ilmiy-tadqiqot instituti, laboratoriya rahbari, t.f.d., professor

Norchaev Davron Rustamovich

Qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash ilmiy-tadqiqot instituti, direktor maslahatchisi, t.f.d., professor
davron_1983k@mail.ru

G'aybullaev Burxonjon Shermatjonovich

Qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash ilmiy-tadqiqot instituti, Ilmiy kotib, texnika fanlari bo'yicha PhD, katta ilmiy
xodim, burxon83@mail.ru

Xayitov Abdulla Nurmatovich

Urganch davlat universiteti, katta o'qituvchi, abdullaxayitov250@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada turli tuproq iqlim sharoitlariga mos bo'lgan yuqori hosildor kartoshka ekinlarini tanlash, ularni yetishtirishda ilmiy asoslangan zamonaviy texnologiyalardan foydalanish, O'zbekiston respublikasi tuproq iqlim sharoitida kartoshka yetishtirishning hozirgi holati va dolzarbligi hamda qanday texnikalarni qo'llash zarurligi, tomorqa yoki kichik fermer xo'jaliklarida kartoshka yetishtirish uchun motoblok va u bilan qo'shib ishlatiladigan kultivator yumshatkich panjasining parametrlarini asoslash bo'yicha o'tkazilgan nazariy tadqiqotlarning natijalari keltirilgan. O'tkazilgan tadqiqotlar natijalariga ko'ra, sabzavotchilik kultivatorining yumshatkich panjasining uvalash burchagi mos ravishda 25-30°, yumshatkich panjaning eni kamida 3 sm, ishchi sirtining uzunligi 17,5 sm bo'lishi lozimligi aniqlangan.

Annotation. The article discusses the selection of high-yielding potato crops suitable for various soil and climatic conditions, the use of modern, science-based technologies in their cultivation, the current state and relevance of potato cultivation in the soil and climatic conditions of the Republic. In Uzbekistan, and the need to use what kind of equipment, a walk-behind tractor for growing potatoes in household or small-scale farms is presented, and along with it the results of theoretical studies conducted on the basis of the parameters of the cultivator's pointed paw used. Based on the research results, it was determined that the sharpening angle of the grip of the pointed paw of a vegetable cultivator should be 25-30°, the grip width of the pointed paw should be at least 3 cm, and the length of the working surface should be 17.5 cm.

Аннотация. В статье рассмотрен выбор высокоурожайных культур картофеля пригодных для различных почвенно-климатических условий, использования современных, научно обоснованных технологий при их возделывании, современное состояние и актуальность возделывания картофеля в почвенно-климатических условиях Республики. В Узбекистане и необходимости использования какой техники представлен мотоблок для выращивания картофеля в приусадебных или мало контурных фермерских хозяйствах и вместе с ним результаты теоретических исследований, проведенных на основе параметров применяемой стрелчатой лапы культиватора. По результатам исследований определено, что угол заточки захвата стрелчатой лапы овощеводческого культиватора должен составлять 25-30°, ширина захвата стрелчатой лапы должна быть

не менее 3 см, а длина рабочей поверхности должна быть 17,5 см.

Kalit so'zlar: motoblok, sabzavotchilik kultivatori, yumshatkich panja, yumshatkich panjaning uvalash burchagi, uning eni, ishchi sirtining egrilik radiusi, tayanch g'ildiraklar, osish qurilmasi, tuproq, tuproqning ezilishiga solishtirma qarshiligi, tortishga qarshilik.

Keywords: walk-behind tractor, vegetable cultivator, pointed share, angle of the pointed share, its width, radius of curvature of the working surface, support wheels, mounting device, soil, relative resistance to soil collapse, traction resistance.

Ключевые слова: мотоблок, овощеводческий культиватор, стрелчатая лапа, угол раствора стрелчатой лапы, его ширина, радиус кривизны рабочей поверхности, опорные колеса, устройство навески, почва, относительное сопротивление смятию почвы, тяговое сопротивление.

Kirish. Dehqonchilikda qishloq xo'jaligi ekinlaridan yuqori va sifatli maxsulot olish uchun o'simliklarning biologik xususiyatlarini o'rgangan holda, turli maydonlardagi tuproqning unumdorligi va iqlim sharoitlaridan hamda ilmiy asoslangan qishloq xo'jalik ekinlarini yetishtirish texnologiyalaridan to'g'ri foydalanish kerak. Hozirgi kunda kartoshka yetishtirishning zamonaviy texnologiyasi joylardagi tuproq iqlim sharoitlariga mos keladigan qimmatli xo'jalik-biologik xususiyatlarga ega bo'lgan kartoshka turlari va navlarini tanlash, almashlab ekish, ekish uchun o'tmishdosh ekinni tanlash, tuproqqa ishlov berish tizimi, o'g'itlash, urug'chilik, urug'larni ekishga tayyorlash, ekish usuli va muddatlari, ekish normasi va ekish chuqurligi, begona o'tlardan, kasalliklardan va zararkunandalardan himoyalash, ekinlarni parvarishlash, hosilini yig'ishtirish va ularga dastlabki ishlov berish kabi ishlarni hamda ularni amalga oshirishda qo'llaniladigan mashinalar tizimi va boshqalarni qamrab oladi [1].

Tadqiqot usullari. Hozirgi kunga O'zbekiston respublikasi tuproq iqlim sharoitida kartoshkani aholi tomorqasida yetishtirishga ham alohida etibor qaratilmoqda. Aholi tomorqasida yoki kichik konturli dalalarda yetishtirilayotgan kartoshka asosan qo'l mehnati hisobiga bajariladi. Ammo, bunda mehnat sarfi va boshqa harajatlarni oshishi mahsulotni tannarxini oshishiga sabab bo'lmoqda. Kartoshkani yetishtirishda uning qator oralariga ishlov berish jarayoni eng murakkab jarayonlardan hisoblanadi. Hozirda jahonda kichik konturli dalalarda motoblok bazasida ishlaydigan kultivatorlar qo'llaniladi. Ularning turli xil variantlari mavjud bo'lib, shundan o'qyoysimon va yumshatkich panjalar bilan jihozlangan kultivatorlar samarali hisoblanadi, ammo bu turdagi kultivatorlarning konstruksiyasi murakkab va metallhajmdor bo'lib, ish jarayonida turli xil tuproq iqlim sharoitlari uchun imkoniyatlari past.

Yuqoridagilardan kelib chiqib, ushbu sharoitda kichik texnikalarni qo'llash va ulardan samarali foydalanish talab etiladi. Oxirgi yillarda butun dunyoda ham dehqonchilikda kichik texnikalarni keng qo'llanilishi ommoviylashmoqda. Hozirda respublikada tomorqa va kichik fermer xo'jaliklarida kartoshka va sabzavot yetishtirishda qo'llanilayotgan texnikalarning parametrlari respublika tuproq iqlim sharoitiga mosligi, ularning qanday parametrlarga ega bo'lishi bo'yicha tadqiqotlar ilgari o'tkazilmagan va ilmiy asoslanmagan. SHu maqsadda Qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash ilmiy tadqiqot institutida olib borilgan izlanishlar asosida motoblokka sabzavotchilik kultivatori rama 1(1-rasmga qaralsin), unga o'rnatilgan oldingi 2 va orqangi 3 ko'ndalang bruslar, ularga o'rnatilgan tayanch g'ildiraklar 4 va 5, o'ng 6 va chap 7 bo'ylama bruslar, ularga o'rnatilgan yumshatkich 8 va o'qyoysimon 9 panjalar hamda sferik disk 10 ko'rinishidagi ish organlaridan tashkil topgan etib ishlab chiqildi. Kultivatorda tayanch g'ildiraklar 4 va 5 hamda ishchi organlar 8, 9 va 10 ni holatini ko'ndalang 2 va 3 hamda bo'ylama bruslar 6 va 7 da ko'ndalang va tik yo'nalishlarda rostlash nazarda tutilgan.

Kultivatorni motoblok bilan bog'lash uchun uning ramasining old qismiga maxsus flanets 11 o'rnatilgan.

Ishlab chiqilgan kultivatorning ish jarayonida yumshatkich va o'qyoysimon panjalar pushta yonbag'irlari va egatlarini yumshatadi va ulardagi begona o'tlarni kesadi, sferik disklar esa yumshatkich va o'qyoysimon panjalar tomonidan yumshatilgan tuproqni pushtaga surib, uni balandligini oshiradi.

SHulardan kelib chiqib, ushbu maqolada motoblok uchun ishlab chiqilgan sabzavotchilik kultivatori yumshatkich panjasining parametrlarini asoslash bo'yicha olib borilgan nazariy tadqiqotlarning natijalari keltirilgan.

Natijalar. Yumshatkich panjaning uvalash burchagini aniqlash uchun uning ta'siri ostida tuproqni deformatsiyalanish va parchalanish jarayonlarini ko'rib chiqamiz. Adabiyotlar va ilgari o'tkazilgan tadqiqotlardan ma'lumki [2-4] yumshatkich panja ta'siri ostida tuproqning deformatsiyalanish va parchalanish jarayonlari ikki bosqichdan iborat bo'ladi: yumshatkich panja I holatdan II holatga o'tganda (2-rasm) tuproq dastlab uning ishchi yuzasi ta'sirida siqiladi (eziladi) va unda hosil bo'ladigan kuchlanishlar kritik chegaraga yetganda uning harakat yo'nalishiga nisbatan ψ_b burchak ostida (bunda ψ_b - tuproqni bo'ylama yo'nalishdagi sinish burchagi, °) joylashgan AVV_1A_1 tekisligi bo'yicha parchalanishi (siljishi) yuz beradi va tuproqdan $AVV_1A_1DCC_1D_1$ prizma ko'rinishidagi bo'lak ajraladi. Yumshatkich panjaning keyingi harakatida bu jarayonlar ketma-ket takrorlanadi va undan keyingi bo'laklar ajraladi.

A.To'xta'qoziev va Q.B.Imomqulovlar tomonidan [5] o'tkazilgan tadqiqotlar bo'yicha yumshatkich panja ko'rinishidagi ish organlari uchun tuproqni parchalanish qadamini quyidagi ifoda bo'yicha aniqlash mumkin:

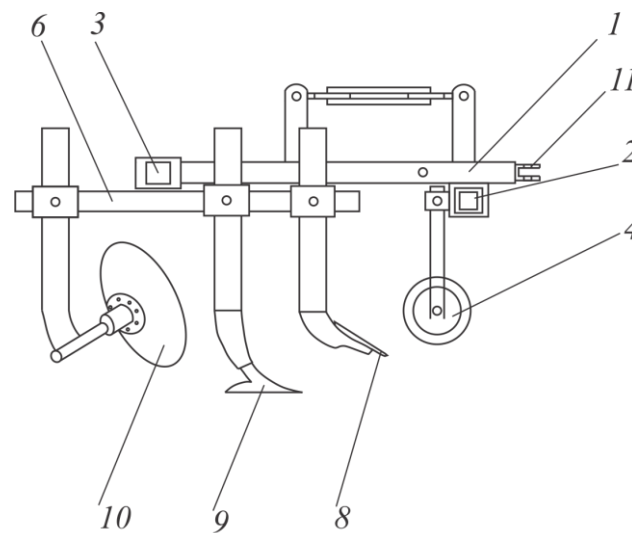
$$S = \sqrt{2} \left\{ k_c \left[b_{yo} + h_{yo} \operatorname{tg} \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi_2}{2} \right) \right] h_{yo} \cos \varphi_1 \cos \frac{1}{2} (\varphi_1 + \varphi_2 - \beta_{yo}) \right\}^{\frac{1}{2}} \cdot \left[q_0 b_{yo} \cos^3 \frac{1}{2} (\beta_{yo} + \varphi_1 + \varphi_2) \sin \beta_{yo} \right]^{\frac{1}{2}}, \quad (1)$$

bunda k_c – tuproqning siljishga solishtirma qarshiligi, Pa;

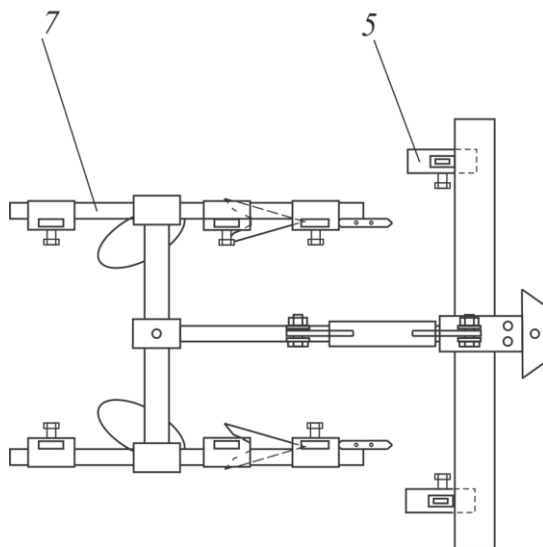
h_{yo} – yumshatkich panja tomonidan tuproqqa ishlov berish chuqurligi, m;

φ_1, φ_2 – mos ravishda tuproqning ichki va tashqi ishqalanish burchaklari, °.

q_0 – tuproqning hajmiy ezilish koeffitsiyenti, N/m³.



yon tomondan ko'rinishi



yuqoridan ko‘rinishi

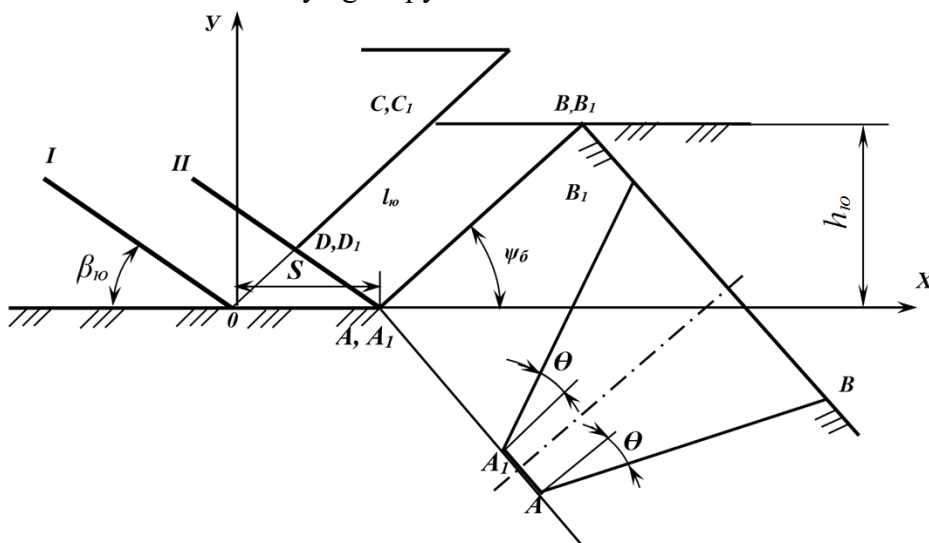
1-rasm. Motoblokka sabzavotchilik kultivatorining konstruktiv sxemasi

Adabiyotlarda ta’kidlanishicha [5, 6, 7], tuproqning parchalanish qadami qanchalik kichik bo’lsa uning uvalanish sifati shunchalik yuqori, yumshatkich panjaning tortishga qarshiligi shunchalik kichik bo’ladi.

Yumshatkich panja uvalash burchagining tuproqning parchalanish qadami minimal qiymatga ega bo’lishini ta’minlaydigan qiymatini aniqlash uchun (1) ifodadan β_{10} bo’yicha hosila olamiz va uni nolga tenglab hamda soddalashtirib quyidagi natijaga ega bo’lamiz.

$$2\sin^2 \beta_{10} + 2\sin(\varphi_1 + \varphi_2)\sin \beta_{10} = 1 + \cos(\varphi_1 + \varphi_2)\cos \beta_{10}. \quad (2)$$

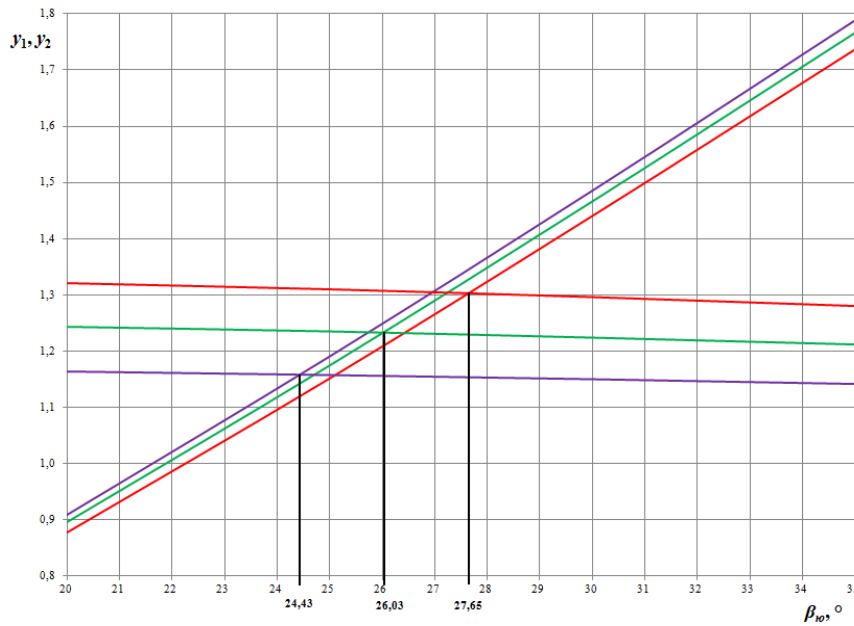
Bu ifodani grafik usuldan foydalanib yechamiz. Buning uchun $y_1=2\sin^2\beta_{10}+2\sin(\varphi_1+\varphi_2)\sin\beta_{10}$ va $y_2=1+\cos(\varphi_1+\varphi_2)\cos\beta_{10}$ belgilashlarni kiritib, y_1 va y_2 ni φ_1 va φ_2 ning turli qiymatlarida β_{10} ga bog’liq ravishda o’zgarish grafiklarini quramiz (3 va 4-rasmlar). Ularning kesishgan nuqtalari yumshatkich panja uvalash burchagining tuproqning parchalanish qadami minimal bo’lishini ta’minlaydigan qiymatlarini beradi.



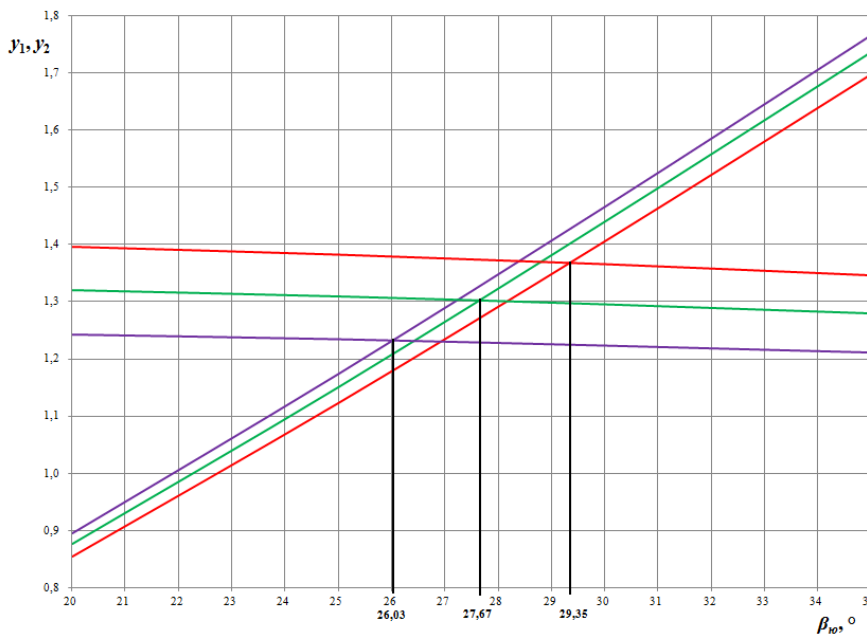
2-rasm. Tuproqni yumshatkich panja ta’siri ostida deformatsiyalanish va parchalanish jarayonlari

3 va 4-rasmlarda keltirilgan grafik bog’lanishlar bo’yicha $\varphi_1=25-35^\circ$ va $\varphi_2=35-45^\circ$

bo‘lganda tuproqni parchalanish qadami minimal qiymatga ega bo‘lishi va demak uni sifatli uvalanishi ta‘minlanishi va tortishga qarshilik kam bo‘lishi uchun yumshatkich panjaning uvalash burchagi 25-30° oralig‘ida bo‘lishi lozim.



3-rasm. φ_1 ning turli qiymatlarida y_1 va y_2 larni β_{10} ga bog‘liq ravishda o‘zgarish grafiklari



4-rasm. φ_2 ning turli qiymatlarida y_1 va y_2 larni β_{10} ga bog‘liq ravishda o‘zgarish grafiklari

Yumshatkich panjaning enini u ishlov berayotgan tuproq qatlami to‘liq yumshatilishi, ya‘ni uning tubida devorlari zichlangan egat hosil bo‘lmasligi shartidan olingan quyidagi ifoda bo‘yicha aniqlaymiz [5]:

$$b_{10} = \frac{(m + ctg\beta_{10})h_{10}\kappa_c}{0,1\sigma_s[1 + ctg(\beta_{10} + \varphi_1)] - \kappa_c n} \tag{3}$$

bunda m, n – tuproqning fizik-mexanik xossalriga bog‘liq bo‘lgan o‘lchov birliksiz koeffitsiyentlar;

σ_e – tuproqning ezilishiga solishtirma qarshiligi, Pa.

$m=4,2$; $n=2,5$; $h_{ю}=0,1$ m; $\sigma_e=1,44 \cdot 10^6$ Pa, $k_s=2 \cdot 10^4$ Pa va $\varphi_1=30^\circ$ qabul qilib [8-11] hamda $\beta_{ю}$ ning yuqorida aniqlangan qiymatlarini qo'yib ($\beta_{ю}=25-30^\circ$), (3) ifoda bo'yicha yumshatkich panjaning eni kamida 3 sm bo'lishi lozimligini aniqlaymiz.

Yumshatkich panja ishchi sirtining uzunligini 2-rasmdagi hisobiy sxemadan foydalanib aniqlaymiz. Unga binoan tuproqning to'liq parchalanishi ta'minlanishi uchun quyidagi shart bajarilishi lozim

$$l_{ю} \geq AD. \quad (4)$$

Yumshatkich panjalar odatda ikki tomonlama etib ishlanishini hisobga olganda (4) ifoda quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi

$$l_{ю} \geq 2AD. \quad (5)$$

Bu ifodadagi AD ni S , ya'ni tuproqning parchalanish qadami orqali ifodalab quyidagiga ega bo'lamiz

$$l_{ю} \geq \frac{2S \sin \psi_{\delta}}{\sin(\beta_{ю} + \psi_{\delta})} = \frac{2S \cos \frac{1}{2}(\beta_{ю} + \varphi_1 + \varphi_2)}{\cos \frac{1}{2}(\varphi_1 + \varphi_2 - \beta_{ю})}. \quad (6)$$

Bu ifodaga S ning (1) ifoda bo'yicha qiymatini qo'yib, yumshatkich panja ishchi sirtining uzunligini aniqlash uchun quyidagi yakuniy ifodaga ega bo'lamiz:

$$l_{ю} \geq 4 \sqrt{\frac{\kappa_c \left[b_{ю} + h_{ю} \operatorname{tg} \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi_2}{2} \right) \right] h_{ю} \cos \varphi_1 \cos \varphi_2}{q_0 b_{ю} [\cos \beta_{ю} + \cos(\varphi_1 + \varphi_2)] \sin \beta_{ю}}}. \quad (7)$$

Bu ifodadan ko'rinib turibdiki, yumshatkich panja ishchi sirtining uzunligi uning eni, uvalash burchagi, ishlov berish chuqurligi va tuproqning fizik-mexanik xossalariga bog'liq ravishda o'zgarib boradi.

(7) ifodaga κ_c , $b_{ю}$, $h_{ю}$, φ_1 , φ_2 , q_0 va $\beta_{ю}$ ning yuqorida qabul qilingan va aniqlangan qiymatlarini qo'yib, ishlab chiqilgan sabzavotchilik kultivatori yumshatkich panjasi ishchi sirtining uzunligi kamida 17,5 sm bo'lishi lozimligini aniqlaymiz.

Xulosa. Demak, o'tkazilgan tadqiqotlarimiz bo'yicha ishlab chiqilgan sabzavotchilik kultivatori yumshatkich panjasi qator oralariga kam energiya sarflab sifatli ishlov berishi uchun uning uvalash burchagi $25-30^\circ$, eni kamida 3 sm, ishchi sirtining uzunligi 17,5 sm bo'lishi lozim.

ADABIYOTLAR

1. Колчина Л.М. Технологии и оборудование для производства картофеля. М.: ФГБНУ — Росинформагротех, 2014. – 164 с.
2. Синеоков Г.Н., Панов И.М. Теория и расчет почвообрабатывающих машин. – М.: Машиностроение, 1977. – 328 с.
3. Кленин Н.И., Сакун В.А. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. – Москва: Колос, 2005. – 671 с.
4. Карпенко А.Н., Халанский В.М. Сельскохозяйственные машины. – Москва: Агропромиздат, 1989. – 528 с.
5. То'хтаqo'ziev A. Imomqulov Q.B. Tuproqni kam energiya sarflab deformatsiyalash va parchalashning ilmiy-texnik asoslari. – Toshkent: KOMRON PRESS, 2013. – 120 b.
6. Mamadaliev M.X. Tuproqqa minimal ishlov beruvchi kombinatsiyalashgan agregat yumshatkichining parametrlarini asoslash: T.f.n. ... diss. avtoref. – Toshkent, 2009. – 135 b.

7. Norchaev D.R., Norchaev R., Egamov J. Prospects for improving technical tools for growing and harvesting potatoes // German International Journal of Modern Science. Germany, 2022. –№47. –P.45-49.

8. Сергиенко В.А. Технологические основы механизации обработки почвы в междурядьях хлопчатника. – Ташкент: Фан, 1978. – 112 с.

9. Плющев Г.В. Исследование процесса глубокого рыхления почвы выбор оптимальных параметров рабочего органа пропашного культиватора-глубокорыхлителя для орошаемой зоны земледелия: Автореф. дис. ...канд. техн. наук. – Москва, 1974. – 25 с.

10. Norchaev D.R., Norchaev J.R., Khusainov B.S. Results of experimental studies of a potato groomer motoblock // German International Journal of Modern Science. Germany, 2022. –№47. –P.42-45.

11. Норчаев Д.Р., Норчаев Ж.Р., Хусаинов Б.С. Технические средства для возделывания овощей и картофеля к мотоблоку и результаты экспериментальных исследований // Евразийский Союз Ученых. Международный научно-исследовательский журнал. Санкт-Петербург, 2022. –№47.–С.10-14.

UDK 631.356

KARTOSHKKA KOVLASH MASHINASINING TAKOMILLASHTIRILGAN ELOVCHI QISMINI HARAKAT UZATISH MEXANIZMINI HISOBLASH

Bayboboev Nabijon Gulomovich

Namangan muhandislik-qurilish instituti, t.f.d., prof. ngbayboboev@gmail.com

Duskulov Abdusattar Axadovich

Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti, t.f.n., dotsent,
A.Duskulov1946@mail.ru

Haydarov Axmadali Qambarovich

Namangan muhandislik-qurilish instituti, dotsent, a'aydarov1961@mail.ru

Qambarov Eldorbek Axmadali o'g'li,
erkin izlanuvchi

Annotatsiya. Maqolada qishloq xo'jaligi ekinlaridan kartoshka hosilini kovlab olish jarayonida mexanizatsiya vositalarini qo'llash muammolari, kartoshka kovlash mashinasi elovchi ishchi qismining kamchiliklari va yangi texnik yechimi to'g'risida ma'lumotlar berilgan. SHuningdek, massalarni nisbati, asosiy ishchi qismlarining gabarit o'lchamlarini, kuchlar taqsimlanishi va boshqa parametrlarini aniqlash va mashinani loyihalash imkoniyatini beradigan matematik modeli ishlab chiqilgan. Kartoshka kovlash mashinasining takomillashgan ajratgichlari tuproq-kesak aralashmalaridan kartoshka tuganaklarini yaxshi ajratib olishni ta'minlaydi.

Annotation. The article provides information about the problems of using mechanization in the process of harvesting potatoes, about the shortcomings of the separating working parts of the potato harvester and about a new technical solution. A mathematical model has also been developed to determine the mass ratio, overall dimensions of the main working parts, force distribution and other parameters and to design the machine. Improved separators of the potato harvester ensure good separation of potato tubers from the soil mass.

Аннотация. В статье приведены сведения о проблемах использования средств механизации в процессе уборки картофеля, о недостатках сепарирующих рабочих органов картофелеуборочной машины и о новом техническом решении. Также разработана математическая модель, позволяющая определить соотношение масс, габаритные размеры основных рабочих органов, распределения усилий и другие возможные параметры, и проектирование машин. Усовершенствованные сепараторы картофелеуборочной машины обеспечивают хорошее отделение клубней картофеля от почвенной массы.

Kalit so'zlar: kartoshka kovlash mashinasi, kartoshka tuganagi, ajratgich, disk, matematik model, uzatish mexanizmi, konstruktsiya.

Key words: potato harvester, potato tuber, separator, disk, mathematical model, transmission mechanism, design.

Ключевые слова: картофелеуборочная машина, клубень картофеля, сепаратор, диск, математическая модель, передаточный механизм, конструкция.

Kirish

Hozirgi paytda mahalliy sharoitda kartoshka hosilini yig'ib olishda mexanizatsiya

vositalari yetarli darajada qo'llanilmaydi. Chunki kartoshka kovlab olishda qo'llaniladigan mashinalarning O'zbekistonda ishlab chiqarilganlari eksperimental nusxalari bo'lib, takomiliga yetmagan. Asosan xorijiy mamlakatlarda ishlab chiqarilgan kartoshka kovlash mashinalari hosilni kovlab olishda qo'llaniladi. Ammo ular mahalliy sharoitga moslashmagan. Ular keng maydonlarda foydalanishga mo'ljallangan ko'p qatorli mashinalar bo'lib, kichik, tarqoq joylashgan fermer va dehqon xqjaliklari yer maydonlarida qo'llanilaganda ko'zlangan samarani bermaydi. SHu masalalarni hisobga olgan holda O'zbekiston iqlim sharoitiga mos kartoshka kovlash mashinasini yaratish muhim vazifalardan biri hisoblanadi.

Kartoshka hosilini mashinalar bilan kovlab olish jarayonida tuganaklarni tuproqdan saralash bo'yicha N.G.Bayboboev, Ya.I.Xizkilov, R.I.Boymetov, R.N.Norchaev, D.R.Norchaev, F.M.Matmurodov, M.SH.SHoumarova, T.A.Abdillaev va boshqalar tomonidan ko'plab nazariy va amaliy tadqiqotlar olib borilgan.

Elevatorida massani harakatlanishi va saralash jarayoni quyidagilarni o'z ichiga oladi: elevator polotnosi harakati, elevator chiviqllari orasidan tuproqni elanib tushishi, tuganaklar bilan elevator polotnosi o'zaro ta'siri, tuproq va kesaklar bilan tuganaklarning o'zaro ta'siri. Ushbu jarayonlarni o'rganish bo'yicha olib borilgan tadqiqotlarni taxlili, kartoshka tuganaklarini tuproq massasidan ajratish samaradorligi elevatorlarning konstruktiv parametrlari va kinematik ish rejimlariga bog'liq ekanligini ko'rsatdi [1,2,3,4]. SHuningdek, kartoshka tuganaklarini tuproq massasidan ajratish samaradorligini oshirish uchun mashinalarining ajratish moslamalarini ishlab chiqish va modernizatsiya qilishda tuproq qatlamiga mahalliy ta'sir qilishga erishish kerak, ya'ni to'g'ridan-to'g'ri o'sha joyni o'ziga ta'sir etuvchi ishchi qismlar ishlab chiqish va silkinish chastotalarini kamaytirish kerak [5,6,7,8]. Hozirgacha o'tkazilgan nazariy va amaliy tadqiqotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, tuproq massasidan tuganaklarni ajratish jarayoniga rotorli baraban ko'rinishidagi ishchi qismlarni ta'siri hozirgi kunga qadar yetarli darajada o'rganilmagan.

Kartoshka hosilini yig'ib olish mashinalarini yaratish borasidagi izlanishlar, texnik-texnologik va konstruktiv yechimlarning tahlili kartoshkani kovlash jarayoni va texnika vositalarini takomillashtirish va ishlab chiqish muammosi to'la hal etilmaganligini ko'rsatadi.

Tadqiqot materiallari

Ushbu muammoni hal etish maqsadida rotorli-elevatorli kartoshka kovlash mashinasi ishlab chiqildi. Kartoshkalardan tuproq-kesaklarni ajratadigan va rotorli ajratkich bilan jihozlangan kartoshka kovlagich mashina (1-rasm) harakat uzatish mexanizmi bilan ta'minlangan rama 1, osgich 2, tayanch g'ildirak 3, lemex 4, asos 5, kaskadli chiviqli elevator 6, toraytirib beruvchi shtok 7, rotorli tosh va kesak ajratkich 8, nov 9, va qaytargich 10 lardan tashkil topgan. Asosiy 5 va kaskadi 6 chiviqli elevatorlar o'zaro tutashgan konturli chiviqli polotnodan iborat bo'lib, ularning yuqorgi ishchi, tarmog'i lemexdan chiqish yo'nalishida harakatlanadi va elliptik yulduzcha 11 ta'sirida tebranadi. Asosiy va kaskadli elevatorlar tuproq-kartoshka aralashmasini separatsiyalash-elash uchun xizmat qiladi va biri-ikkinchisiga nisbatan pastroqqa o'rnatilgan [9, 10, 11, 12].

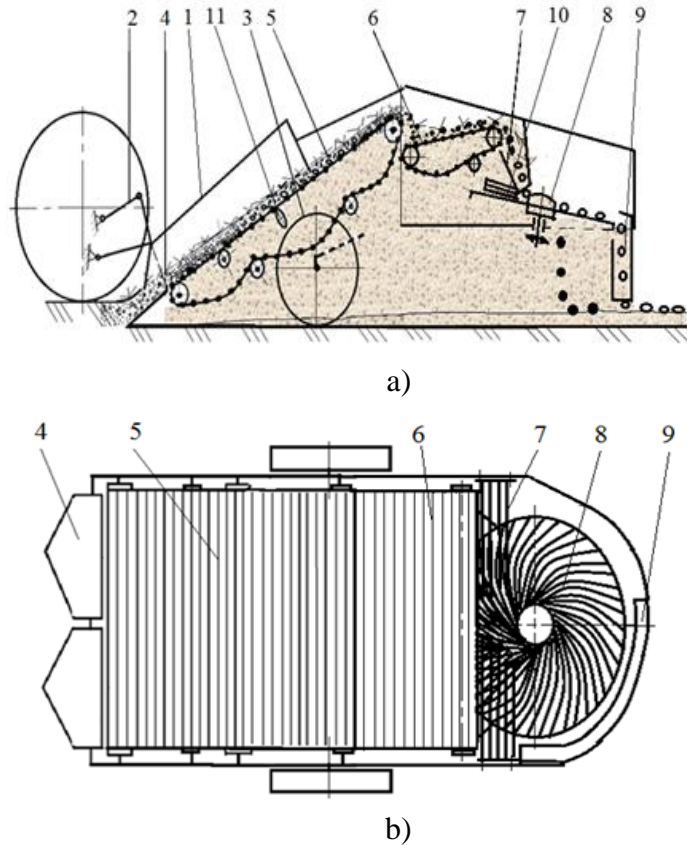
Kaskadli chiviqli elevator 6 ning tag qismiga rotorli ajratkich 8 vertikal o'qqa o'rnatilgan.

Aylanma harakatlanayotgan rotorning o'rta qismiga tushgan kartoshka tuganaklari, tosh va kesaklar hamda o'simlik qoldiqlari qo'yilgan (og'irlik, ishqalanish va markazdan qochma kuchlar) ta'sirida rotorning ishchi yuzasida harakatlanadi. Natijada, aylanma kuch ta'sirida saralanib rotorni markaziy qismidan uyumlanib dala yuzasiga tushadi.

Tadqiqot natijalari va muhokamasi

Taklif qilingan universal kartoshka kovlash mashinasini sxemasiga asosan harakat uzatish

mexanizmini dinamik modelini tuzamiz (2-rasm).

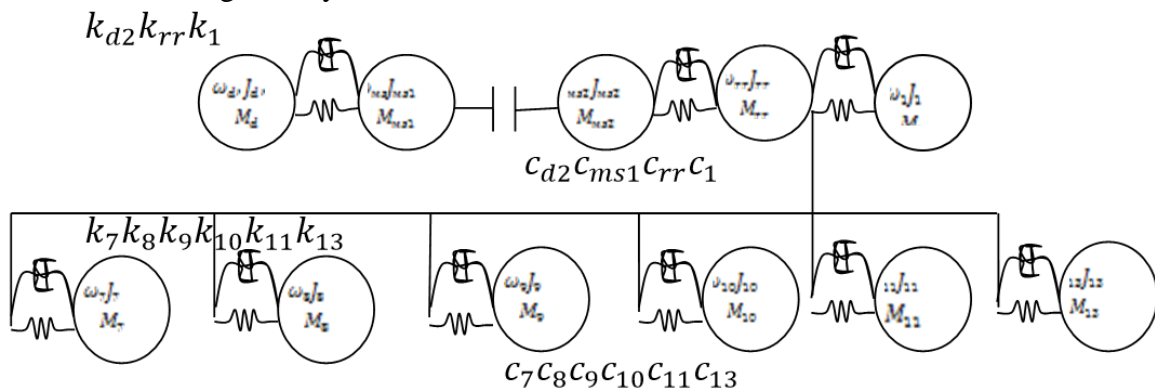


1-rama; 2-osgich; 3-g‘ildirak; 4-lemex; 5-asosiy elevator; 6-kaskadli elevator; 7-toraytirib beruvchi shitok; 8-rotor; 9-nov; 10-qaytargich.

a) yon tomonidan ko‘rinish b) ustki tomonidan ko‘rinish

1-rasm. Kartoshkalaridan tuproq - kesaklarni ajratadigan rotorli qurilma bilan jihozlangan kartoshka kavlagich mashinasining umumiy sxemasi

Modellashtirishni yengillashtirish uchun quyidagi farazlarni qabul qilamiz: tarqatish reduktoridagi energiya 7 ta mexanizmga teng taqsimlanadi, avtomatik ishlaydigan elagich-elevator reduktordan harakat olmaydi deb faraz qilamiz. Bunda tebranishlar va turg‘unlik parametrlarini hisobga olmaymiz.



2-rasm. Kartoshka yig‘ishtirish mashinasi harakat uzatish mexanizmning ekvivalent hisobiy sxemasi

Energiya manbaidan (2-rasm) olingan aylanma harakatlanadigan mexanik mexanizmlarning harakatlanishni ifodalovchi tenglamada, uni tuzish qulay bo'lishi uchun burchak tezliklari ω ni burchak φ ga almashtiramiz [9,10]:

$$\begin{aligned}
 J_d + J_{ms1} \ddot{\varphi}_d + k_{d2}(\dot{\varphi}_d - \dot{\varphi}_{ms1}) + c_{d2}(\varphi_d + \varphi_{ms1}) &= M_d - \frac{M_{ms1}}{i_2}, \varphi_d = \varphi_{ms1} \\
 (J_d + J_{ms1}) \ddot{\varphi}_d + k_{d2}(\dot{\varphi}_d - \dot{\varphi}_{ms1}) + c_{d2}(\varphi_d + \varphi_{ms1}) &= M_d - \frac{M_{ms1}}{i_2}, \varphi_d = \varphi_{ms1} \\
 (J_{ms1} + J_{ms2}) \ddot{\varphi}_{ms2} + c_{ms1}(\varphi_d + \varphi_{ms2}) &= -M_{ms2} \text{sign}(\dot{\varphi}_{ms2}) i_{ms2}, \\
 J_{rr} \ddot{\varphi}_{rr} + k_{34}(\dot{\varphi}_{ms2} - \dot{\varphi}_{rr}) + c_{rr}(\varphi_{ms2} + \varphi_{rr}) &= -M_{rr} \text{sign}(\dot{\varphi}_{rr}) i_{rr}, \quad (1) \\
 J_1 \ddot{\varphi}_1 + k_1(1/7 \dot{\varphi}_{rr} - \dot{\varphi}_1) + c_1(1/7 \varphi_{rr} + \varphi_1) &= -M_1 \text{sign}(\dot{\varphi}_1) i_1, \\
 J_7 \ddot{\varphi}_7 + k_7(1/7 \dot{\varphi}_{rr} - \dot{\varphi}_7) + c_7(1/7 \varphi_{rr} + \varphi_7) &= -M_7 \text{sign}(\dot{\varphi}_7) i_7, \\
 J_8 \ddot{\varphi}_8 + k_8(1/7 \dot{\varphi}_{rr} - \dot{\varphi}_8) + c_8(1/7 \varphi_{rr} + \varphi_8) &= -M_8 \text{sign}(\dot{\varphi}_8) i_{8(1)} \\
 J_9 \ddot{\varphi}_{dm} + k_9(1/7 \dot{\varphi}_{rr} - \dot{\varphi}_9) + c_9(1/7 \varphi_{rr} + \varphi_9) &= -M_9 \text{sign}(\dot{\varphi}_9) i_9, \\
 J_{10} \ddot{\varphi}_{10} + k_{10}(1/7 \dot{\varphi}_{rr} - \dot{\varphi}_{10}) + c_{10}(1/7 \varphi_{rr} + \varphi_{10}) &= -M_{10} \text{sign}(\dot{\varphi}_{10}) i_{10}, \\
 J_{11} \ddot{\varphi}_{11} + k_{11}(1/7 \dot{\varphi}_{rr} - \dot{\varphi}_{11}) + c_{11}(1/7 \varphi_{rr} + \varphi_{11}) &= -M_{11} \text{sign}(\dot{\varphi}_{11}) i_{11}, \\
 J_{13} \ddot{\varphi}_{13} + k_{13}(1/7 \dot{\varphi}_{rr} - \dot{\varphi}_{13}) + c_{13}(1/7 \varphi_{rr} + \varphi_{13}) &= -M_{13} \text{sign}(\dot{\varphi}_{13}) i_{13},
 \end{aligned}$$

Bu yerda $J_d, J_{ms1}, \omega_d, \omega_{ms1}, M_d, M_{ms1}$ –dvigatel va ilashish muftasining chap qismi inertsiya momentlari, burchak tezliklari va burovchi momentlari;

$J_{ms2}, \omega_{ms2}, M_{ms2}$ –ilashish muftasi o'ng qismining inertsiya momenti, burchak tezligi va burovchi momenti;

$J_{rr}, \omega_{rr}, M_{rr}$ – tarqatish reduktorining burchak tezligi, burovchi momenti;

J_1, ω_1, M_1 - ajratkich mexanizmlarning inertsiya momenti, burchak tezligi va burovchi momenti;

J_7, ω_7, M_7 – yuklovchi konveyning inertsiya momenti, burchak tezligi va burovchi momenti;

J_8, ω_8, M_8 – elagich-ajratkich konveyerning inertsiya momenti, burchak tezligi va burovchi momenti;

J_9, ω_9, M_9 – elevator-ajratkich konveyerning inertsiya momenti, burchak tezligi va burovchi momenti;

$J_{10}, \omega_{10}, M_{10}$ – poya ajratkichning inertsiya momenti, burchak tezligi va burovchi momenti;

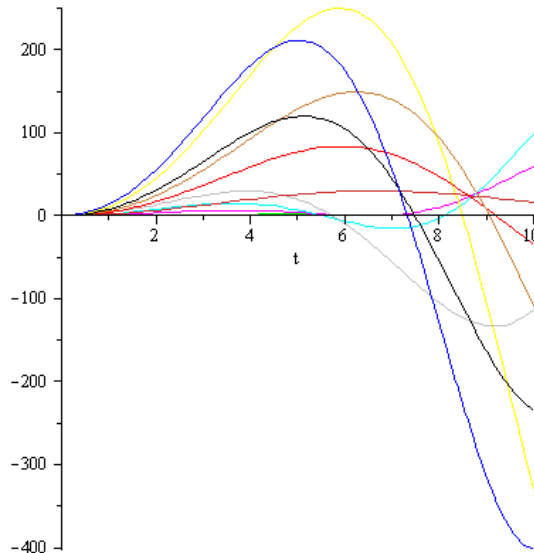
$J_{11}, \omega_{11}, M_{11}$ – pnevmo (gidro) ajratkich kameraning inertsiya momenti, burchak tezligi

va burovchi momenti;

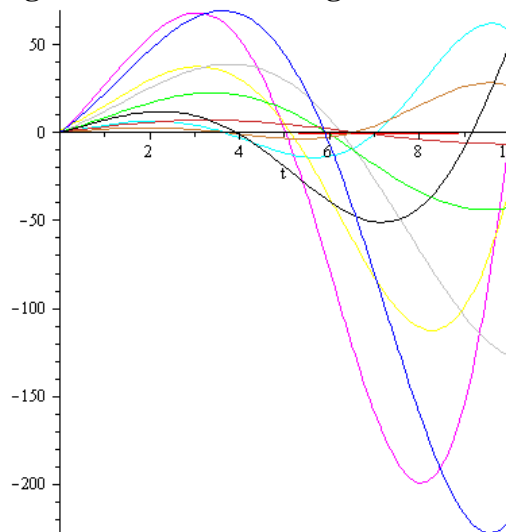
J_{13} , ω_{13} , M_{13} – ko'tarish elevator-bo'lgich konveyerning inertsiya momenti, burchak tezligi va burovchi momenti;

k_i va c_i – harakat uzatish va ajratkich mexanizmlarning o'zlariga mos bo'lgan dempferlash va bikirlik koeffitsiyentlari. $1/7$ – tarqatish reduktori harakati 7 ta mexanizmga bo'linib uzatilish qiymati.

Keltirilgan matematik modelni tahlil qilish uchun sonli eksperiment o'tkazamiz. Bunda barcha parametrlarni bir xil son shaklida 0,7-1,9 chegarasida, massasini esa 30-50 chegarasida qabul qilamiz. MEPPPL dasturidan foydalanib sonli ma'lumot olamiz va tahlil qilinayotgan konstruktsiyaning burchak siljishlariga mos ravishda grafiklar quramiz (3-rasm).



3-rasm. Energiya manbasidan kartoshka kovlagich mashinaning asosiy qismlariga harakat uzatishdagi kuch mexanizmining burchakli tezliklari



4-rasm. Energiya manbasidan kartoshka kovlagich mashinaning asosiy qismlariga harakat uzatishdagi kuch mexanizmining burchak tezlanishlari

Burchak tezliklar va tezlanishni aniqlash imkonini beradigan burish momentini M_v aniqlashni ko'rib chiqamiz. Texnologik mashina valining aylanishlarini tavsiflaydigan tenglama quyidagidek bo'lsin:

$$J_v \ddot{\varphi}_v = M_s - M_v \text{sign}(\dot{\varphi}_v) i_v, \quad (2)$$

Bunda J_v - agregatning aylanma harakatlanadigan mexanizmlarining inertsia momenti;
 $\dot{\varphi}_v, \ddot{\varphi}_v$ - agregatning aylanma harakatlanadigan mexanizmlarining burchak tezligi va tezlanishi;

M_s, M_v - agregatning qarshiligi va aylanadigan mexanizmlarining burish momentlari;

i_v - aylanma harakatlanadigan mexanizmlarning harakat uzatish nisbati.

Xulosa

SHunday qilib, ishlab chiqilgan matematik model yordamida ish bajaradigan mexanizmlar: gidromotor, mashinaning harakat yuritmalari va kardanli uzatmalarining harakatlanish parametrlarini aniqlashimiz mumkin. Aniqlangan ko'rsatkichlar yordamida burchak bo'yicha siljish, burchak tezlik va tezlanishlarni qo'llagan holda ish bajaradigan mexanizmlarda hosil bo'ladigan burish momentlarini aniqlanadi.

Bunday matematik apparat mashinalarni loyihalashda uning asosiy parametrlarini, ya'ni massalarining nisbati, asosiy ishchi qismlarining gabarit o'lchamlarini, kuchlar taqsimlanish va boshqalarni aniqlash imkonini beradi. Qo'llash natijasida texnologik mashinaning resurstejamkor konstruktsiyasi yaratiladi.

Keltirilgan ma'lumotlardan quyidagi xulosalarni shakllantirish mumkin: printsiptial sxemasi keltirilgan mashina kartoshka aralashmasidan turli xil chiqindilarini ajratish imkonini beradi. Takomillashtirilgan kartoshka yig'ishtirish mashinasining ajratkichlari kartoshka aralashmalaridan tuproq va kesaklarni yaxshi ajratib olishni ta'minlaydi.

ADABIYOTLAR

1. Бышов, С.Н.Борычев, М.Ю.Костенко, Г.К.Рембалович, Н.Г.Байбобоев, Н.С.Жбанов. "Влияние конструктивно –технологической схемы на показатели работы картофелеуборочной машины". Вестник Рязанского Государственного Агротехнологического университета имени П.А.Костычева №1(41) 2019г. с. 108-114.

2. N.G.Bayboboev, U.G.Goyipov, A.X.Hamzayev, Sh.B.Akbarov, A.A.Tursunov Substantiation and calculation of gaps of the separating working bodies of machines for cleaning the tubers. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 659(2021) 012022IOP Publishingdoi:10.1088/1755-1315/659/1/012022

3. Bayboboev N. G., Temirov S.U., Goipov U.G., Tursunov A., Hamzaev A., Akbarov Sh. Creation of the Construction of the Digger-Loader with a Centrifugal Separation // International Journal of Psychosocial Rehabilitation, 2020, 24 Issue 04, 6790-6794

4. Bayboboev N.G, Goyipov U.G, Hamzayev A.X, Akbarov Sh.B, Tursunov A.A. Substantiation and calculation of gaps of the separating working bodies of machines for cleaning the tubers, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2021, 659, 1, 012022

5. Bayboboev N.G., Rembalovich G.K., Tursunov A.A, Goyipov U.G, Akbarov Sh.B. Theoretical Substantiation of Parameters of Elastic Intensifiers of Separating Working Bodies of Potato Harvesting Machines // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology, 2019, 6, 12, 12211-12217

6. Bayboboev N.G., Goyipov U.G., Nishonov X.X. Justification Of The Cinematic Parameters Of The Oscillating Lattice Of Potato Harvesters // The American Journal of

Engineering and Technology, 2020, 2, 08, 7-18

7. Байбобоев Н.Г., Акбаров Ш.Б., Гаджиев П.И., Рамазанова Г.Г. Повышение эффективности сепарации картофелеуборочных машин с применением дискового ворошителя // *Агроинженерия*. 2022. Т. 24. № 1. С. 35-39. <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2022-1-35-39>.

8. Bayboboev N.G., Goyipov U.G., Mo'minov A.L. Kartoshka kovlash mashinasi ajratish ishchi qismining kinematik parametrlarini nazariy asoslash // *Mexanika va texnologiya ilmiy jurnali*. – Namangan, 2022. – №1, – В. 23-26.

9. Matmurodov F.M., Duskulov A., Abdiev N. Mathematical simulation of transfer mechanisms of crocheting potato harvesting machine. First call for papers gis in central asia conference – GISCA 2020 "Applied Geoinformatics for Sustainable Development", June 1-3, 2020, ТПАМЕ, Tashkent, Uzbekistan, Scopus. <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57219125512>

10. Матмуродова Ф.М., Дускулова А., Махмудова Х. Оригинальные принципиальные схемы малогабаритной картофелеуборочной машины с ворохоотделителями и с использованием полнокомплектного картофелекопалки. Техническое обеспечение сельского хозяйства . Научно-производственный периодический журнал // РФ, г.Рязань, №1(2) 2020 –с.30-36.

11. А.А.Дускулов, Ф.М.Матмуродов, В.В.Голдыбан, Х.С.Махмудов, А.А.Игнатчик, А.А.Исаков, Н.А.Дускулова. патента на изобретение: Картофелекопатель. IAP 20210050 от 29.01.2021.Агентства интеллектуальной собственности МЮ РУз.

12. Матмуродов Ф.М., Махмудов Х.С. Численные эксперименты углового перемещения силовых механизмов и пути определения крутящего момента на конечных исполнительных механизмах мобильных наземных машин. Электронный журнал УЗА. 2021 г.

УДК 621.791.927.5

НОВАЯ РАБОЧАЯ ОРГАН КУЛЬТИВАТОРА ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Байбобоев Набижон Гуломович

Наманганский инженерно-строительный институт
д.т.н., проф. ngbayboboev@gmail.com

Кучкоров Собиржон Каримжонович

Наманганский инженерно-строительный институт
PhD. доцент qosobirjon@gmail.com

Гуломов Шукуржон Илхомжонович

Наманганский инженерно-строительный институт
докторант, shukurjon91@gmail.com

Тоштиллаев Шохрух Азаматович

Наманганский инженерно-строительный институт
докторант, wohruhkhon@gmail.com

Аннотация. В статье анализированы конструкции рабочих органов культиватора применяемых для внесения минеральных удобрений при возделывании картофеля. В результате проведенных исследований предложена новая конструкция сошника к культиваторам оснащенная рассеивателем для подпочвенно-разбросного внесения минеральных удобрений. Рассеиватель выполнен в виде свободно вращающихся обода с разнонаправленными зубьями. Предлагаемая рабочая орган улучшает распределение удобрений в объеме картофельной грядки.

Annotation. The article analyzes the design of the working parts of the cultivator used for applying mineral fertilizers when cultivating potatoes. As a result of the research, a new design of a coulter for cultivators equipped with a diffuser for subsoil-broadcast application of mineral fertilizers was proposed. The diffuser is made in the form of freely rotating rims with multidirectional teeth. The proposed working element improves the distribution of fertilizers throughout the potato bed.

Annotatsiya. Maqolada kartoshka yetishtirishda mineral o'g'itlarni qo'llash uchun ishlatiladigan kultivatorning ishchi qismlarining dizayni tahlil qilinadi. Izlanishlar natijasida mineral o'g'itlarni yer ostiga yuborish uchun soshnik bilan jihozlangan kultivatorlar uchun ko'targichning yangi loyihasi taklif etildi. Diffuzor ko'p yo'nalishli tishli erkin aylanadigan jantlar shaklida ishlab chiqariladi. Taklif etilayotgan ishchi element o'g'itlarni kartoshka qatorida taqsimlashni yaxshilaydi.

Ключевые слова: культиватор, сошник, рассеиватель, окучник, рама, тукопровод, удобрения.

Key words: cultivator, coulter, scatterer, tiller, frame, fertilizer line, fertilizers.

Kalit so'zlar: kultivator, soshnik, yoyuvchi, ochar, rama, o'g'it trubkasi, o'g'itlar.

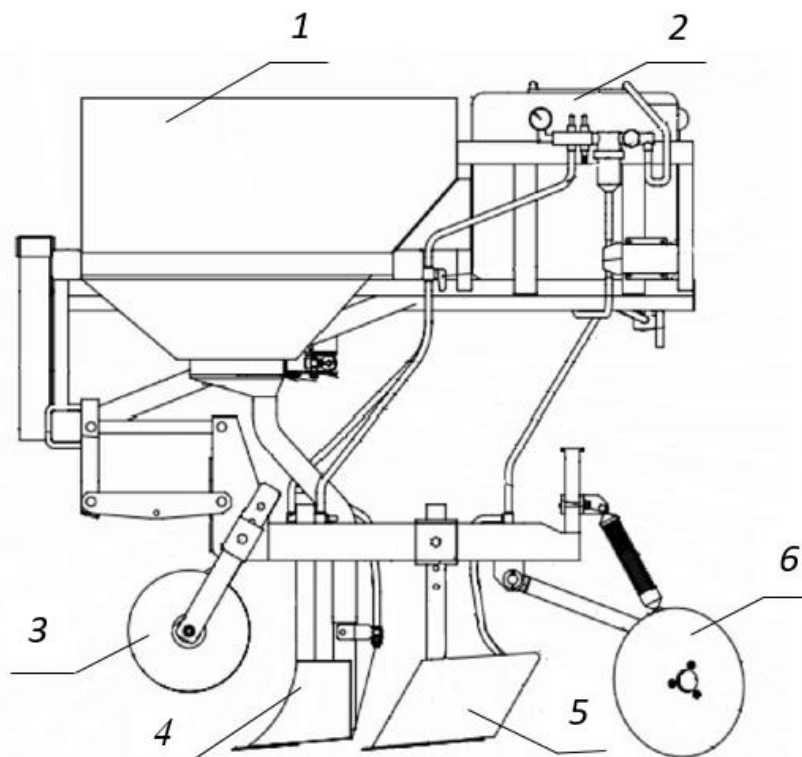
Введение. В последние годы большое внимание для применения минеральных и органических удобрений как основной фактор повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Применяемые любые технологии возделывания и внесения удобрений должны обеспечивать требуемую площадь питания растений. Многими исследованиями установлено, что рациональные севообороты способствуют

повышению урожайности на 10-15 %, система удобрений на 40-50 %, качественные обработки почвы и уход за посадками на 20-30 %, внедрение новых сортов картофеля и использование качественного семенного материала на 15-20 % [1,2,3,4,5].

Таким образом, прогрессивные технологии, интенсифицирующие действие второго и третьего факторов является значительным резервом увеличения урожайности сельскохозяйственных культур [6,7,8,9,10,11].

В настоящее время для наилучшего обеспечения потребности растений в минеральных удобрениях в фазе их развития применяется система послойного размещения удобрений в почве, состоящая из трех звеньев: основное, припосевное внесение и подкормка растений [2,3]. При этом удобрения заделываются глубоко, что в подобных условиях молодые растения со слабо развитой корневой системой почти не используют удобрения.

Вопросами способов внесения удобрений и разработка на их основе рабочих органов и агрегатов обеспечивающих качественное внесение удобрений, заделка, распределения их в почве рассмотрены в работах Н. Комилова, Н.В. Липатова [4], А.Е. Цимермана [5]. Н.В. Липатов предложил гребнеобразующий культиватор-подкормщик, содержащий несущую раму с навеской, опорные колеса, туковысевающие аппараты, загортачи-гребнеобразователи (рисунок 1). В этом культиваторе норма внесения минеральных удобрений туковысевающими аппаратами регулируется при помощи шиберных заслонок. Однако, при эксплуатации этого аппарата выявлено, что подача удобрений происходит в одну линию по грядке, что ухудшает распределение питательных веществ в объеме картофельной гряды.

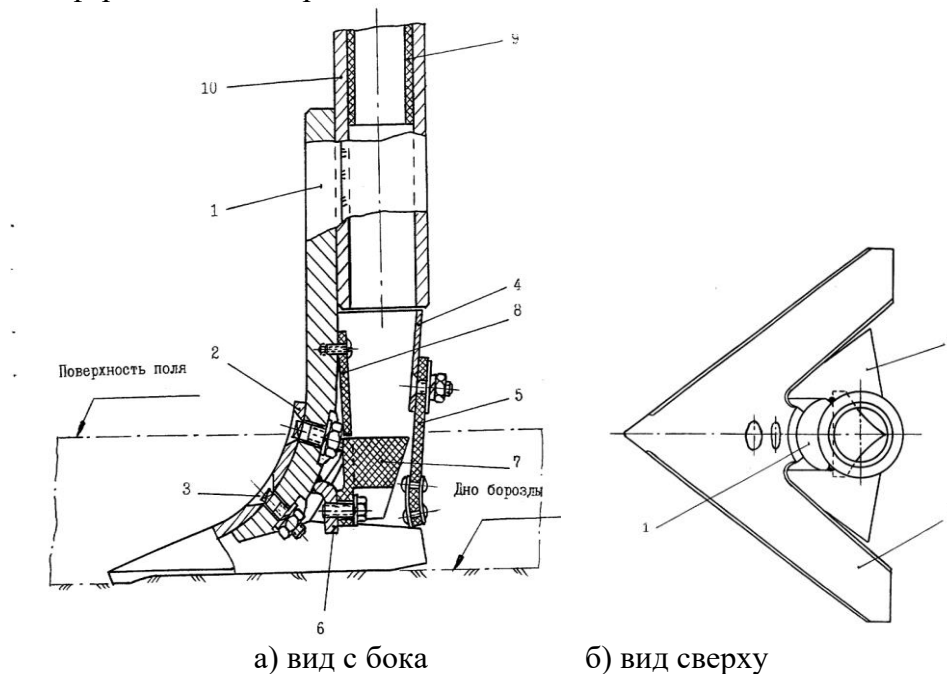


1-бункер для твердых минеральных удобрений; 2-ёмкость для жидких минеральных удобрений; 3-опорное колесо; 4-подкормочный сошник; 5-окучивающая лапа; 6-загортачи-гребнеобразователь

Рисунок 1. Гребнеобразующий культиватор-подкормщик

А.Е. Циммерман для устранения этих недостатков разработал новый рабочий орган сеялки – культиватора для подпочвенно-разбросного посева (рисунок 2). Недостатком этого устройства является распределение минеральных удобрений происходит в горизонтальном слое, что затрудняет поглощение питательных веществ корневой системой растений.

Из обзора и анализа и проведенных работ видно, что эти рабочие органы и агрегаты имеют ряд недостатков. Они не отвечают основному принципу агрохимии «питать растений, а не почву» [1]. Для увеличения доступности удобрений по корневой системы растений необходимы рабочие органы, которые дают возможность внесения удобрений в сфере действия корней.



а) вид с бока б) вид сверху
1-наральник; 2-лапа; 3-болт; 4-лоток; 5-отражатель семян; 6-отражатель; 7-
рассеиватель; 8-направитель; 9-семяпровод; 10-трубчатая стойка

Рисунок 2. Рабочий орган сеялки-культиватора для подпочвенно-разбросного посева

Материалы и результаты исследований. Для устранения этих недостатков совместно с учеными Рязанского государственного агротехнологического университета разработана новая конструкция сошника для внесения удобрений по объему картофельной грядки [11].

Разработанный нами сошник (рисунок 3) состоит из закрепленных на вертикальной трубчатой стойке 1 тукопровода 2, прямого вертикального наральника 3 с приклепанной к нему культиваторной лапой 4 и рассеивателя 5. Рассеиватель 5 выполнен в виде свободно вращающегося обода 6 с разнонаправленными зубьями 7.

Предлагаемый агрегат работает следующим образом. При заглублении сошника происходит взаимодействие наральника с приклепанной к нему культиваторной лапой с почвой. В результате раскрывается картофельная гряда и через тукопровод подаются удобрения, которые взаимодействуют с зубьями свободно вращающегося обода рассеивателя и распределяются в объеме картофельной гряды.

Вращение рассеивателя с зубьями происходит за счет внедрение дна борозды, что

способствует заглублению частиц минеральных удобрений в различные горизонты картофельной гряды, тем самым улучшает распределение удобрений в объеме картофельной гряды.

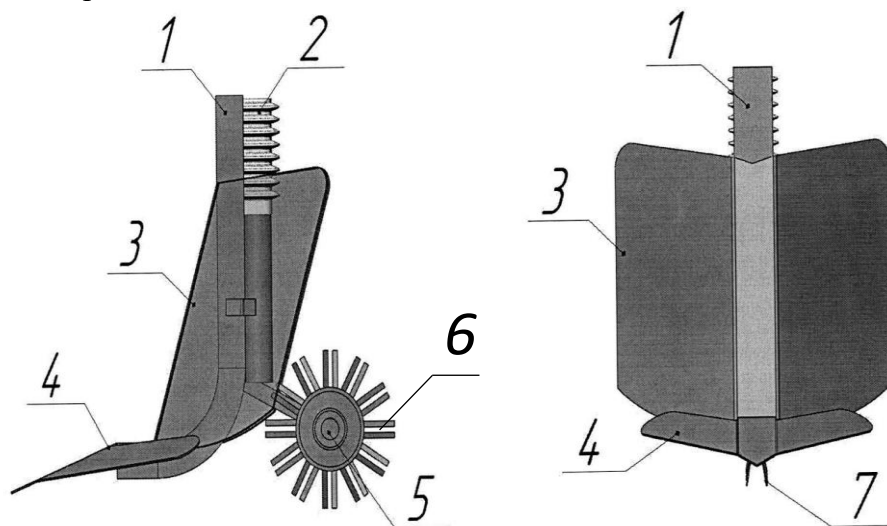


Рисунок 3. Сошник для подпочвенно-разбросного внесения минеральных удобрений

Для определения эффективности новой конструкции агрегата были проведены агротехнические опыты в 2023 году на полях фермерских хозяйств Наманганской области.

Результаты опытов показали, что при внесении удобрений новым рабочим органом урожайность картофеля повышается на 4 ц/га по сравнению существующей технологией. Производительность агрегата повышается в 1,4 раза, расход топлива снижается на 1,2 раза.

Выводы. В результате проведенных исследований обоснованы эффективности новой конструкции сошника оснащенный рассеивателем. Рассеиватель выполнен в виде свободно вращающихся обода с разнонаправленными зубьями. Благодаря этому улучшает распределений удобрений в объеме картофельной гряды в зоне деятельности корневой системы картофеля и способствует повышению урожайности картофеля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Прянишников Д.Н. Значение химизации, поднятия наших урожаев и придание им устойчивости: Труды АН России - М. - 450 с.
2. Соколов А.В. Распределение питательных веществ в почве и урожай растений – М., Издательство АН России, 1997 – 328 с.
3. Батыров З.Л., Шахабов С.Ш. Машины для внесения удобрений под посевные рядки хлопчатника – Карши: Насаф, 2008 – 98 с.
4. Пат. 276212, RU, Гребнеобразующий культиватор-подкормщик / Костенко М.Ю., Тетерин В.С., Липатов Н.В. [и др.] – Оpubл. 16.12.2021 Бюл. № 35
5. Пат. 16051U1, RU, Разработка органа сеялки-культиватора для почвенно-разбросного посева / 7. Циммерман А.Е., Паутов П.И.– Оpubл. 10.12.2000 Бюл. № 20 .
6. Байбобоев, Н. Г., Акбаров, Ш. Б., Гаджиев, П. И., Рамазанова, Г. Г. Повышение эффективности сепарации картофелеуборочных машин с применением дискового ворошителя. Агроинженерия, – 2022. – С. 35-39.
7. Гильманова Л. Р., Байбобоев Н. Г., Абдуалиев Н. Х. Обоснование

конструктивных параметров уплотнительного катка для создания продольных палов в междурядьях хлопчатника //Современные направления повышения эффективности использования транспортных систем и инженерных сооружений в АПК. – 2022. – С. 47-52.

8. Байбобоев, Н. Г., Турсунов, А., Кораев, П. Ю., Набиев, Б. Ш., Мамадалиев, А. М. Проблемы создания картофелеуборочных машин нового типа. In Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации – 2021. – С. 131-137.

9. Байбобоев Н. Г., Асатиллаев Й. М., Хайдаров А. К. Технологические свойства почвы, влияющие на качество работы сельскохозяйственных машин //Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса. – 2019. – С. 49-54.

10. Байбобоев Н. Г., Мухамедов Ж. М., Акбаров Ш. Б. Оптимизация параметров опорно-копирующего устройства картофелеуборочного комбайна //Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2015. – №. 4 (28). – С. 45-48

11. Патент на полезную модель RU 213790 U 1 , Сошник / Костенко М.Ю., Тетерин В.С., Байбобоев Н.Г. [и др.] – Оpubл. 29.09.2022 Бюл. № 28

UDK 631.356.43

**MOTOBLOK BILAN AGREGATLANADIGAN KARTOSHKA KOVLAGICHNING
PARAMETRLARINI ASOSLASH**

Norchaev Davron Rustamovich

Qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash ilmiy-tadqiqot instituti, direktor maslahatchisi, texnika fanlari doktori,
professor, davron_1983k@mail.ru

G'aybullaev Burxonjon Shermatjonovich

Qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash ilmiy-tadqiqot instituti, texnika fanlari bo'yicha PhD, katta ilmiy xodim,
burxon83@mail.ru

Rustamova Nigora

TIQXMMI MTU Qarshi filiali, Katta o'qituvchi, texnika fanlari bo'yicha PhD

Xusainov Baxtiyor Saparbaevich

Urganch davlat universiteti, Katta o'qituvchi

Annotatsiya. Maqolada respublikamiz tomorqa va kichik dehqonchilik xo'jaliklari uchun zarur bo'lgan ixcham va sodda konstruksiyaga ega bo'lgan motoblok bilan qo'shib ishlatiladigan kartoshka kovlagichning hozirgi kundagi zaruriyati, dolzarbligi va ahamiyati, texnik yechimlari, taklif etilayotgan konstruktiv sxemasi, texnologik ishlash jarayoni va ish printsiplari hamda uning geometrik va kinematik parametrlarini nazariy asoslari keltirilgan. O'tkazilgan tadqiqotlar natijalariga ko'ra, motoblok bilan agregatlanadigan kartoshka kovlagich elevatorining uzunligi 53 sm, qazish lemexining uzunligi 27 sm, kovlagichning umumiy uzunligi 1 m, g'ildiragining diametri 45 sm, barabanlarning o'zaro orasidagi bo'ylama masofa 1 sm dan kam bo'lmasligi, baraban diametri esa 7 sm bo'lishi lozimligi aniqlangan.

Annotation. The article discusses the need, relevance and importance of the potato digger, the compactness and simplicity of its design necessary for household and small farms in our republic, technical solutions, the proposed design diagram, technological process and operating principles, as well as its geometric and kinematic parameters, and provides theoretical foundations. According to the research results, the length of the potato digger elevator aggregated with a walk-behind tractor is 53 cm, the length of the digging working element is 27 cm, the total length of the potato digger is 1 m, the wheel diameter is 45 cm, the longitudinal distance between the drums must be at least 1 cm, and the diameter of the drum must be 7 cm.

Аннотация. В статье рассмотрена актуальность и значение картофелекопателя, компактность и простота его конструкции необходимой для приусадебных и небольших фермерских хозяйств нашей республики, технические решения, предложенная конструктивная схема, технологический процесс и принципы работы, а также его геометрические и кинематические параметры и приведены теоретические основы. По результатам исследований длина элеватора картофелекопателя агрегатированный с мотоблоком составляет 53 см, длина подкапывающего рабочей органа - 27 см, общая длина картофелекопателя - 1 м, диаметр колеса - 45 см, продольное расстояние между барабанами должно быть не менее 1 см, а диаметр барабана должен быть 7 см.

Kalit so'zlar: motoblok, kartoshka kovlagich, elevator, quvur, baraban, g'ildirak, lemex, chiviq, osish qurilmasi, tuproq, kartoshka, parametr.

Keywords: walk-behind tractor, potato digger, elevator, pipe, drum, wheel, ploughshare,

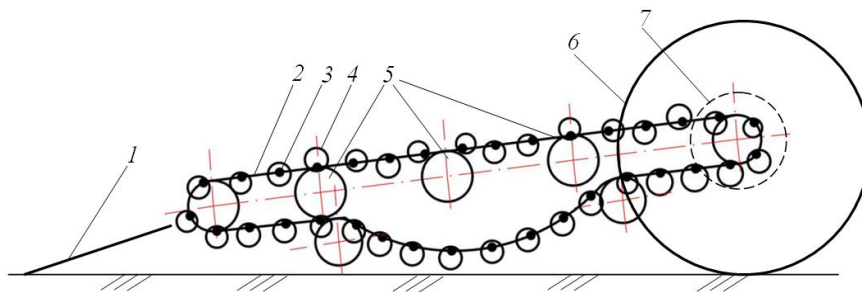
rod, hitch device, soil, potatoes, parameter.

Ключевые слова: мотоблок, картофелекопатель, элеватор, труба, барабан, колесо, лемех, пруток, устройство навески, почва, картофель, параметр.

Kirish. Respublikamizda yildan yilga aholining ko'payib borishi va ularni oziq ovqat mahsulotlariga bo'lgan ichki talabini oshishi hamda eksport hajmini ham barqaror ravishda oshirib borish vazifalari kartoshka yetishtirish bo'yicha ham samarali texnika va texnologiyalarni yaratishni talab etadi [1, 2, 3].

Hozirgi kunga kelib kartoshkani aholi tomorqasida yetishtirishga ham alohida etibor qaratilmoqda. Aholi tomorqasida yoki kichik konturli dalalarda yetishtirilayotgan kartoshka asosan qo'l mehnati hisobiga bajariladi. Ammo, bunda mehnat sarfi va boshqa harajatlarni oshishi mahsulotni tannarxini oshishiga sabab bo'lmoqda. Kartoshkani yetishtirishda uni yig'ishtirish jarayoni eng murakkab jarayonlardan hisoblanadi.

Tadqiqot usullari. Hozirda jahonda kichik konturli dalalarda motoblok bazasida ishlaydigan kartoshka kovlagichlar qo'llaniladi. Ularning turli xil variantlari mavjud bo'lib, shundan elakli kartoshka kovlagichlar samarali hisoblanadi. Ammo, bu turdagi kovlagichlarning konstruksiyasi murakkab va metallhajmdor bo'lib, ish jarayonida turli xil tuproq iqlim sharoitlari uchun imkoniyatlari past. Chunki kovlagichning elagini uzunligi cheklangan bo'lib, bunga sabab kovlagich motoblok bilan agregatlanganda motoblokning mashinist tomonidan boshqarish qulay bo'lishi lozim. Shunga ko'ra, uning uzunligi motoblokni boshqarish rulidan uzun bo'lmasligi lozim. Ushbu kamchiliklarni bartaraf etish maqsadida Biz tomonimizdan motoblok bazasida ishlaydigan kartoshka kovlagich taklif etiladi (1-rasm). Kartoshka kovlagich qazish lemexi 1, elevator 2, elevator chivig'i 3, elevator chivig'iga kiygizilgan quvur 4, barabanlar 5, g'ildirak 7, g'ildirakdan elevatorga harakat beruvchi yulduzcha 7 lardan iborat. Kartoshka kovlagich motoblok osish qurilmasiga o'rnatiladi, ya'ni kovlagich osma mexanizm yordamida agregatlanadi. Motoblok harakati davomida kartoshka kovlagich g'ildiragi aylanma harakatlanadi va unga joylashgan yulduzcha elevator o'qini aylantiradi. Natijada elevator agregatning harakat yo'nalishiga qarama qarshi harakatlanib, tuproq-kartoshka massasini elashni boshlaydi. Elevatorning harakati kovlagichning g'ildiragi va unga joylashgan yulduzcha o'lchamlariga bog'liq. Elevator chivig'iga kiygizilgan quvurlar harakat davomida kovlagich ramasiga mahkamlangan barabanlar bilan ta'sirlashib, ham aylanma harakat qiladi hamda o'zining diametri bo'yicha yuqoriga tikka nisbatan ko'tarilib keyin qaytadan birinchi holatiga tushadi. Bu jarayon har bir baraban bilan ta'sirlashganda uzviy davom etadi. Bunda tuproq-kartoshka massasini elevatorda elaklanishi ortadi.



1 – qazish lemexi; 2 – elevator; 3 – elevator chivig'i; 4 – quvur (truba); 5 – baraban (intensifikator); 6 – g'ildirak; 7 – elevatorni harakatga keltiruvchi yulduzcha

1-rasm. Motoblok bilan agregatlangan kartoshka kovlagichning umumiy sxemasi

Bunda kartoshka kovlagichning elagi chiviqclariga trubalar kiritilgan bo'lib, elevator tagida barabanlar o'rnatilgan. Chiviqclariga kiydirilgan turbalar barabanlar bilan ta'sirlashganda ham aylanma harakat qiladi hamda pastga yuqoriga ko'tarilib tuproq palaxsasini uvalaydi [4].

Kartoshka kovlagichning asosiy parametrlari quyidagilar hisoblanadi (2-rasm):

L_{ku} – kartoshka kovlagichning uzunligi, m;

L_{el} – elevator uzunligi, m;

L_l – lemex uzunligi, m;

V_l – lemex eni, m;

$D_{g'i}$ – g'ildirak diametri, m;

b_{td} – chiviq'larga kiygizilgan truba diametri, m;

D_b – chiviq'larga kiygizilgan trubalar bilan ta'sirlashuvchi barabanli intensivator diametri, m;

Tadqiqot natijalari. Motoblok bazasida ishlaydigan kartoshka kovlagichning asosiy parametrlaridan biri uning uzunligi L_{ku} hisoblanadi. Uning uzunligi kovlagich osish qurilmasining uzunligiga L_{os} , elevator uzunligiga L_{el} , g'ildirak diametri $D_{g'i}$ o'lchamlariga bog'liq. Bularning umumiy uzunligi o'z navbatida motoblok rulining uzunligidan kichik bo'lishi lozim. Chunki motoblokni boshqarishda mashinist to'liq boshqarish imkoniga ega bo'lishi lozim. SHuning uchun kartoshka kovlagichning umumiy uzunligi motoblokning rul uzunligidan kichik yoki teng bo'lish shartidan quyidagi shart orqali aniqlanadi

$$L_{ru} \geq L_{ku}. \quad (1)$$

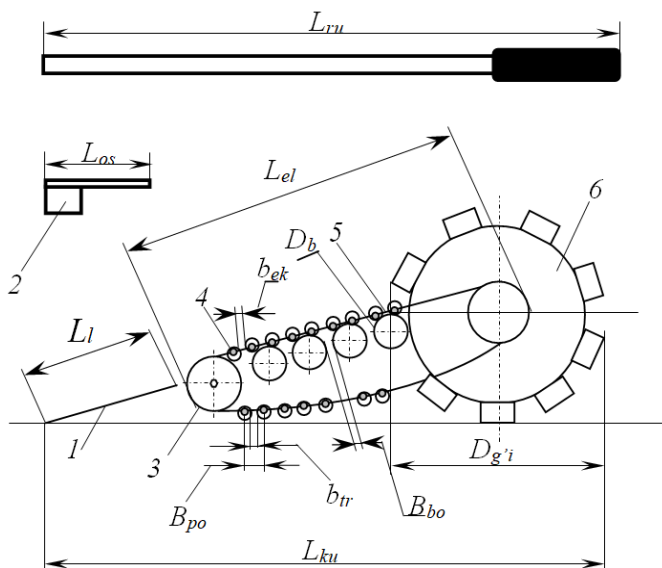
Kartoshka kovlagichning uzunligi o'z navbatida quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi [4]

$$L_{ku} = L_{lu} + L_{el} + \frac{1}{2}(D_{g'i} - d_{yu}), \quad (2)$$

bunda d_{yu} – yulduzcha diametri, m.

Lemex uzunligi kovlagich osish qurilmasi uzunligi oralig'ida bo'lishi lozim. Lemexning uchi motoblok bilan kovlagich osish qurilmasi tutashgan joydan oldinda bo'la olmaydi chunki motoblokni burayotganda lemex uchlari motoblok g'ildiraklariga tegmasligi lozim. SHuning uchun lemexning uzunligi quyidagi shart orqali aniqlanadi [4]

$$L_{lu} \leq L_{os} \cos \alpha, \quad (3)$$



1-lemex; 2-motoblokning osish qurilmasi; 3-elevator; 4-truba; 5-baraban; 6-g'ildirak

2-rasm. Motoblok bazasida ishlaydigan kartoshka kovlagichning asosiy parametrlarini aniqlash bo'yicha sxema

bunda α – lemexning gorizontga nisbatan o'rnatilish burchagi, $^{\circ}$.

(3) ifodaga $L_{os}=30$ sm, $\alpha=24^{\circ}$ ekanligini qo'ysak, $L_{lu}=27$ sm ga ega bo'lamiz.

(2) va (3) ifodalardan foydalanib elevator uzunligini quyidagi ifoda orqali aniqlash mumkin [4]

$$L_{el} = \left(L_{ku} - L_l \cos \alpha - \frac{1}{2} D_{g'i} + \frac{1}{2} d_{yu} - b \right) \cos \beta, \quad (4)$$

bunda b – lemex va elevator orasidagi oraliq masofa, m;

β – elevatori gorizontga nisbatan o'rnatilish burchagi, $^{\circ}$.

(4) ifodaga $L_{ku}=100$ sm, $\beta=30^{\circ}$, $L_{os}=30$ sm, $D_{g'i}=45$ sm, $d_{yu}=10$ sm, $b=2,5$ sm qiymatlarni qo'yib, quyidagi $L_{el}=53$ sm ega bo'lamiz.

Elevatorda chiviqqlarga kiygizilgan quvurlar orasidagi masofa $b_{tr}=2,5$ sm ni tashkil etishi lozim.

SHuning uchun biz taklif etayotgan elevatorda har bir oraliqda bitta chiviq olib tashlangan. SHunda chiviqqlar orasidagi masofa $V_{ro}=5$ sm ni tashkil etadi. CHiviqqlarga kiydiriladigan trubalarning diametrini b_{td} tanlashda elevator chiviqqlar orasidagi masofa 2,5 sm ni tashkil etishi lozim. SHuning uchun trubalarning diametri b_{td} quyidagi ifoda orqali aniqlanadi [4]

$$b_{td} \leq \frac{B_{po} + 2b_{tr}}{2}. \quad (5)$$

(5) ifodaga qiymatlarni qo'yib, trubalarning diametri $b_{td}=5$ sm bo'lishligini aniqlaymiz.

Elevator uzunligini qiymatini hisobga olib, kovlagich elevatori tagiga o'rnatilgan barabanlarning sonini aniqlashimiz mumkin. Bunda elevator yulduzchalarining diametri hisobga olinishi lozim. Barabanlarning soni quyidagi ifoda orqali aniqlanadi [4]

$$n_b = \frac{L_{el} - 2d_{yu} - 2B_{po}}{2B_{po}}. \quad (6)$$

(6) ifodaga ma'lum qiymatlarni qo'yib, $n_b=3,3$ dona bo'lishligini aniqlaymiz. Aniqlangan qiymatni yaxlitlash orqali barabanlarning sonini 3 dona deyishimiz mumkin.

CHiviqqlarga kiydirilgan trubalar barabanlar bilan ta'sirlashganda ularning orasidagi oraliq masofaning b_{ek} eng minimal qiymati quyidagi ifoda orqali aniqlanadi [4]

$$b_{ek} = B_{op} - d_{ch} - \frac{1}{2} b_{tr}, \quad (7)$$

bunda d_{ch} – chiviq diametri, m.

(7) ifodaga ma'lum qiymatlarni qo'yib, $b_{ek}=1,3$ sm ga teng bo'ladi.

Barabanlarning diametrini aniqlashda chiviqqlar orasidagi masofani aylanaga ichki chizilgan kvadrat tomonlari deb qabul qilib olamiz. SHunga ko'ra baraban diametri quyidagi aniqlanadi

$$D_b = \sqrt{2} B_{po}. \quad (8)$$

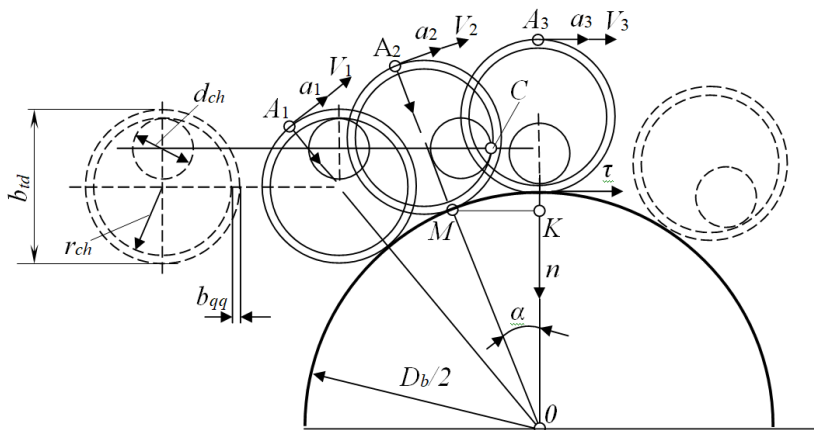
(8) ifodaga ko'ra baraban diametri $D_b=7$ sm ni tashkil etadi.

Barabanlarning o'zaro orasidagi bo'ylama masofa B_{bo} ning qiymati quyidagi ifodaga ko'ra aniqlash mumkin

$$B_{bo} = B_{po} - 2(D_b - B_{po}). \quad (9)$$

(9) ifodadagi ma’lum qiymatlarni qo‘yib, $B_{bo}=1$ sm ekanligini aniqlaymiz.

Kartoshka kovlagich elevatori chiviqclariga o‘rnatilgan quvurlarning barabanlar bilan o‘zaro ta’sirlashishini tadqiq etish uchun kartoshka kovlagich elevatori chiviqclariga o‘rnatilgan quvurlarning barabanlar bilan o‘zaro ta’sirlashishini 3.3-rasm rasmda keltirilgan sxemaga qarab aniqlashimiz mumkin. Elevator chiviqclariga o‘rnatilgan quvurlar aylana shaklidagi barabanlar bilan ta’sirlashganda uning tezliklar farqi, ya’ni kinematik parametrlari 3.3-rasmga muvofiq aniqlangan [5].



3-rasm. Kartoshka kovlagich elevatori chiviqclariga o‘rnatilgan quvurlarning barabanlar bilan o‘zaro ta’sirlashishini sxemasi

3-rasmda elevator chivig‘iga kiygizilgan quvur va ularni aylanma harakatini ta’minlovchi (intensifikator) barabanlarning parametrlari quyidagilardan iborat:

d_{ch} – chiviq diametri, m;

r_{ch} – quvurning ichki diametri, m;

b_{qq} – quvur qalinligi, m;

h_{ch} – elevator chivig‘i markazidan barabangacha bo‘lgan masofa, m;

S – elevator chivig‘i va quvurning to‘qnashish nuqtasi, m;

α_t – M va K nuqtalar orasidagi burchak, m.

Elevator chivig‘iga kiygizilgan quvurlar elevatorning harakati davomida aylana shaklidagi barabanlar bilan ta’sirlanib, o‘z o‘qi atrofida aylanma harakat qiladi va tuproq massasini biroz uvalaydi. SHu harakat davomida baraban bilan ta’sirlashib uning harakat tezligi quyidagi ifoda keltirilgandek o‘zgaradi [5]

$$V_c = \frac{V_{el} \left[r_{ich} \left(\frac{D_{\delta}}{2} + h_{ch} \right) - \left(\frac{d}{2} b_{td} + \frac{D_{\delta}}{2} r_{ich} \right) \cos \alpha \right]^2}{2 b_{td} \left(b_{td} - \frac{d_{ch}}{2} \right)}, \quad (10)$$

yoki (10) ifodani (5) va (8) qo‘yib quyidagicha aniqlash mumkin

$$V_c = V_{el} \frac{\left[r_{ich} \left(\frac{\sqrt{2} B_{op}}{2} + h_{ch} \right) - \left(\frac{d_{ch}}{2} \cdot \frac{B_{po} + 2b_{tr}}{2} + \frac{\sqrt{2} B_{op}}{2} r_{ich} \right) \cos \alpha \right]^2}{2 \frac{B_{po} + 2b_{tr}}{2} \left(\frac{B_{po} + 2b_{tr}}{2} - \frac{d_{ch}}{2} \right)}. \quad (11)$$

Elevator chiviqiga kiygizilgan quvurning tangentsial tezlanishi quyidagi ifoda orqali [5]

$$a_A^\tau = \frac{dV_C}{dt} = - \frac{2(b_{td})(r_{ich} - \frac{d_{ch}}{2})(\frac{d_{ch}}{2}b_{td} + r_{ich}\frac{D_{\delta}}{2}) \cdot \sin \alpha \cdot V_C}{[r_{ich}(\frac{D_{\delta}}{2} + h_{ch}) - (\frac{d_{ch}}{2}b_{td} + \frac{D_{\delta}}{2}r_{ich})\cos \alpha]^2}. \quad (12)$$

yoki

$$a_A^\tau = \frac{dV_C}{dt} = - \frac{2(\frac{B_{po} + 2b_{tr}}{2})(r_{ich} - \frac{d_{ch}}{2})(\frac{d_{ch}}{2}(\frac{B_{po} + 2b_{tr}}{2}) + r_{ich}\frac{D_{\delta}}{2}) \cdot \sin \alpha \cdot V_C}{[r_{ich}(\frac{D_{\delta}}{2} + h_{ch}) - (\frac{d_{ch}}{2}(\frac{B_{po} + 2b_{tr}}{2}) + \frac{D_{\delta}}{2}r_{ich})\cos \alpha]^2}. \quad (13)$$

Normal tezlanishni esa quyidagi ifoda orqali aniqlash mumkin [5]

$$a_n = 2\omega^2 \cdot 2b_{td} = \frac{2b_{td}(r_{ich} - \frac{d_{ch}}{2})^2}{[r_{ich}(\frac{D_b}{2} + h_{ch}) - (\frac{d_{ich}}{2}b_{td} + \frac{D_b}{2}r_{ich})\cos \alpha]^2} \cdot V_C^2. \quad (14)$$

yoki

$$a_n = 2\omega^2 \cdot 2\left(\frac{B_{po} + 2b_{tr}}{2}\right) = \frac{2\left(\frac{B_{po} + 2b_{tr}}{2}\right)(r_{ich} - \frac{d_{ch}}{2})^2}{[r_{ich}(\frac{D_b}{2} + h_{ch}) - (\frac{d_{ich}}{2}(\frac{B_{po} + 2b_{tr}}{2}) + \frac{D_b}{2}r_{ich})\cos \alpha]^2} \cdot V_C^2. \quad (15)$$

Yuqorida keltirilgan ifodalarga ko'ra, motoblok bilan agregatlanadigan kartoshka kovlagichning asosiy parametrlari, ya'ni elevator uzunligi 53 sm, qazish lemexining uzunligi 27 sm, kovlagichning umumiy uzunligi 1 m, g'ildiragining diametri 45 sm, barabanlarning o'zaro orasidagi bo'ylama masofa 1 smdan kam bo'lmasligi, baraban diametri esa 7 sm bo'lishi lozimligi aniqlandi. 10÷15 ifodalardan elevator chivig'iga kiydirilgan quvurlar baraban bilan ta'sirlashganda uning tezligi va tezlanishlari qanday qiymatga ega bo'lishini aniqlash mumkin.

Xulosalar

1. Motoblok bilan agregatlanadigan kartoshka kovlagichni ishlab chiqishda uning konstruksiyasi turli xil tuproq iqlim sharoitlari uchun mos va ish unumi yuqori bo'lgan yengil va sodda konstruksiyaga ega bo'lgan kartoshka kovlagichning parametrlari nazariy asoslandi va konstruksion sxemasi ishlab chiqildi.

2. Nazariy tadqiqotlar asosida kovlagichning uzunligi $L_{ku}=100$ sm, osish qurilmasi $L_{os}=30$ sm dan oralig'ida bo'lishligi, g'ildirak diametri $D_{g'i}=45$ sm, elevator yulduzchasi $d_{yu}=10$ sm, trubalarning diametri $b_{td}=5$ lemex va elevator orasidagi oraliq masofa $b=2,5$ sm elevator uzunligi $L_{el}=53$ sm, lemex uzunligi $L_{lu}=27$ sm, baraban diametri $D_b=7$ sm, quvur dimateri $b_{td}=5$ sm bo'lishligi va barabanlar soni $n_b=3$ donadan kam bo'lmasligini lozimligi aniqlandi.

3. Elevator chiviqilariga kiygizilgan quvurlarning baraban bilan ta'sirlashganda inertsia momenti hosil bo'lib aylanma harakat qilishi va unda tangentsial hamda normal tezlanishlarga ega bo'lgan kinematik parametrlarini aniqlash imkonini beradigan ifodalar keltirib chiqarildi.

ADABIYOTLAR

1. Norchaev D.R., Norchaev R., Egamov J. Prospects for improving technical tools for

growing and harvesting potatoes // German International Journal of Modern Science. Germany, 2022. –№47. –P.45-49.

2. Norchaev D.R., Norchaev J.R., Xusainov B.S. Results of experimental studies of a potato groomer motoblock // German International Journal of Modern Science. Germany, 2022. –№47. –P.42-45.

3. Норчаев Д.Р., Норчаев Ж.Р., Хусаинов Б.С. Технические средства для возделывания овощей и картофеля к мотоблоку и результаты экспериментальных исследований // Евразийский Союз Ученых. Международный научно-исследовательский журнал. Санкт–Петербург, 2022. –№47.–С.10-14.

4. Norchaev D.R., G‘aybullaev B.SH., Xusainov B.S. Motoblok bazasida ishlaydigan kartoshka kovlagich elevatori parametrlarini asoslash // Yuqori samarali qishloq xo‘jalik mashinalarini yaratish va texnika vositalaridan foydalanish darajasini oshirishning innovatsion yechimlari xalqaro ilmiy-texnik konferentsiyasi. Gulbaxor. – B. 266-269.

5. Суздалева Г.Ф. Технология сепарации почвенно - картофельного вороха с обоснованием конструктивно-режимных параметров элеватора с комбинированными прутками и интенсификатором. Автореф. дисс. ... канд.техн.наук. – Рязань, 2005. – 24 с.

УДК 621.43: 622.75

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ КИСЛОРОД СОДЕРЖАЩИХ ДОБАВОК ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ БЕНЗИНОВ

Базаров Бахтиёр Имамович

Д.т.н., профессор кафедры «Транспортные энергетические установки» Ташкентского государственного транспортного университета ORCID ID 0000-0002-3343-3932, E-mail: baxtbb@mail.ru

Ахматжанов Равшанжон Нейматжанович

PhD, доцент, заведующий кафедрой «Транспортные энергетические установки», Ташкентского государственного транспортного университета, E-mail: axmatjanovravshanjon@gmail.com

Алимов Шухрат Икрамович

докторант Ташкентского государственного транспортного университета, ORCID ID: 0000-0001-9192-7271
E-mail: sh_alimov88@mail.ru

Аннотация. Использование оксигенатов или кислородсодержащих соединений в качестве высокооктановых компонентов автомобильных бензинов или в качестве добавок для получения бензинов с другими, более высокими экологическими классами является одним из наиболее доступным и современным решением энерго-экологических проблем наземных транспортных средств.

В данной статье приводятся результаты проведенных научных исследований по использованию различных кислородсодержащих соединений в качестве добавок к автомобильным бензинам. Полученные результаты позволяют использовать кислородсодержащие соединения-сложная смесь низших и высших спиртов, а также эфиров в качестве добавок к автомобильному бензину или базовому товарному бензину.

Annotatsiya. Kislorod saqlovchi birikmalar yoki oksigenatlardan avtomobil benzinlarida yuqori oktanli komponentlar sifatida foydalanish yoki yuqori ekologik sinflarga ega benzin olish uchun qo'shimchalar sifatida foydalanish yerusti transport vositalarining energiya va ekologik muammolarini eng arzon va zamonaviy yechimlaridan biridir.

Ushbu maqolada turli xil kislorod saqlovchi birikmalardan avtomobil benziniga qo'shimchalar sifatida foydalanish bo'yicha ilmiy tadqiqotlar natijalari keltirilgan.

Olingan natijalar kislorod saqlovchi murakkab birikmalar aralashmasi quyida va yuqori spirtlar, shuningdek, efirlardan avtomobil benziniga qo'shimcha sifatida yoki bazaviy benzin sifatida foydalanish imkonini beradi.

Abstract. The use of oxygenates or oxygen-containing compounds as high-octane components of motor gasoline or as additives to obtain gasoline with other, higher environmental classes is one of the most affordable and modern solutions to the energy and environmental problems of land vehicles.

This article presents the results of scientific research on the use of various oxygen-containing compounds as additives to motor gasoline. The results obtained allow the use of oxygen-containing compounds, a complex mixture of lower and higher alcohols, as well as ethers, as additives to motor gasoline or base commercial gasoline.

Kalit so'zlar: avtomobil benzini, kislorod saqlovchi birikmalar, yonilg'i aralashmasi xususiyatlari.

Ключевые слова: автомобильные бензины, кислородсодержащие соединения, свойства топливных смесей.

Key words: motor gasolines, oxygen-containing compounds, properties of fuel mixtures.

1. Введение

В настоящее время в мире годовая потребность различным автомобильным бензинам составляет около 1,2 млрд. т, которые должны соответствовать современным требованиям по эксплуатационным, экологическим и экономическим свойствам [3].

Оксигенаты или кислородсодержащие соединения, обеспечивающие достаточную детонационную стойкость автомобильных бензинов и снижение выбросов оксида углерода и диоксида углерода (углекислый газ) в окружающую среду являются экологической добавкой к моторным топливам, а также они относятся к весомым веществам, которые расширяют ресурс производимых автомобильных бензинов. [1-4].

Оценка использования оксигенатов (различных спиртов и эфиров) в качестве экологически чистого компонента автомобильного бензина в целом должна характеризоваться содержанием их объемной доли в составе бензина при ограниченных концентрациях серы, бензола, олефиновых и ароматических углеводородов, монометиланилина, метанола, кислорода и отсутствие свинца, марганца и железа [5-8].

Проведение необходимых исследований кислородсодержащих топливных добавок к автомобильным бензинам в реальных условиях эксплуатации позволяют получить необходимые данные для сравнительной их оценки и полученные результаты являются основанием для рекомендаций по их применению.

2. Цель и постановка задачи

Известно, что установление наиболее важных эксплуатационных и экологических свойств автомобильных бензинов с кислородсодержащими топливными добавками и влияние их на работу транспортных средств являются важными научно-практическими направлениями в энергообеспеченности транспортных средств.

Современные транспортные средства оснащаются различными современными системами по обеспечению их показателей по экологичности и топливной экономичности. Например, работа нейтрализатора-катализатора во многом зависит от состава топлива, используемых топливных присадок или добавок. Бензиновая инжекторная система топливоподачи чувствительна к моющим свойствам топлива и при отрицательных температурах окружающей среды устойчивость топливной смеси имеет большое значение.

Обычно на питание бензинами с кислородсодержащими высокооктановыми компонентами переводятся те транспортные средства, которые работают на нефтяном бензине, и, следовательно, при этом большее внимание обращают на разницу энергоэкологических показателей двигателей, работающих на том или на другом виде топлива. В этой связи сначала предварительно определяются расчетные значения исследуемых показателей, а затем сравниваются с полученными экспериментальными значениями.

Следует отметить, что при официальном утверждении типа транспортного средства, работающего на любом альтернативном виде топлива, например, на сжиженном нефтяном газе (СНГ) или на сжатом природном газе (СПГ) допускается, что его номинальная выходная мощность должна составлять от 0,7 до 1,15 выходной мощности двигателя базового транспортного средства [9-11].

Однако, многие потребители транспортных средств, работающих на альтернативном виде топлива заинтересованы в сохранении базовых показателей транспортных средств независимо от вида используемого моторного топлива.

В этой связи при использовании любого вида моторного топлива предварительная оценка основных показателей транспортного средства производится расчетным способом и при получении удовлетворительных результатов проводятся экспериментальные исследования и далее исследования в реальных условиях эксплуатации.

В этой связи целью настоящих исследований является установление максимально возможной концентрации кислородсодержащих компонентов автомобильных бензинов улучшенными свойствами при условии постоянных базовых регулировочных параметров систем питания и зажигания ДВС.

3. Анализ публикаций

Современные автомобильные бензины являются многокомпонентными энергоисточниками. Качество производимых автомобильных бензинов обеспечивается инновационными технологическими процессами и компаундированием различными присадками и добавками, а кислородсодержащие добавки в основном применяются в качестве антидетонаторов [12-15].

В соответствии с требованиями современными нормативными документами из состава автомобильных бензинов исключаются присадки на основе металлосодержащих присадок (содержащих марганец, свинец и железо), включая изоалкилкарбоксилаты лития (литийсодержащие соединения), которые не удовлетворяют экологическую безопасность и надежность систем нейтрализации отработавших газов и зажигания, а также повышают склонность бензинов к образованию отложений на впускных клапанах, камере сгорания и узлах системы выпуска отработавших газов [16]. .

Все передовые страны мира делают крен в сторону производства автомобильных бензинов высокого экологического класса-K5, который должен содержать бензола – не более 1,0 % об., серы – не более 10 ppm, ароматических углеводородов – не более 35 % об., олефиновых углеводородов – не более 14 % масс., кислорода – 2,7 % масс., а также до 100°C перегоняется не менее 46 % об., а до 150 – не более 75 % об. Причем из технического регламента на сегодняшний день удалено требование по октановому числу для бензинов экоклассов K3-K5 [4].

Известно, что присадки к топливам или другим эксплуатационным материалам – химические вещества (смесь химических веществ), добавляемые к топливу для улучшения его эксплуатационных, экологических и других потребительских свойств. В некоторой технической литературе отмечают условные различия понятий присадки (вводятся до 0,5%) и добавки (вводятся от 0,5% и выше) к топливам [18].

Многими отечественными и зарубежными стандартами устанавливаются массовая доля кислорода и объемная для оксигенатов (спиртов и эфиров) в составе бензинов в зависимости от их экологического класса. Обычно рекомендуемая концентрация оксигенатов в бензинах составляет 3-15% объема и выбирается с таким расчетом, чтобы содержание кислорода в топливе не превышало 2,7% массы. Однако в Европе при переходе с нормативных выбросов Евро-5 на Евро-6 требования к качеству автомобильных бензинов несколько смягчают-увеличивается допустимое содержание оксигенатов до 3,7% массы по кислороду (22% метил-трет-бутилового эфира или до 10% этанола), американский стандарт на бензин E85 допускает содержание кислорода до 29,5 % [17-22].

Многими исследованиями установлено, что использование оксигенатов в качестве экологически чистого компонента автомобильного бензина приводит к фазовой нестабильности при обводнении. Данная проблема решается различными способами

(использование высших спиртов-стабилизаторов или бортовых малогабаритных кавитаторов или специальных присадок и др.) или применением многофункциональных (улучшение характеристики горения, моющих и низкотемпературных свойств) кислородсодержащих добавок сложного состава [19].

Анализ результатов ранее выполненных научно-исследовательских работ, включая исследования авторов настоящей статьи, установлено, что улучшение эксплуатационных, включая экологических, свойств автомобильных бензинов путем научно обоснованного подбора кислородсодержащих добавок к ним является важным научным направлением.

4. Методы исследований

Основные физико-химические и эксплуатационные показатели бензинов с кислородсодержащими добавками и без них определялись на основе действующих нормативных и других руководящих документов. Автомобильные бензины с рациональными концентрациями кислородсодержащих добавок были также подвергнуты к исследованиям по улучшению физической стабильностью (низкотемпературные свойства, склонность к потерям от испарения, время расслаивания и выпадения второй фазы, гигроскопичность, совместимость при смешении) топливных смесей выполнялись в соответствии с требованиями нормативов [20].

В процессе исследований в качестве стабилизатора бензино-спиртовых смесей были использованы бутанол, масло сивушное, эфиры (метилацетат, этилацетат), эфираальдегидная фракция и фурфуроловый спирт, которые являются продуктами местной нефтехимической промышленности.

5. Результаты исследований и обсуждение

5.1. Расчетные результаты показателей топлив

Известно, что многие оксигенаты (метанол, этанол, бутанол и др.) имеют меньшую объемную и массовую энергоемкости (теплота сгорания), чем у бензинов, однако при этом их теплопроизводительность (теплота сгорания горючей смеси) и бензиновых топливовоздушных смесей при сгорании отличаются незначительно по той причине, что отличительные значения теоретически необходимого количества воздуха для полного сгорания топлива, высокое значение их теплоты испарения способствует улучшению наполнения цилиндров двигателя и снижению теплонапряженности деталей, что приводит к повышению полноты сгорания, но на основных нагрузочных режимах из-за значительного обеднения состава смеси происходит уменьшение мощности двигателя [20].

Автомобильные бензины нефтяного происхождения и кислородсодержащие добавки (спирты и эфиры) имеют различные физико-химические и теплофизические свойства (таб.1), основные значения которых были рассчитаны на основе руководящих и справочных документов [21].

Таблица 1

Сравнительные физико-химические и теплофизические свойства различных топлив

Наименование	Един. изм.	Топлива						
		Бензин (АИ-92)	Метанол	Этанол	Бутанол	МТЭБ	ДМЭ	ММА
Химическая формула	—	C_8H_{17}	CH_3OH	C_2H_5O H	C_4H_9O H	C_5H_{12} O	C_2H_6 O	CH_3NH 2
Элементарный	%							

состав:								
Углерод		0,855	0,375	0,522	0,649	0,682	0,522	0,387
Водород		0,145	0,125	0,130	0,135	0,136	0,130	0,161
Кислород		-	0,500	0,348	0,216	0,182	0,348	-
Азот		-	-	-	-	-	-	0,452
Соотношение Н/С	-	0,17	0,33	0,25	0,21	0,20	0,25	0,42
Низшая теплота сгорания	МДж/кг	44,21	19,9	22,2	36	35,2	28,4	35,4
Низшая теплота сгорания горючей смеси при $\alpha=1$	МДж/кг	2,9	3,1	3,0	3,2	-	-	-
Молекулярная масса	кг/ кмоль	112	32,04	46,08	74,121	88,15	46,07	100,121
Теплота испарения	кДж/кг	295	1100	840	677	332	410	256
Удельная теплоёмкость	кДж/кг·К	1,4	2,488	2,39	2,34	2,1	2,35	
Теоретически необходимое количество воздуха для полного сгорания топлива	кг/кг кмоль/кг	14,96 0,512	6,52 0,238	9,06 0,31	11,2 0,385	11,85 0,405	9,06 0,31	4,306 0,189
Октановое число	ОЧИ ОЧМ	92 83,5	115 91	118 95	96 78	125 100	- -	280 -
Требуемая концентрация для повышения ОЧИ на 1 ед.	% масс	-	2,5-2,6	2,9-3,0	-	3,6- 3,8	-	0,3

Расчет октанового числа топливных кислородсодержащих смесей (ТКС), состоящих из бензина, спиртов и эфиров проводились по формуле:

$$\Sigma \text{ОЧ}_{\text{ТКС}} = \Sigma v_i \cdot \text{ОЧ}_i \quad (1)$$

где v_i - объемная доля i – компонента ТКС;

ОЧ_i – октановое число i – компонента ТКС.

Расчетные значения октановых чисел ТКС-1 (бензин АИ-92 74% , бутанол 20%, этанол 5%, ММА 1%) и ТКС-2 (бензин АИ-92 74,5% , бутанол 20%, этанол 5%, ММА 0,5%) получены соответственно ОЧИ 96,5 и 95,4, которые далее были подвергнуты моторным испытаниям.

5.2. Экспериментальные результаты показателей топлив

Экспериментальные исследования базового бензина АИ-92 и топливных кислородсодержащих смесей (ТКС), состоящих из бензина, спиртов и эфиров

проводились с целью определения их октановых чисел и других показателей (таб.2).

Таблица 2

Основные показатели эксплуатационных свойств топлив

Наименование показателя	Един. изм.	Топлива		
		Бензин АИ-92	ТКС – 1	ТКС – 2
Октановое число(ОЧИ)				
Расчет	-	–	96,5	95,4
Эксперимент		92	97,4	95,1
Фракционный состав				
Температура начала перегонки		не ниже 35	39	39
Температура перегонки 10 % топлива		не выше 75	51	59
Температура перегонки 50 % топлива	°С	не выше 120	100	103
Температура перегонки 90 % топлива		не выше 190	162	159
Конец кипения		не выше 215	192	205
Объемная доля остатка в колбе	%	не более 2	1,1	1,1
Остаток и потери	%	не более 4	4	4
Массовая концентрация смол	мг/100 см ³	не более 10	5,2	4

Как показывают полученные результаты выполненных работ при использовании низших и высших спиртов совместно с эфирами в качестве добавок к бензину значительно улучшается его моторные и другие свойства.

5.2. Обсуждение результатов расчетных и экспериментальных исследований

Использование несколько низших или низших и высших спиртов совместно с эфирами в качестве добавок к автомобильному бензину позволяет улучшить их ряд эксплуатационных свойств,

При этом на основе автомобильных бензинов классов К2 и К3 можно получить бензины экоклассов К4 и К5, задействовав дополнительные производственные мощности для получения кислородсодержащих добавок.

Заключение

Согласно результатов проведенных исследований установлено, что совместное использование различных кислородсодержащих топливных добавок (спиртов, эфиров) к автомобильному бензину позволят улучшить одновременно его детонационные, экологические, низкотемпературные, моющие свойства, а также расширяются ресурс выпускаемой продукции и новые производственные мощности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гуреев А.А., Азев В.С. Автомобильные бензины. Свойства и применение. -М.: Нефть и газ, 1996. -444 с.
2. Базаров Б.И. Детонационная стойкость топливных смесей.// Двигателестроение, 1999, № 4(198). –с.38-39, 46-47
3. Базаров Б.И. Работа поршневых двигателей на альтернативных видах топлива. –

Ташкент: ТАДИ, 2001. –138 с.

4. ГОСТ 32513-2023 Топлива моторные. Бензин неэтилированный
5. ASTM D5798-21 Стандартные спецификации на топливный этанол (Ed75-Ed85) для автомобильных двигателей с искровым зажиганием
6. Базаров Б.И., Юсупов Д., Эрахмедов Д. Многофункциональные экологические альтернативные топлива и топливные добавки. // Нефть и газ, 2003, №3. – С.42-44
7. Базаров Б.И. и др. Формирование требований к топливным добавкам для автомобильных бензинов. // Нефть и газ, 2009, №1. -с 42-43
8. Базаров Б.И., Калауов С.А., Сайидахмедов С.И., Ахмаджанов Р.Н., Юлчиев Т.И. Разработка композиционного моторного топлива по основе метанола для двигателей внутреннего сгорания с искровым зажиганием. // Нефть и газ, 2013, №3, с.45-46
9. Базаров Б.И., Турабжанов С.М., Сайдахмедов С.И. Комплексные исследования бензинометанольных смесей. // Химия и химическая технология, 2014, №1, с. 24-29
10. Базаров Б.И., Калауов С.А., Васидов А.Х. Альтернативные моторные топлива. Монография. – Ташкент: SHAMSASA, 2014. – 189 с.
11. Базаров Б.И., Калауов С.А., Ахмаджанов Р.Н. Использование спиртов и эфиров в качестве добавки к автомобильным бензинам. // Инженер, 2015, №10. – с. 31-36
12. Базаров Б.И., Джалилов А.Т., Калауов С.А., Алимов Ш.И., Ахмаджанов Р.Н. Многофункциональная топливная добавка к бензину. // Патент на изобретение № IAP 05852, 10.02.2017/23.05.2019
13. Карпов С.А. Особенности применения оксигенатов в автомобильном топливе. / Автореф. дис. доктора техн. наук. – Уфа: 2012. -38 с.
14. Данилов А.М. Применение присадок в топливах для автомобилей. Справочник. -М.: Химия, 2000.-232 с.
15. Ганина А. А. Новые компоненты и присадки для производства автомобильных бензинов на базе доступного отечественного сырья. / Автореф. диссер. канд. тех. наук. - Томск: 2022. - 28 с.
16. Томин А.В. Комплексная оценка эффективности оксигенатов в автомобильных бензинах. / Автореф. диссер. канд. тех. наук. -М.: 2013. -23 с.
17. Victoria Ribun, Olga Khatsevich. Current State of Synthesis and Use of Oxygen Generating Additives. // Evolution in Polymer Technology Journal, Volume 2, Issue 4, 2019.-6 p.
18. Davis S.C. Transportation energy. Data book: Edition 39. – Oak Ridge: Center for Transportation Analysis, 2021. – 458 p.
19. Riesta Anggarani, CahoS. Wibowo, Riza Sukavaharja. Performance and emission Characteristics of Dimethyl Ether (DME) mixed liquid gas for vehicle (LGV) as alternative fuel for spark Ignition Engine. // Energy Procedia, 65, 2015. - p. 274-281.
20. Feng Y., Chen T., Xie H. Effects of injection timing of DME on Micro flame Ignition (MFI) combustion in a gasoline engine. // Internal Combustion Engines and power train System for future Transport, 2019. - 19 p.
21. Folfson R. Alternative Fuels and Advanced Vehicle Technologies for Improved Environmental Performance. – ELSEVIER, 2014. –760 p.
22. Flekiewicz M., Kubica G., The effects of blending dimethyl ether with LPG on the engine operation and its efficiency. // Combustion engines, 2013, 154(3). - p 86-95

UDK 631.319.06

**KOMBINATSIYALASHGAN MASHINA ZICHLAGICHLARINING
PARAMETRLARINI ASOSLASH**

To'xta'qoziev Abdusalim
QXMITI, t.f.d., prof. abdusalim_1950@mail.ru

Rasuljonov Abduraxmon Ravshanbek o'g'li
QXMITI, t.f.PhD, k.i.x., abduraxmon_qxmei@mail.ru

Xoliqulov Jamshid O'ktamqul o'g'li
QXMITI, mustaqil tadqiqotchisi

Annotatsiya. Maqolada bog' qatorlari oralarini bir o'tishda sabzavot ekinlarini ekish uchun tayyorlaydigan kombinatsiyalashgan mashina zichlagichlari tsilindrsimon qismining diametri va kengligi, konussimon qismining qiyalik burchagi, kengligi va katta diametri hamda zichlagichning umumiy qamrash kengligini asoslash bo'yicha o'tkazilgan nazariy tadqiqotlarning natijalari keltirilgan. Olingan natijalarga ko'ra kombinatsiyalashgan mashina zichlagichlarining tsilindrsimon qismining diametri va kengligi mos ravishda kamida 24,2 cm va 27-44 cm oralig'ida, konussimon qismining qiyalik burchagi, kengligi va uning katta diametri mos ravishda ko'pi bilan 35°, 8-16 cm va 35,4-47,3 cm oralig'ida hamda zichlagichning umumiy qamrash kengligi 60 cm bo'lishi lozim.

Аннотация. В статье приведены результаты теоретических исследований по обоснованию диаметра и ширины цилиндрической части, угла наклона, ширины и большого диаметра конической части и общей длины уплотнителя комбинированной машины для подготовки междурядий садов к севу овощных культур за один проход. По полученным результатам диаметр и ширина цилиндрической части уплотнителя комбинированной машины должны быть не менее 24,2 см и в пределах 27-44 см, угол наклона, ширина и большой диаметр его конической части должны быть соответственно не более 35° и в пределах 8-16 см и 35,4-47,3 см, общая длина уплотнителя должна быть 60 см.

Abstract. The article presents the results of theoretical studies to substantiate the diameter and width of the cylindrical part, the angle of inclination, the width and large diameter of the conical part and the total length of the compactor of a combined machine for preparing garden rows for sowing vegetable crops in one pass. According to the results obtained, the diameter and width of the cylindrical part of the seal of the combined machine must be at least 24.2 cm and within 27-44 cm, the angle of inclination, width and large diameter of its conical part must be, respectively, no more than 35° and within 8-16 cm and 35.4-47.3 cm, the total length of the seal should be 60 cm.

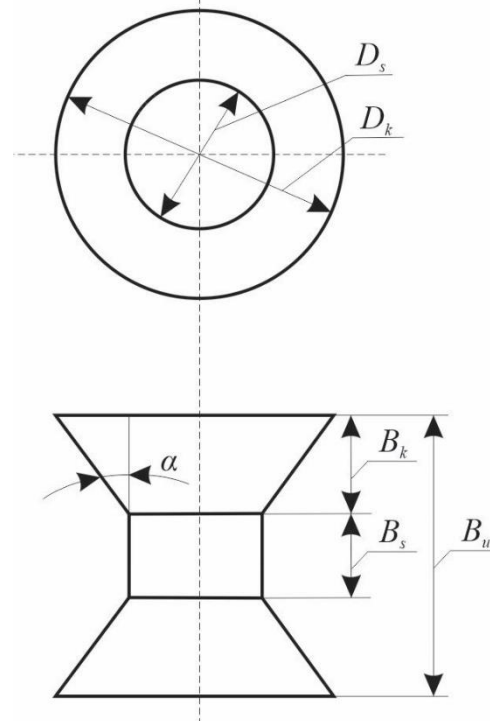
Kalit so'zlar: bog' qatorlari oralarini bir o'tishda sabzavot ekinlarini ekish uchun tayyorlaydigan kombinatsiyalashgan mashina, kombinatsiyalashgan mashina zichlagichi tsilindrsimon qismining diametri va kengligi, uning konussimon qismining qiyalik burchagi, kengligi va katta diametri, zichlagichning umumiy qamrash kengligi.

Ключевые слова: комбинированная машина для подготовки междурядий садов к севу овощных культур за один проход, диаметр и ширина цилиндрической части уплотнителя комбинированной машины, угол наклона его конической части, ширина и большой диаметр, общая ширина захвата уплотнителя.

Key words: combined machine for preparing the rows of gardens for sowing vegetable crops in one pass, the diameter and width of the cylindrical part of the compactor of the combined machine, the angle of inclination of its conical part, the width and large diameter, the total working width of the compactor.

Kirish. Hozirgi kunlarda bahorda bog' va tok qatorlari oralarini ekin ekishga tayyorlashda agrotexnik tadbirlar alohida-alohida qishloq xo'jaligi mashinalari va qurilmalarida amalga oshirilib kelinmoqda. Bu mehnat, energiya va yonilg'i sarfini ortishiga, tuproqning makro-mikrostrukturasini buzilishi va ortiqcha zichlanishiga hamda tuproqdagi namlikning yo'qotilishiga sabab bo'lmoqda. Bundan tashqari yuqoridagi tadbirlarni amalga oshirishda 50-60 yillar oldin yaratilgan hamda MDH mamlakatlaridan olib kelingan, ma'naviy jihatdan to'liq eskirgan qishloq xo'jaligi mashinalari va qurollaridan foydalanilmoqda. Ushbu mashinalardan foydalanish hamda ularni ta'mirlash uchun ko'p miqdorda moddiy xarajatlar sarflanmoqda [1-5]. Ta'kidlanganlardan kelib chiqib, QXMITI da bog' va tok qatorlari oralarini biryo'la ekin ekish uchun tayyorlaydigan kombinatsiyalashgan mashinaning konstruksiyasi ishlab chiqilgan. Kombinatsiyalashgan mashina osish qurilmasi bilan jihozlangan rama, yumshatkich, mayin tuproq qatlamini hosil qiladigan rotatsion ish organi, tekislagich, pushta olgich, pushtaning ustki qatlami va yonbag'rlarini zichlaydigan zichlagichdan iborat [6].

Tadqiqot materiallari. Ushbu maqolada kombinatsiyalashgan mashina zichlagichlarining quyida keltirilgan parametrlarini asoslash bo'yicha o'tkazilgan nazariy tadqiqotlarning natijalari keltirilgan (1-rasm):



1-rasm. Zichlagichning parametrlari

- zichlagich tsilindsimon qismining diametri D_s , m;
- zichlagich konussimon qismining katta diametri D_k , m;
- zichlagich konussimon qismining qiyalik burchagi α , °;
- zichlagich tsilindsimon qismining kengligi B_s , m;
- zichlagich konussimon qismining kengligi B_k , m;
- zichlagichning umumiy kengligi B_u , m.

Zichlagichlar ish jarayonida pushtaolgichlar tomonidan shakllantirilgan pushtalarni talab darajasida zichlashi, ularning tepa qismini tekislashi va undagi yirik kesaklarni maydalashi lozim. Ular yuqorida keltirilgan parametrlarini ushbu talablardan kelib chiqqan holda aniqlaymiz.

Tadqiqot natijalari va muhokamasi.

Zichlagich tsilindrsimon qismining diametrini u ish jarayonida pushta tepasida uchraydigan kesaklarni oldinga surmasdan bosib o'tib ketishi shartidan quyidagi ifoda bo'yicha aniqlaymiz [7]

$$D_c \geq \frac{[1 + \cos(\varphi_1 + \varphi_2)]d_k + 2h_z}{1 - \cos(\varphi_1 + \varphi_2)}, \quad (1)$$

bunda φ_1, φ_2 – pushta tepasidagi kesaklarni zichlagichning ishchi sirtiga va tuproqqa ishqalanish burchaklari, °;

d_k – pushta tepasida joylashgan kesaklarning diametri, m;

h_z – zichlagichni pushta tuprog'iga botish chuqurligi, m.

h_z ni quyidagi ifodadan foydalanib aniqlaymiz [8]

$$h_z = h_b \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho_1} \right), \quad (2)$$

bunda h_b – pushtaning balandligi, m;

ρ_0, ρ_1 – mos ravishda pushta tuprog'ining zichlanmasdan oldingi va zichlangandan keyingi zichligi, kg/m³.

(2) ifodani hisobga olganda (1) ifoda quyidagi ko'rinishni oladi

$$D_c \geq \frac{[1 + \cos(\varphi_1 + \varphi_2)]d_k + 2h_b \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho_1} \right)}{1 - \cos(\varphi_1 + \varphi_2)}. \quad (3)$$

$\varphi_1 = 30^\circ, \varphi_2 = 40^\circ, d_k = 0,1 \text{ m}, h_b = 0,1 \text{ m}, \rho_0 = 1050 \text{ kg/m}^3$ va $\rho_1 = 1200 \text{ kg/m}^3$ qabul qilinib, (3) ifoda bo'yicha o'tkazilgan hisoblashlar zichlagich tsilindrsimon qismining diametri kamida 24,2 cm bo'lishi lozimligini ko'rsatdi.

Zichlagich konussimon qismining qiyalik burchagini quyidagi shartdan aniqlaymiz

$$\alpha \leq \psi, \quad (4)$$

bunda ψ – tuproqning tabiiy to'kilish burchagi (35-38°) [9], °.

Bu shart bajarilganda pushta yonbag'irlarini zichlagichning konussimon qismi tomonidan zichlanishi ta'minlanadi va uning to'liq zichlanishiga, ya'ni pushtaning tepa qismini zichlagichning tsilindrsimon qismi tomonidan, uning yon bag'irlarini esa ish organining konussimon qismi tomonidan zichlanishiga erishilinadi.

ψ ning yuqorida keltirilgan qiymatini hisobga olganda zichlagich konussimon qismining qiyalik burchagi 35° dan oshmasligi lozim.

Zichlagich tsilindrsimon qismining kengligini pushta tepasining kengligiga teng etib

qabul qilamiz, ya'ni

$$B_s \leq b_t, \quad (5)$$

bunda b_t – pushta tepasining kengligi, m.

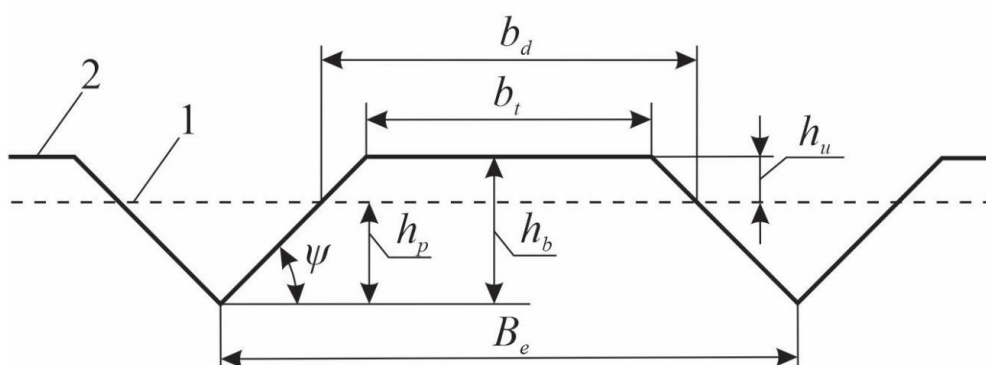
b_t ni 2-rasmda keltirilgan sxemaga asosan quyidagicha ifodalash mumkin

$$b_t = B_e - 2h_b \operatorname{ctg} \psi, \quad (6)$$

bunda B_e – pushta egatlari orasidagi masofa, m.

(6) ni hisobga olganda (5) ifodani quyidagicha ifodalash mumkin

Bu ifodaga $B_e = 70$ cm, $h_b = 10-15$ cm va $\psi = 35-38^\circ$ qiymatlarni qo'yib, zichlagich tsilindsimon qismining kengligi 27-44 cm oralig'ida rostlanadigan bo'lishi lozimligini aniqlaymiz.



1 – bog' qator oralariga pushta olinmasdan oldingi profili;
2 – bog' qator oralariga pushta olingandan keyingi profili

2-rasm. Pushtaolgichning tuproqqa botish chuqurligini aniqlashga doir sxema

$$B_s \leq B_e - 2h_b \operatorname{ctg} \psi. \quad (7)$$

Zichlagich konussimon qismining kengligini kombinatsiyalashgan mashinaga o'rnatiladigan barcha zichlagichlarni ko'ndalang yo'nalishda bir qator joylashtirish shartidan aniqlaymiz, chunki aks holda mashinaning konstruksiyasi murakkablashadi va materialhajmdorligi ortadi.

Zichlagich konussimon qismining yuqoridagi shart bajarilishini ta'minlaydigan kengligini quyidagi ifoda bo'yicha aniqlaymiz

$$B_k = \frac{1}{2}(B_e - B_s - \Delta), \quad (8)$$

bunda Δ – zichlagichlar orasidagi tirqishning kengligi, cm.

$\Delta = 10$ cm qabul qilib hamda (8) ifodaga B_e va B_s yuqorida keltirilgan va aniqlangan qiymatlarining qo'yib, zichlagich konussimon qismining kengligi 8-16 cm oralig'ida bo'lishi lozimligini aniqlaymiz.

Zichlagich konussimon qismining katta diametrini 1-rasmda keltirilgan sxema bo'yicha aniqlaymiz

$$D_k = 2B_k \operatorname{tg} \alpha + D_s \quad (9)$$

yoki

$$D_k = (B_e - B_s - \Delta) \operatorname{tg} \alpha + D_s. \quad (10)$$

Bu ifodaga $B_e = 70$ cm, $B_s = 27-44$ cm, $\Delta = 10$ cm, $\alpha = 35^\circ$ va $D_s = 24,2$ cm qiymatlarni qo'yib, zichlagich konussimon qismining katta diametri 35,4-47,3 cm oralig'ida bo'lishi lozimligini aniqlaymiz.

Zichlagichning umumiy qamrash kengligi uning tsilindrsimon va konussimon qismlarining qamrash kengliklarining yig'indisiga teng bo'ladi, ya'ni

$$B_u = B_s + 2B_k = B_e - \Delta. \quad (11)$$

Bu ifodaga $B_e = 70$ cm va $\Delta = 10$ cm qiymatlarni qo'ysak, zichlagichning umumiy qamrash kengligi 60 cm bo'lishi lozimligi kelib chiqadi.

Xulosa. Demak o'tkazilgan tadqiqotlarimiz bo'yicha talab darajasidagi ish sifatini kam energiya sarflagan holda ta'minlash uchun kombinatsiyalashgan mashina zichlagichlarining tsilindrsimon qismining diametri va kengligi mos ravishda kamida 24,2 cm va 27-44 cm oralig'ida, konussimon qismining qiyalik burchagi, kengligi va uning katta diametri mos ravishda ko'pi bilan 35° , 8-16 cm va 35,4-47,3 cm oralig'ida hamda zichlagichning umumiy qamrash kengligi 60 cm bo'lishi lozim.

АДАБИЁТЛАР

1. Mevali bog' qator oralarida sabzavot, poliz va kartoshka ekinlarini yetishtirish bo'yicha tavsiyalar. Sabzavot, poliz ekinlari va kartoshkachilik ilmiy-tadqiqot instituti, Toshkent, 2015. – 23 b.

2. Tukhtakuziev A., Rasuljonov A., Xolikulov J. (2023) Research of angular vibration of combination machine winding. Web of synergy: International interdisciplinary research journal, Volume 2, Issue 4.

3. Kushnazarov X. Bog' va tokzorlarda ishlatiladigan texnika vositalari. – Toshkent, 1985. – 148 b.

4. SHoumarova M., Abdillaev T. Bog'dorchilik mashinalari. – Toshkent, 2006. – 88 b.

5. Bog'dorchilik va uzumchilikni rivojlantirish: Pakana va yarim pakana (intensiv) mevali bog'larni tashkil etish, ichki va tashqi bozorlarda yuqori talabga ega bo'lgan, yuqori hosildor uzum navlarini yaratish bo'yicha qo'llanma. – Toshkent, 2016. – 113 b.

6. Rasuljonov A.R., Barlibayev Sh.N., Suyunov S.G'., Xoliqulov J.O'. Bog' qator oralarini biryo'la ekin ekish uchun tayyorlaydigan kombinatsiyalashgan mashina // Suv xo'jaligini barqaror rivojlantirishda innovatsion texnologiyalarning ahamiyati: Xalqaro ilmiy va ilmiy-texnikaviy anjumani maqolalar to'plami. – Buxoro, 2023. – B. 206-209.

7. Тухтакузиев А., Худояров Б., Утепбергенов Б., Кенгесбаев Р. Теоретическое обоснование параметров катка комбинированной машины. Ўзбекистон Республикаси Фанлар Академияси Қорақалпоғистон бўлимининг ахборотномаси. – Нукус, 2018. – №2. – Б. 16-18.

8. Утепбергенов Б.К. Обоснование параметров выравнивающего рабочего органа рыхлителя-выравнивателя: Дис. ... канд. тех. наук. – Янгиюль, 2001. – 147 с.

9. Рудаков Г.М. Технологические основы механизации сева хлопчатника. – Ташкент: Фан, 1974. – 284 с.

UDK 656.131

**MAXSUS TRANSPORT VOSITALARINING TORMOZ KOLODKALARINI
YEYILISHI TUFAYLI ATROF-MUHITGA TARQALADIGAN ZARARLI
ZARRACHALARNI TAHLILI**

Abdunazarov Jamshid Nurmuxammatovich

Jizzax politexnika institute, t.f.d, dotsent, ORCID: 0000-0002-7721-4766, email:jamshid1986_86@list.ru

Karimova Kamola G'ulomovna

Jizzax politexnika institute, PhD, ORCID: 0000-0001-5035-0525, email: kamola.karimova1987@gmail.com

Berdiyeva Iroda Shavkatovna

Jizzax politexnika instituti, "Transport vositalari muhandisligi" kafedrasida assistenti

Annotasiya. Ushbu maqolada ixtisoslashgan transport vositalari tormozlanish jarayonida tormoz ustquymalari yeyilishi natijasida atrof-muhitga chiqadigan zarralar tarkibi tahlili keltirilgan. Ixtisoslashgan transport vositalari tormoz ustquymalarining resurs davri g'ildirakning yo'l bilan ilashish koeffitsiyentiga bog'liq holatda o'zgarishini hisobga olgan holda ularning atmosferaga chiqaradigan zarralar miqdori nazariy jihatdan tahlil qilingan. Ixtisoslashgan transport vositalari tormozlanish jarayonida tormoz ustquymalari yeyilishidan hosil bo'ladigan zarralar tarkibida metallarning kontsentratsiyasini tarqalishi tahlili keng yoritilgan. Shaharlarda zarracha moddalarning muhim hissasi yo'l harakati bilan bog'liq manbalar hisoblanadi. Ixtisoslashgan transport vositalari tormozlanish jarayonida olingan namunalar tarkibida temir, mis, rux, xrom, qalay va surma kabi metall elementlar yuqori miqdorda mavjud ekanligi aniqlangan. Hozirgi kunda avtomobillar tormozlanish jarayonida hosil bo'ladigan zarralarning ekologiyaga ta'sirini salbiy ta'siri to'g'risida ma'lumotlar keltirilgan.

Аннотация. В данной статье рассматривается состав частиц, выбрасываемых в окружающую среду в результате деградации тормозных накладок при торможении специализированных автомобилей. Теоретически изучено количество частиц, выбрасываемых в окружающую среду, с учетом того, что ресурс тормозных колодок на специализированных автомобилях варьируется в зависимости от коэффициента контакта колес с дорогой. Подробно изучено распределение концентраций металлов в частицах, образующихся в результате коррозии тормозных колодок при торможении специализированных автомобилей. Источники, связанные с дорожным движением, вносят значительный вклад в образование твердых частиц в городах. Было обнаружено, что образцы, собранные во время торможения специализированных транспортных средств, содержат высокие уровни таких металлических элементов, как железо, медь, цинк, хром, олово и сурьма. В настоящее время имеется информация о негативном влиянии частиц, образующихся при торможении автомобилей, на окружающую среду.

Annotation. This article examines the composition of particles emitted into the environment as a result of brake lining degradation during the braking of specialized cars. The amount of particles emitted into the environment has been theoretically studied, taking into account that the resource duration of brake pads on specialized vehicles varies based on the coefficient of wheel contact with the road. The distribution of metal concentrations in particles created by the corrosion of brake linings during the braking of specialized vehicles is extensively studied. Traffic-related sources contribute significantly to particulate matter in cities. It was discovered that the samples collected during the braking of specialized vehicles contain high

levels of metal elements such as iron, copper, zinc, chromium, tin and antimony. Currently, there is information about the negative impact of the particles formed during braking of cars on the environment.

Kalit so'zlar: tormozlanish, avtomobil g'ildiraklari, yeyilish jadalligi, ilashish ko'effitsiyenti, yo'l changi, zarralar tarqalishi.

Ключевые слова: торможение, колеса автомобилей, интенсивность изнашивания, коэффициент сцепления, дорожная пыль, дисперсность частиц.

Keywords: braking, car wheels, wear rate, adhesion coefficient, road dust, particle dispersion.

Kirish

Ixtisoslashgan transport vositalari harakatlanishi natijasida hosil bo'ladigan zarralar asosan, chiqindi gazdan hosil bo'ladi degan umumiy fikr mavjud. Atrof-muhitdagi qattiq zararli zarralarning avtomobil bilan bog'liq eng muhim manbalardan biri, tormoz ustquymalari yeyilishidan hosil bo'ladigan zarralar hisoblanadi. Tormoz ustquymalari yeyilishi natijadida atrof-muhitga chiqadigan miqdori bo'yicha aniq hisob-kitoblarni olish murakkabroq. Chunki tormoz ustquymalari yeyilishidan hosil bo'ladigan zarralar miqdori aniqlash namuna olish joyidan tashqari boshqa turli parametrlarga bog'liq. Bunga eng muhim sabab, standartlashtirilgan namuna olish tartibi va o'lchash texnikasining yo'qligi hisoblanadi. Bu, ko'pincha, tadqiqotchilar tomonidan turli xil eksperimental yondashuvlar asosida tekshiriladi. Shuning uchun taqqoslanmaydigan natijalar va xulosalarga olib keladi.

Ixtisoslashgan transport vositalari tormoz ustquymalarining yeyilishi natijasida hosil bo'lgan zarralarining kimyoviy tarkibi va zararlilik darajasi ko'p jihatdan avtomobilni boshqarishga, xususan, tormozlanish samaradorligi va g'ildirakning yo'l bilan ilashish ko'effitsiyentiga bog'liq. Ixtisoslashgan transport vositalari tezligi, holati va texnik xizmat ko'rsatish davriyligi ham muhim ko'rsatkichlardan biri hisoblanadi. Tormozlanish hodisasi sodir bo'ladigan sharoitlar (harorat va atrof-muhitdagi kimyoviy moddalar) hosil bo'lgan zarralarning xususiyatlariga katta ta'sir ko'rsatadi.

Material va metodlar

Ixtisoslashgan transport vositalari tormoz ustquymalari yeyilishi natijasida hosil bo'lgan zarralarini miqdorini o'lchash va tavsiflashdagi qiyinchiliklarga qaramay, bu borada olib borilayotgan tadqiqotlar tobora ko'payib bormoqda. Adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, tormoz ustquymalarining yeyilishi natijasida hosil bo'ladigan zarralar miqdori, fizik-kimyoviy xususiyatlari, zararlilik darajasi va inson salomatligiga salbiy ta'sirlari bo'yicha salmoqli ilmiy ishlar amalga oshirilmoqda. Shuningdek, ushbu olib boriladigan tadqiqot yuqorida aytib o'tilgan muammolar bo'yicha asosiy kamchiliklarni aniqlash, g'ildirakning yo'l bilan ilashish ko'effitsiyentini hisobga olgan holda zarralar miqdorini aniqlashdan iborat.

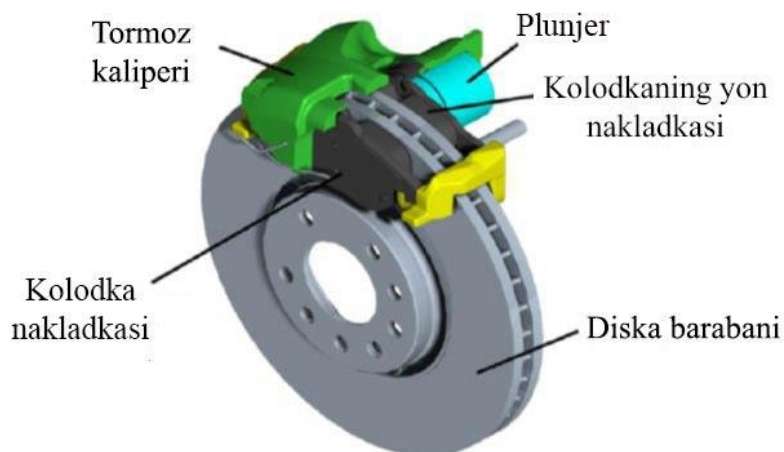
Zamonaviy avtomobillarda ikki turdagi tormoz mexanizmi keng qo'llaniladi:

- **Diskli tormoz mexanizmida** - disk aylanadi va kaliper ichiga ikkita qo'zg'almas kolodka o'rnatiladi. Ishchi silindrlar kaliperga o'rnatiladi, tormozlash paytida ular tormoz kolodkalarini diskka siqiladi.

- **Barabanli tormoz mexanizmida** – yengil avtomobilning orqa g'ildiraklariga o'rnatiladi. Ish paytida shinalar va baraban orasidagi bo'shliq ortadi va uni yo'q qilish uchun mexanik regulyatorlar qo'llaniladi. Diskli tormoz mexanizmining grafik tasviri 1-rasmda keltirilgan.

Zamonaviy avtomobillarda odatda old diskli va orqa barabanli tormoz mexanizmi bilan jihozlangan. Hisob-kitoblarga ko'ra, oldingi tormoz mexanizmi umumiy tormozlash quvvatining

taxminan 70 foizini ta'minlashi kerak va shuning uchun orqa tormozlarga qaraganda tez-tez almashtirilishi kerak. Avtomobil tormoz mexanizmi asosan, disk, kalodkalar va tormoz ustquymasidan tashkil topgan ishqalanish juftlaridan iborat.



1-rasm. Diskli tormoz mexanizmining grafik tasviri [1]

Ixtisoslashgan transport vositalari tormoz mexanizmidagi ishlatiladigan disklar odatda kulrang quyma cho'yandan tayyorlanadi, ammo ba'zi hollarda ular mustahkamlangan uglerod, keramik kompozitlar va alyuminiy kabi kimyoviy elementlardan tayyorlanadi.

Tormoz diski, odatda, asosan bog'lovchilar, tolalar, metallar, ishqalanishga qarshi qo'shimchalari va moylash materiallari o'z ichiga oladi: [2, 3]. Bog'lovchilar tormoz diskining tarkibiy qismlarini bir-biriga bog'lab turadi va mexanik harakat ostida qoplamaning strukturaviy yaxlitligini ta'minlaydi. Bog'lovchilar qoplama materialining 20-40 foizini tashkil qiladi va o'zgartirilgan fenol-formaldegid qatronlaridan tayyorlanadi. Mustahkamlovchi tolalar metallarning mexanik mustahkamligi va tuzilishini ta'minlaydi. Mustahkamlovchi tolalar odatda qoplama materialining massasi bo'yicha 6-35 foizini tashkil qiladi. Mustahkamlovchi tolalar metall, mineral, keramika yoki organik deb tasniflanishi mumkin. Mustahkamlovchi tolalar asosan mis, po'lat, kaliy titanat, shisha, organik materiallardan iborat. Asos moddalari issiqlik va shovqin yutuvchanlik xususiyatlarini yaxshilash, shuningdek ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytirish uchun ishlatiladi. Asos moddalari odatda noorganik birikmalar (bariy va sulfat, magniy va xrom oksidlari), silikatlar, maydalangan shlaklar, tosh va metall kukunlardan tashkil topgan. Qoplama materialining massa bo'yicha 15-70 foiz oraliqida tashkil qiladi. Moylar mexanizmining ishqalanish va yeyilish xususiyatlariga ta'sir qiladi. Yog'lar noorganik yoki organik bo'lishi mumkin. Odatda grafitli plastik surkov moylari ishlatiladi. Moylar kaustiklar ishqalanishni kuchaytirish, kontakt yuzalar orasidagi tozalikni saqlash va o'tkazuvchi plyonkalarining to'planishini cheklash uchun ishlatiladi [3].

Ixtisoslashgan transport vositalarida odatda uch xil tormoz ustquyma turlari mavjud: asbest bo'lmagan organik (NAO), yarim metall va kam metalli. NAO tipidagi kolodkalar nisbatan yumshoq va boshqa turdagi kolodkalarga nisbatan past tormoz shovqinini namoyon qiladi, lekin ular yuqori haroratda tormozlash qobiliyatini yo'qotadi va boshqa turlarga qaraganda ko'proq chang hosil qiladi [4].

Ko'p yillar davomida tormoz kolodkalari asbest tolalaridan ishlab chiqarilgan, ammo ular inson salomatligi uchun jiddiy zararli ta'sir ko'rsatganligi tufayli hozirgi kunda asbestsiz kolodkalar ishlab chiqarish yo'lga qo'yilgan. Kam metalli kolodka oz miqdorda metallar (massa bo'yicha 10-30%) bilan aralashtirilgan organik moddalardan iborat. Ular yuqori haroratlarda

ishqalanish va yaxshi tormozlash qobiliyatini namoyish etadilar. Yarimmetall tormoz kolodkasi yuqori metall tarkibiga ega (massa bo'yicha 65% gacha), bu ularni yanada bardoshli va mukammal issiqlik o'tkazuvchanligini ta'minlaydi. Boshqa tomondan, ular disklar tezroq eskirishga moyil bo'lib, yuqori shovqin xususiyatlarini namoyish etadilar. Yuqori ishlash talablari yoki ekstremal tormozlash sharoitlari uchun (sport avtomobillari, tez yordam mashinalari, politsiya mashinalari) po'lat va mis tolalarni o'z ichiga olgan metall qoplamalar qo'llaniladi [2, 4]. Tormoz kolodkalari materialining kimyoviy tarkibi 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

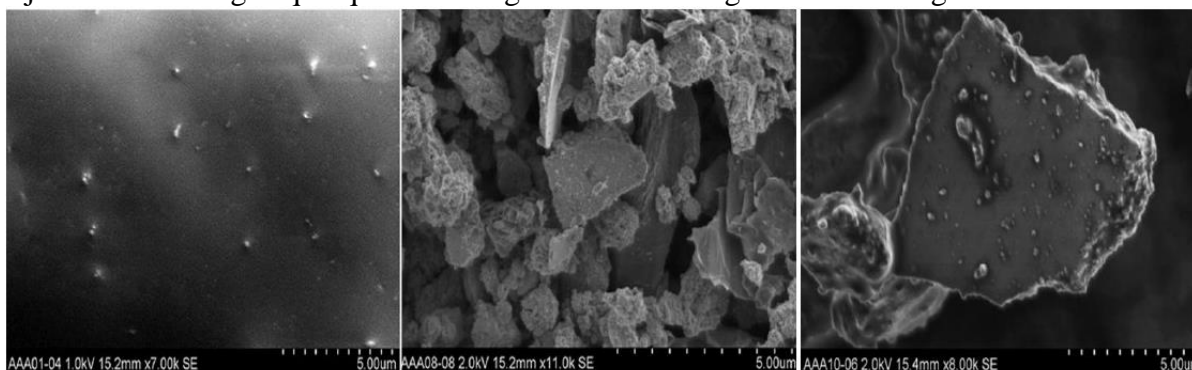
Tormoz kolodkalari materialining kimyoviy tarkibi [5]

Xomashyo nomi	Zichlik (kg/sm ³)	% hajm
Bog'lovchi kremniy karbid	3,21	15
To'ldiruvchi bariy (BaSO ₄)	4,5	12
Sintetik grafit	2,32	8
Aluminiy (Al ₂ O ₃)	3,95	11
Rux	7,14	9
Koks	1,506	8
Mis	5,7	19
Temir	7,874	18

Disk va kolodka orasidagi ishqalanish orqali turli o'lchamdagi zarralarni hosil qiladi. Tormozlash hodisasi vaqtida diskka qarshi siljiydigan va avtomobilning kinetik energiyasini issiqlik energiyasiga aylantiradigan kolodkaga mexanik ta'sir qiladi. Avtomobil tormozlari mexanik ishqalanishdan tashqari yuqori issiqlik hosil bo'lishiga sabab bo'ladi.

Tadqiqot natijalari

Disk va kolodka orasidagi ustquyma ishqalanishi orqali asosan mikron o'lchamdagi zarralarni hosil qiladi. 2-rasmda laboratoriya sharoitida o'tkazilgan tormoz mexanizmi sinovlari natijasida hosil bo'lgan qattiq zarralarning turli o'lchamdagi tasviri keltirilgan.

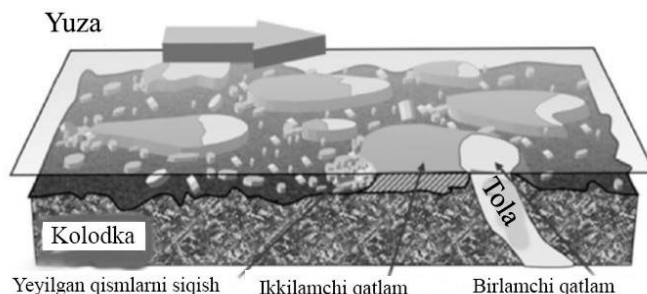


2-rasm. Tormoz ustquymalarini yeyilgan zarralarini SEM tasvirlari [1]

Ba'zi diskli tormoz tizimlari mustahkam tormozlanishni ta'minlash uchun kolodkaning disk bilan past bosimli aloqada bo'lishini talab qiladi. Bu atrof-muhitdagi zarralarning ortiqcha chiqishiga olib keladi. Tormoz kolodkalari quyma temir disk o'rtasidagi murakkab aloqa holatining batafsil tushuntirish modeli tadqiqotchilar tomonidan ishlab chiqilgan [6, 7]. Ushbu modelda tormoz diskining makroskopik ishqalanish va qattiq zarralarning harakati kolodka va disk orasidagi chegara qatlamidagi mikroskopik aloqa holati (kontakt platolarining o'sishi va yo'q qilinishi) bilan izohlanishi mumkin [3]. Tormoz diski kolodka yuzasida chapdan o'ngga siljiydi. Kolodka va disk orasidagi bo'shliqdagi yeyilgan zarralari oqimi ko'rsatilgan [8]. 3-rasmda modelning soddalashtirilgan vizual tasviri keltirilgan.

Ixtisoslashgan transport vositalari tormozlash jarayonida hosil bo'lgan barcha zarralari

atmosfera tarkibiga aylanmaydi. Hosil bo'ladigan zarralarining taxminan 50 foizni 20 mikrometrdan kichik bo'lgan zarralar tashkil etadi. Shahar muhitida olib borilgan tadqiqotlar tormoz ustquymalari yeyilishidan hosil bo'lgan zarralar tarkibi tormoz ustquymalari ishlab chiqarilgan materialiga bog'liqligi aniqlangan [2, 9, 10]. Tormozlanish hodisalari kamroq bo'ladigan avtomobil yo'llarida zarralar miqdori sezilarli darajada past ya'ni 3 foizini tashkil etadi [11]. Bundan tashqari olib borilgan tadqiqotlar avtomobil yo'llardagi chang zarralari tarkibida tormoz ustquymalarining yeyilishidan hosil bo'lgan zarralar miqdori 11-21 foizni tashkil etganligini aniqlandi [8, 10].



3-rasm. Ustquyma va disk o'rtasidagi aloqa holatining tasviri [1]

Ixtisoslashgan transport vositalari tormoz ustquymalari yeyilishidan hosil bo'lgan zarralarining eng yuqori konsentratsiyasi, asosan, chorrahalar, svetoforlar, piyodalar o'tish joylari va yo'l burchaklari yaqinida kuzatiladi [2].

Ixtisoslashgan transport vositalari tormoz ustquymalari yeyilishi natijasida hosil bo'lgan zarralari asosan mexanik jarayon natijasida chiqariladi va qattiq o'lchamli holatda namoyon bo'ladi. Bu borada olib borilgan ko'plab tadqiqotlar mavjud, ular mayda va o'ta mayda o'lchamda ham zarralar konsentratsiyasi mavjudligini ko'rsatdi [6, 7]. Tormoz ustquymalarining yeyilishi natijasida hosil bo'lgan zarralarining SEM tasvirlari shuni ko'rsatdiki, tormozlanish jarayonida hosil bo'lgan zarralar o'lchami juda kichik ekanligini ko'rsatdi. [6].

P.G.Sanders tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda tormoz ustquymalari yeyilishi natijasida hosil bo'lgan zarralarini o'lchami 1,0 va 6,0 mikron oralig'ida o'zgarib borishi isbotlangan. Shahar magistral yo'llari sharoitida metall, yarim metall va asbest bo'lmagan organik tormoz (NAO) kalodkalarini sinovdan o'tkazdi va zarralarning o'lchami 5-6 mikron ekanligi aniqlandi. Tadqiqot ochiq namuna olish tizimida orqali aniqlangan [12]. Tormoz ustquymalarini yeyilishi natijasida hosil bo'lgan zarralarining o'lchamlarini taqsimlash katta ahamiyatga ega. Chunki hosil bo'lgan zarralarning katta qismi kichik o'lchamlar hisoblanadi.

M.Riediker tomonidan 2008-yilda atrof-muhit sharoitida oltita turli yo'lovchi avtomobillarning oldingi tormoz ustquymalarini sinovdan o'tkazilganda (orqa tormozlarga nisbatan) hosil bo'lgan zarralar kichik o'lchamlarga o'zgarishiga hamda avtomobilni to'liq to'xtashi oddiy sekinlashuvga nisbatan yuqori zarralar hosil bo'lishi aniqlandi [11].

Tadqiqot natijalari tahlili

Tormoz ustquymalari yeyilishi natijasida hosil bo'lgan zarralarining kimyoviy tarkibi ularni to'liq tavsiflash va inson salomatligiga salbiy ta'sirini baholashda hisobga olinishi kerak. Tormoz ustquymalarining yeyilishi natijasida hosil bo'lgan zarralar tarkibida og'ir metallar inson salomatligi salbiy ta'sir ko'rsatadi.

Zamonaviy tormoz mexanizmlari detallari juda ko'p turli xil va ba'zan noma'lum tarkibiy qismlardan iborat kompozitsiyalardir. Tormoz mexanizmlari detallari yeyilishi natijasida hosil bo'lgan zarralarning kimyoviy tarkibi asl qoplama materialining kimyoviy tarkibidan sezilarli darajada farq qiladi. Tormozlash jarayoni tormoz mexanizm detallari yeyilishi natijasida hosil

bo'lgan zarralarining kimyoviy tarkibiga qanday ta'sir qilishini to'liq ko'rib chiqish uchun detallariga ishlatiladigan materiallar va yeyilish natijasida hosil bo'lgan zarralar tarkibini ko'rib chiqish lozim. Tormoz ustquymalari ishlab chiqarishda foydalaniladigan materiallarning kimyoviy tarkibida asosan Fe, Cu, Zn va Pb kabi metallardan foydalaniladi. Tormoz mexanizmi detallarida tarkibida Fe (temir) ulushi 60 foizgacha yetishi mumkin, bu qoplama turiga qarab o'zgaradi [9]. Tormoz ustquymalari tarkibida K va Ti, Pb miqdori og'irligiga nisbatan 12 foizni tashkil qiladi. Zamonaviy qoplamalarda Ba, Mg, Mn, Ni, Sn, Cd, Cr, Ti, K va Sb kabi boshqa metallar ham og'irligiga nisbatan 0,1 foizgacha bo'lgan miqdorini tashkil etadi [13].]. 2-jadvalda tormozlanish jarayonida hosil bo'ladigan zarralarni elementlar tarkibi keltirilgan.

2-jadval

Tormozlanish jarayonida hosil bo'lgan metall zarralar [10]

Metall nomi	Tormozlanish natijasida hosil bo'lgan zarralar (mg/kg)	Metall nomi	Tormozlanish natijasida hosil bo'lgan zarralar (mg/kg)
Al	330–20 000	Mg	(1700) – 83 000
Mn	620–5640	Mn	620–5640
Ba	(5800) – 140 000	Mo	5,0–740
Ca	500–8600	Ni	80–730
Co	12–42.4	Pb	4,0–1290
Cr	135–12 000	Sb	4,0–19 000
Cu	70–210 000	Sn	230–2600
Fe	1300–637 000	Ti	100–110 000
K	190–39 000	Zn	120–27 300

Hozirgi kunda tormoz ustquymalari yeyilishi natijasida hosil bo'lgan zarralar tarkibida Sb yuqori ko'rsatkichga ega. Ushbu element tormoz qoplamalari ishlab chiqarishda 1-5 foiz miqdorida Sb (Sb_2S_3) stibnit shaklida qo'llaniladi Sb tebranishlarni kamaytirish va ishqalanish barqarorligini yaxshilash uchun moylash vositasi sifatida ishlatiladi. Turli geografik hududlardan (Yevropa va Yaponiya) o'tkazilgan sinovlar natijasida tormoz ustquymalari tarkibida Sb, S ni o'z ichiga olgan namunalarini aniqlangan. Stibnit tormozlash jarayonida Sb_2O_3 ga aylanadi. Bu kanserogen moddalar sifatida tasniflanadi [14].

Tormoz kolodkalari tarkibida eng ko'p turdagi fenolik birikmalar mavjud. Shuningdek, yo'l qoplamasida tormozlanish natijasida hosil bo'lgan zarralar tarkibida karbonil birikmalari, organik kislotalar va aromatik karboksilik kislotalar mavjud.

Asosiy qoplama materialining kimyoviy xossalari ko'pincha tormozlash jarayonida hosil bo'lgan yuqori harorat va bosim tufayli o'zgaradi [11]. Ba'zi og'ir metallarning (Fe, Cu, Zn, Sn, Sb) o'ziga xos namunasi bilan tavsiflanadi, ular qoplama materialiga o'xshashdir. Ushbu elementlar tormozlanish jarayonida hosil bo'lgan zarralar tarkibida mavjud. Tormozlanish natijasida hosil bo'lgan zarralar tarkibini o'rganish natijasida juda kichik zarralar, asosan, Fe, Cu, Ti, Al iborat ekanligini aniqlangan. Zarralar asosan Fe oksidlari shaklida paydo bo'ladi. Bu tormoz ustquymalari yeyilishi natijasida atrof-muhitga chiqadigan zarralar ekanligini anglatadi [11].

Zarralar tarkibidagi grafit abraziv qattiq zarralar natijasida hosil bo'ladi. Xuddi shunday "oddiy sekinlashuv" va "to'liq to'xtash" tormozlash shakllarida Fe, Cu ning yuqori konsentratsiyada hosil bo'ladi. Fe, Cu va Mn bir-biri bilan sezilarli darajada bog'liq bo'lib,

ularning umumiy tormoz ustquymalari yeyilishi natijasida hosil bo'lgan zarralardan paydo bo'ladi. Tormoz ustquymalari yeyilishi natijasida hosil bo'lgan zarralarning 72 foizini Fe, Cu, Ti, S va Zr elementlar tashkil etadi [5].

Tormoz ustquymalari yeyilishi natijasida hosil bo'lgan zarralar tarkibida aniqlangan organik birikmalar orasida polialkilen glikol efirlari (56,9%) va n-alkanik kislotalar (34,3%) eng ko'p turlar bo'lgan n-alkanlar, polisestik aromatik uglivodorodlar (PAU) aniqlangan [8].

Tormoz ustquymalari yeyilishi natijasida atrof-muhitga chiqadigan zarralar miqdorini tartibga soluvchi idoralar tomonidan alohida transport vositasi yoki avtomobil parki tomonidan ma'lum bir ifloslantiruvchi vosita sifatida o'rganish maqsadga muvofiqdir. Avtomobil harakatlanishi natijasida hosil bo'ladigan ifloslantiruvchi zarralar miqdori, iste'mol qilinadigan energiya yoki yoqilg'i miqdorini bashorat qiluvchi funktsional munosabatlar hisoblanadi. Tormoz ustquymalari yeyilishi natijasida hosil bo'lgan zarralar miqdori odatda avtomobil toifalari uchun olinadi. Bular bir nechta ko'rsatkichlarga bog'liq bo'lib, ulardan eng muhimi avtomobil xususiyatlari va chiqindilarni nazorat qilish texnologiyalari, ishlatiladigan yoqilg'ining turi, sifati, atrof-muhit va ish sharoitlariga bog'liq [8]. Tormoz ustquymalari yeyilishi natijasida hosil bo'lgan zarralar miqdorini o'lchash, shu jumladan, real sinov sharoitlari yoki laboratoriya tajribalari yoki matematik modellashtirish orqali aniqlandi.

K.Gietl, R.Lourens, A.J.Torpe va R.M. Xarrison tomonidan 2010 yilda NAO tormoz kalodkalari bilan o'tkazilgan tadqiqotda tormoz ustquymalarining yeyilish jadalligi 0,039-0,058 g/km oralig'ida ekanligini aniqlandilar. Umuman olganda, to'g'ridan-to'g'ri o'lchovlardan yengil yuk avtomobillari harakatlanishi natijasida tormoz ustquymalari yeyilishidan hosil zarralar 0,03-0,08 g/km dan 0,21-0,55 g/km oralig'ida hosil bo'lishi aniqlandi [14].

Shahar magistral yo'llarida joylashgan chorrahalar atrofida tormoz ustquymalari yeyilishi natijasida hosil bo'lgan zarralar tarkibida og'ir metallar ko'p miqdorda mavjud. Avtomobil yo'llari va tunnelerde esa tormoz ustquymalari yeyilishi natijasida hosil bo'lgan zarralar kam miqdorda uchraydi. Shuningdek, tunnelerde o'tkazilgan tadqiqotlarida yengil yuk avtomobillar uchun tormozlanish jarayonida hosil bo'lgan zarralar miqdori 0,01 g/km ni tashkil etishi aniqlandi. Atmosfera chiqindilarining milliy inventarizatsiyasi markazi (NAEI) Buyuk Britaniya avtomobil parkidagi har bir avtomobil turi uchun salt ishlash rejimi, ishga tushirish natijasida hosil bo'lgan zarralarni birlashtirib, umumiy zararli zarralar miqdorini taqdim etdi. Ular yo'lovchi avtomobillari tormoz ustquymalari yeyilish jadalligi 0,7 g/km ekanligini aniqladilar. Tormozlanish natijasida hosil bo'lgan zarralarining 40 foizi atmosfera tarkibiga aylanishi isbotlandi [15].

B.D.Garg tomonidan 2000-yilda o'tkazilgan tadqiqotlarda tormozlanish natijasida hosil bo'lgan zarralar tarkibida S, Ti, Fe, Cu va Zr metal elementlar mavjud ekanligi va tormoz ustquymalarining yeyilish jadalligi 0,014-0,037 g/km oralig'ida ekanligini aniqladi [9]. B.D.Bukovieski tomonidan 2009 yilda o'tkazilgan tadqiqotlarda mahalliy, magistral yo'llarida ham tormoz kolodkalari yeyilishi natijasida hosil bo'lgan zarralar tarkibida Fe, Cu, Zn, Mo, Zr, Sn, Sb va Ba ning elementlari bilan zararlanganligi aniqlandi [16, 17, 18].

Xulosalar

Butun dunyoda avtomobil transportida transport xarajatlarini kamaytirish, ekologiyaga ta'sirini kamaytirish va shinalardan samarali foydalanish bo'yicha tadqiqotlar faol olib borilmoqda. Avtomobillar harakatlanishi natijasida tormoz ustquymalari va shinalar yeyilishidan chiqadigan zararli zarralarning miqdorini aniqlashda respublika va xorijiy tadqiqotlar natijalari keltirilgan.

Xulosa qilib aytganda, tormoz ustquymalari yeyilishi natijasida hosil bo'ladigan zarralar tarkibida Fe, Cu, Sb nisbatan yuqori ekanligi, yengil avtomobillar tormoz ustquymalari yeyilish

jadalligi 0,011-0,51 g/km ekanligini ko'rsatadi.

ADABIYOTLAR

1. Wahlstrom, J. (2009). Towards a simulation methodology for prediction of airborne wear particles from disc brakes: Licentiate thesis. Department of Machine Design Royal Institute of Technology, Stockholm, ISBN 978-91-7415-391-0
2. Kukutschová, J., Moravec, P., Tomášek, V., Matějka, V., Smolík, J., Schwarz, J., Seidlerová, J., Šafářová, K. and Filip, P. (2011). On airborne nano/micro-sized wear particles released from low-metallic automotive brakes. *Environmental Pollution* 159:998-1006
3. Eriksson, M., Lord, J. and Jacobson, S. (2001). Wear and contact conditions of brake pads: dynamical in situ studies of pad on glass. *Wear* 249:272-278
4. Thorpe, A. and Harrison, R.M. (2008). Sources and properties of non-exhaust particulate matter from road traffic: A review. *Science of the Total Environment* 400:270-282
5. Boulter, P.G., Thorpe, A., Harrison, R. and Allen, A. (2006) Road vehicle non-exhaust particulate matter: final report on emission modelling – Published project report PPR110, TRL limited, Wokingham
6. Ostermeyer, G.P. (2001) Friction and wear of brake systems. *Forschung im Ingenieurwesen* 66:267-272
7. Osterle, W., Griepentrog, M., Gross, T. and Urban, I. (2001). Chemical and microstructural changes induced by friction and wear of brakes. *Wear* 251: 1469-1476
8. Soderberg, A., Sellgren, U. and Andersson, S. (2008). Using finite element analysis to predict the brake pressure needed for effective rotor cleaning in disc brakes. Document 2008-01-2565. 26th SAE Brake Colloquium and Exhibition, October 2008, San Antonio, TX
9. Garg, B.D., Cadle, S.H., Mulawa, P.A. and Groblicki, P.J. (2000). Brake wear particulate matter emissions. *Environmental Science and Technology* 34:4463-4469
10. Barlow, T.J., Boulter, P.G., McCrae, I.S., Sivell, P., Harrison, R.M., Carruthers, D. and Stocker, J. (2007). Non-exhaust particulate matter emissions from road traffic: Summary report. TRL report for DEFRA. Scottish Executive. Welsh Assembly Government. DoENI
11. Abu-Allaban, M., Gillies, J.A., Gertler, A.W., Clayton, R. and Proffitt, D. (2003). Tailpipe, resuspended road dust, and brake-wear emission factors from on-road vehicles. *Atmospheric Environment* 37:5283–5293
12. Sanders, P.G., Xu, N., Dalka, T.M. and Maricq, M.M. (2003). Airborne brake wear debris: size distributions, composition, and a comparison of dynamometer and vehicle tests. *Environmental Science and Technology* 37:4060-4069
13. Riediker, M., Gasser, M., Perrenoud, A., Gehr, P. and Rothen-Rutishauser, B. (2008). A system to test the toxicity of brake wear particles. 12th International ETH-Conference on Combustion Generated Nanoparticles, 23–25 June 2008, Zurich, Switzerland
14. Gietl, J.K., Lawrence, R., Thorpe, A.J. and Harrison, R.M. (2010). Identification of brake wear particles and derivation of a quantitative tracer for brake dust at a major road. *Atmospheric Environment* 44:141–146
15. NAEI (2012). Road transport emission factors from 2010 NAEI. http://naei.defra.gov.uk/datawarehouse/3_9_323_136259_roadtransportefs_naei10_v2.xls
16. Bukowiecki, N., Gehrig, R., Lienemann, P., Hill, M., Figi, R., Buchmann, B., Furger, M., Richard, A., Mohr, C., Weimer, S., Prévôt, A. and Baltensperger, U. (2009a). PM10 emission factors of abrasion particles from road traffic (APART). Swiss Association of Road and Transportation Experts (VSS)
17. Ismayilov K., Alimova Z., Asqarov I., Karimova K. “The Research On Road Dust

And Particles Caused By Traffic (on the example Jizzakh city)” Problems in the textile and light industry in the context of integration of science and industry and ways to solve them”: (PTLICISIWS-2022)

18. Shermuxamedov A.A., Karimova K.G'. “Avtomobillar tormoz mexanizmlari detallari yeyilishi natijasida hosil bo‘ladigan zarrachalarning inson salomatligiga ta’siri”//Наманган муҳандислик-қурилиш институтининг «Механика ва технология илмий журнали» («Научный журнал механика и технология», «Scientific Journal of Mechanics and Technology»). 2023 у. (05.00.00;№2)

UDC 711

DETERMINING THE LOCATIONS OF URBAN TRANSPORT INFRASTRUCTURE FACILITIES

Bazarov Bakhtiyor Imamovich

Doctor of Technical Sciences, Professor, Tashkent State Transport University, E-mail: baxtbb@mail.ru

Ernazarov Aziz

PhD, head of the department, Jizzakh polytechnic institute, E-mail: aziz-ernazarov@mail.ru

Abstract. The article describes the application of mathematical modeling methods to solve the problems of functional and spatial development of cities on the example of the methodology developed by the authors for choosing the locations of transport hubs in the city plan.

Annotatsiya. Maqolada mualliflar tomonidan ishlab chiqilgan shahar rejasida transport markazlarining joylashishini tanlash metodologiyasi misolida shaharlarning funksional va fazoviy rivojlanishi muammolarini hal qilish uchun matematik modellashtirish usullaridan foydalanish tasvirlangan.

Аннотация. В статье описано применение методов математического моделирования для решения задач функционального и пространственного развития план городов на примере разработанной авторами методики выбора мест расположения транспортных узлов примере.

Keywords: passenger transport, transport infrastructure, transport hubs, transport networks

Kalit so'zlar: yo'lovchi transporti, transport infratuzilmasi, transport markazi, transport tarmoqlari

Ключевые слова: пассажирский транспорт, транспортная инфраструктура, транспортный узел, транспортные сети

Mathematical models are used in the development of transport and urban planning documentation at various levels, as well as in the study of the processes of functional and spatial development of cities and agglomerations. At the same time, a certain conceptual and ideological crisis has emerged against the background of the development of software tools for transport and urban planning modeling. Powerful software packages with an impressive graphical interface available on the open market have expanded the range of users and created the illusion of simplicity and inclusiveness of models. And often questions related to the goals and objectives of modeling and the interpretation of its results fade into the background. For example, the accumulated mathematical apparatus is far from being fully used to solve the entire range of problems arising in transport and urban planning.

The described methodology is based on a number of mathematical models developed to study the functional and spatial development of large cities, in particular to predict passenger flows [1]. The experiment was conducted on the basis of a calibrated model of the Jizzakh city public transport system at our disposal

In our study, the determining factors influencing the recommended order of formation of transport hubs are the magnitude of the transfer passenger traffic and the indicator of its stability (stability). To classify the existing stations, a series of calculations were carried out with different values of boarding (transfer) times for public passenger transport. (Fig. 1)

Thus, as an initial hypothesis, it was assumed that the economic efficiency of transport hubs depends on the magnitude and stability of demand. With this formulation of the problem, a

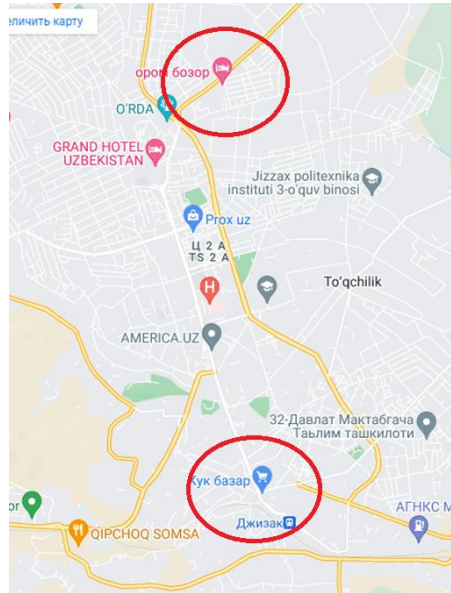


Figure 1. The transport interchange hub of the city of Jizzakh

comparative analysis of the value of the transfer passenger traffic, depending on the time spent on boarding (transfer), is the basis for determining the effectiveness of the locations of transport hubs [2], which are understood as complexes of real estate objects, including a land plot or several land plots located on them, above or below between the objects of transport infrastructure, as well as other objects,- designated to ensure safe and comfortable passenger service in places where they transfer from one type of transport to another without crossing passenger flows. Special attention should be paid to the fact that in the proposed experiment, the matrix of inter-district passenger correspondence is calculated once, subject to standard intervals (time spent on entry), i.e. it is assumed that the population does not change the areas of gravity depending on the operation of transport, but only varies its route. In other words, at the first stage, the correspondence matrix is calculated, at the second stage only this matrix is distributed taking into account the specified delays in the nodes. The algorithm for selecting potentially significant nodes is shown in Figure 2.



Figure 2. The transport hub "Kuk Bozor" of the city of Jizzakh

As part of the experiment, artificial entry delays for bus stations were created on the arcs of the graph of the transport network in the range from 3 to 30 minutes (from 3 to 15 minutes in increments of 2 minutes), This approach allowed us to classify stations according to demand, depending on the time spent waiting, in order to identify a number of nodes claiming to be transport hubs nodes.

Thus, one of the sampling criteria is the coefficient of influence of the delay value on the size of passenger traffic ("sustainability indicator"):

$$K_{pass} = \frac{x_{init}}{x_{end}} \quad (1)$$

where: x_{init} and x_{end} are the values of the passenger traffic in the experiment at the extreme values of the delay time at transport hubs.

This coefficient can be interpreted as an indicator of the stability (demand in the current settlement and location of gravity areas) of a node, i.e. stations with a significant, maximally stable flow, on the basis of which it is advisable to form transport hubs. It should be noted that the sum of all passenger flows at boarding/disembarkation and transfers, including boarding/disembarkation on ground public transport, is considered as passenger traffic at the hub.

As indicated above, artificial delays at bus stations in the range from 3 to 30 minutes (from 3 to 15 minutes in increments of 2 minutes) were created on the arcs of the graph of the urban public transport network. This made it possible to classify stations by demand, depending on the time spent waiting, in order to identify a number of stations claiming to be transport hubs (Table 1). Having solved a similar problem for transport hubs, taking into account the entry delays of 10, 20, 40 and 110 minutes, we were able to determine the priority locations for the formation of Transport interchange hubs based on railway stations (see Table 1).

Table 1
Summary table of potentially significant nodes for the placement of transport hubs

№	Name of the distribution node	K_{pass}		Modes of transport interacting in the node
		When regional buses are delayed	When personal transport is delayed	
1	«Kuk bozor»	0,71	0,98	Private transport-public transport
2	«Orom bozor»	0,71	0,90	Private transport-public transport

So, using the proposed methodology, 2 potentially significant nodes were identified (see Table 1) in which passenger traffic is significant and constant ("stable" stations). To identify the locations of transport hubs, finding a "stability indicator" in the range from 0.7 to 0.9 shows the locations of slightly changing passenger traffic (passenger turnover), which is one of the main characteristics of the locations of transport hubs, indicating stable demand [3].

The introduced concept of "stability" of a node is the level of demand for a station in the current settlement and placement of gravity areas, which weakly depends on time delays at the entrance, i.e. "stable" nodes are nodes with a significant, almost constant flow, on the basis of which it is advisable to form transport hubs. The main indicator of the station's stability is the coefficient of influence of the delay value on the size of passenger traffic ("stability indicator")

K_{pass} .

Comparative calculations show what losses a particular type of transport can incur under unfavorable traffic conditions for the population due to time delays. The conducted full-scale survey of a number of transport hubs shows what time losses are observed among passengers at transfers with irrational organization of movement at the hub.

In order to verify the applicability of the developed methodology and substantiate the socio-economic efficiency of the organization of a transport hub in the autumn of 2023, a full-scale time-lapse survey of the time spent on transplanting selected transfer points by students of the Jizzakh Polytechnic Institute was conducted [4]. As part of this work, full-scale measurements of the time spent on transplanting on weekdays (except Monday and Friday) during the morning rush hour (8:00-9:00) for all possible transfer routes between ground modes of urban public transport. The overall results of the survey and a comparison of the time spent on transplantation with the standard indicators are presented in Table 2.

From the presented sample, only two stations "fell" into the above-mentioned standard [5]. However, by optimizing the organization of movement in the node with the help of a rational arrangement of a transport interchange node, it is possible to increase the efficiency of its use (see table 2).

Table 2**Indicators of economic efficiency in optimizing the time spent on transplanting in nodes**

№	Name of the distribution node	Standard time spent on transplantation t_n, s	Weighted average time spent on transplantation according to the survey t, s
1	«Kuk bozor»	300	477
2	«Orom bozor»	300	426

The assessment of the socio-economic effectiveness of the proposed measures was made on the basis of a cost estimate of the time spent by the population(2).

The cost of time saved per passenger is as follows:

$$P = \frac{t_n - t}{60} S \quad (2)$$

where: t_n is the standard time spent on transplantation [7], with;

t is the weighted average time spent on a transplant according to the examination, c;

S is the cost of a minute of working time, sum.

Conclusions. The conducted research on the mathematical calculation of passenger traffic in the city of Jizzakh and the model based on them that takes into account the change in the direction of passenger traffic, taking into account the cost of time saved by all passengers, is calculated by multiplying the volume of passenger traffic by the cost of time saved by one passenger.

The results of the study of the time spent on transfers allow us to talk about the need to transform existing transfer points into full-fledged transport hubs.

REFERENCES

1. Человеко-машинные системы обеспечения социально-экономических исследований / отв. ред. И.В. Клокачев, Б.Л. Овсиевич. – Л.: Наука, 1987. – 252 с.
2. Рейцен, Е.А. О развитии теории городского движения / Е.А. Рейцен //

Социально-экономические проблемы развития транспортных систем городов и зон их влияния: материалы V международной научно-практ. конф. – Екатеринбург: Ком- вакс, 1999. – С. 110–113.

3. Экономико-математические исследования: математические модели и информационные технологии: сборник трудов Санкт-Петербургского экономико-математического института РАН. – № 9. Математические модели в исследовании процессов развития городской среды. – СПб.: Нестор-История, 2015. – 84 с.

4. Булычева, Н.В., Калюжный Н.А., Лосин Л.А. Методика размещения транспортно-пересадочных узлов на основе формирования социально-экономических показателей функционирования системы городского пассажирского транспорта / Н.В. Булычева, Н.А. Калюжный, Л.А. Лосин // Финансы и бизнес. – 2018. – № 1.

5. Калюжный, Н.А. Обоснование приоритетности мест размещения транспортно-пересадочных узлов в структуре агломерации методом математического моделирования / Н.А. Калюжный // Вестник гражданских инженеров. – 2017. – № 5. – С. 142–148.

6. Ernazarov A. Efficiency of functioning of intersections with high-intensity traffic and pedestrian flows // Technical science and innovation. – 2022. – Т. 2022. – №. 1. – С. 192-197.

7. Эрнazarov А.А. Разработка алгоритма определения потока насыщения на регулируемых пересечениях // Вестник науки. 2022. №12 (57).

UDK. 629.3.027.54

**AVTOMOBIL SHINALARI YEYILISHI NATIJASIDA ATROF-MUHITGA
CHIQUADIGAN ZARARLI ZARRALAR MIQDORINING TAHLILI**

Shermuxamedov Abdulaziz Adilxakovich

Toshkent Davlat Transport Universiteti, t.f.d., professor, E-mail: sheraziz@mail.ru

Karimova Kamola G'ulomovna

Jizzax politexnika instituti, t.f.f.d.PhD. E-mail: kamola.karimova1987@gmail.com

Xoldarov Fidokor Erkinboy o'g'li

O'zbekiston Respublikasi IIV Akademiyasi, Email: fidokor0504@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada avtomobil shinalarining ekologik ta'sirini baholashda ularning to'liq hayot siklining barcha davrlari keltirilgan. Avtomobil shinalarida ishlab chiqarishda foydalaniladigan materiallar sarfi keng yoritilgan. Avtomobil tezligi, shinalar turi, yo'l qoplamasining turi va haydash sharoitlari shinalar yeyilishi uchun ta'sir ko'rsatadigan parametr sifatida qabul qilingan. Shinalar ishlab chiqarishda foydalaniladigan metall elementlar tahlili keng yoritilgan. Shinalarning yeyilishi natijasida hosil bo'ladigan zarralar protektor va yo'l qoplamasi orasidagi ishqalanish natijasida hosil bo'ladi. Ushbu holatda zarralar mexanik ravishda hosil bo'ladi. Juda mayda zarralarning hosil bo'lishi shinalar protektoridagi issiq nuqtalar bilan yuqori haroratga erishadigan va uchuvchi moddalarning bug'lanishiga olib keladigan termo-mexanik jarayon sifatida tavsiflanadi. Shinalarning yeyilishi natijasida hosil bo'lgan zarralarning kimyoviy elementlarni tahlili keltirilgan.

Abstract. In this article, all stages of the complete life cycle of car tires are presented in the environmental impact assessment. The consumption of materials used in the production of car tires is widely covered. Vehicle speed, tire type, road surface type, and driving conditions were considered as influencing parameters for tire wear. The analysis of metal elements used in the production of tires is widely covered. Tire wear particles are created by friction between the tread and the road surface. In this case, particles are formed mechanically. The formation of very fine particles is described as a thermo-mechanical process with hot spots in the tire tread reaching high temperatures and causing the vaporization of volatile substances. The analysis of chemical elements of the particles formed as a result of tire wear is presented

Аннотация. В данной статье представлены все этапы полного жизненного цикла автомобильных шин в экологической экспертизе. Широко освещено потребление материалов, используемых при производстве автомобильных шин. Скорость транспортного средства, тип шин, тип дорожного покрытия и условия вождения рассматривались как параметры, влияющие на износ шин. Широко освещен анализ металлических элементов, используемых при производстве шин. Частицы износа шин образуются в результате трения между протектором и поверхностью дороги. В этом случае частицы образуются механическим путем. Образование очень мелких частиц описывается как термомеханический процесс, при котором горячие точки в протекторе шины достигают высоких температур и вызывают испарение летучих веществ. Представлен анализ химических элементов частиц, образующихся в результате износа шин.

Kalit so'zlar: avtomobil shinalari, yeyilish jadalligi, avtomobil g'ildiraklari, yo'l changi, metall, yo'l changi, metallar, atrof-muhit, zarralar tarqalishi.

qo'shiladi. Vulkanizatsiya jarayonida ishlatiladigan boshqa kimyoviy moddalar (Pb, Mg, Zn, oltingugurt birikmalari va kaltsiy oksidlari) va retardantlar (terpen-qatron kislotasi aralashmalari) ishlatiladi. Yeyilishga qarshi vositalar, asosan, konservantlar (galogenlangan alkanlar), antioksidantlar (fenollar), anti-ozonantlar (diaminlar va mumlar) va qurituvchilar (kaltsiy oksidlari)dan foydalaniladi. Plastifikatorlar shinning elastikligi va yopishqoqligini ta'minlash uchun yumshatuvchi sifatida ishlatiladi. Ko'p ishlatiladigan plastifikatorlar sintetik organik, yog'lar va qatronlardan tashkil topgan. Biroq 2010-yildan boshlab Yevropa Ittifoqida sanab o'tilgan barcha polisiklik aromatik uglevodorodlar yig'indisidan avtomobillar bir kilometr masofa bosib o'tganda hosil bo'lgan zarralar tarkibida benzo(a)piren 1 mg tashkil etgan. Bu miqdor belgilangan standart me'yorlaridan ancha yuqoriligi sababli, shinalar ishlab chiqarish jarayonida benzo(a)pirendan foydalanishni to'xtatishni talab qildi [3].

TADQIQOT USULLARI

Shinalardan foydalanish muddati davomida yeyilishi hisobiga o'z massasining 10% gacha bo'lgan miqdorini "normal" haydash sharoitida zarra sifatida chiqariladi [2]. Avtomobil tezligi, shinalar turi, yo'l qoplamasining turi va haydash sharoitlari shinalar yeyilishi uchun ta'sir ko'rsatadigan parametr sifatida qabul qilingan.

Shinalar ishlab chiqarishda foydalaniladigan metall elementlar tarkibi 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

Shinalar ishlab chiqarishda foydalaniladigan metall elementlar [7]

Metall nomi	element	Miqdori (mg/kg)	Metall element nomi	Miqdori (mg/kg)
Ag		0,08	Mg	32-106
As		0.8	Mn	2
Al		81-420	Mo	2.8
Ba		0,9-4,1	Na	610
Ca		113-562	Ni	0,9-50
Cd		0,28-4,96	Pb	1-160
Co		0,88-24,78	Sb	2
Cr		0,4-6,73	Se	20
Cu		1,8-29,3	Sr	1,16-3,13
Fe		2,12-533	Ti	195
K		180	V	1
Li		0,23-2,3	Zn	8378-13494

Avtomobil shina rezinalari tarkibida uglevodorodlarning ko'p turlari shina protektorining asosiy qismini tashkil qiladi. Uglrod asos va Si esa asosan to'ldiruvchi sifatida qo'llaniladi. Bundan tashqari, S, Se, Te, tiazollar, organik peroksidlar va azot birikmalar ko'pincha vulkanizatsiya qiluvchi moddalar sifatida ishlatiladi. Oltingugurt birikmalari Ca, Pb, Mg asosan, Zn oksidlari bilan birga vulkanizatsiya jarayonida tezlatgich (katalizator) sifatida ishlatiladi. Boshqa kimyoviy moddalar orasida terpen-qatron kislotasi aralashmalari, sintetik organik yog'lar va smolalar, fenollar, shuningdek kaltsiy oksidi kabi noorganik moddalar kabi turli xil organik birikmalar mavjud [7].

Shinalarning yeyilishi natijasida hosil bo'ladigan zarralar protektor va yo'l qoplama orasidagi ishqalanish natijasida hosil bo'ladi. Ushbu holatda zarralar mexanik ravishda hosil bo'ladi. Juda mayda zarralarning hosil bo'lishi shinalar protektoridagi issiq nuqtalar bilan yuqori

haroratga erishadigan va uchuvchi moddalarning bug'lanishiga olib keladigan termo-mexanik jarayon sifatida tavsiflanadi. Shinalarning yeyilishi natijasida hosil bo'lgan zarralarning kimyoviy elementlarni tahlili 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval

Shinalarning yeyilishi natijasida hosil bo'ladigan kimyoviy elementlar tahlili [7]

Kimyoviy elementlar	Yeyilish miqdori (% og'irlikga nisbatan)	Kimyoviy elementlar	Yeyilish miqdori (% og'irlikga nisbatan)
Al	0,047	As	0
Si	0,180	Se	0,002
P	0	Br	0,002
S	0,110	Rb	0
Cl	0,052	Sr	0,004
K	0,038	Ba	0,037
Ca	0,2	Pb	0,016
Ti	0,056	EC	15,3
Cr	0,003	Mg ⁺²	0,036
Mn	0,010	Na ⁺	0,068
Fe	0,460	Cl ⁻	0,060
Ni	0,005	NO ⁻³	0,150
Cu	0,049	SO ⁻²	0,250
Zn	0,043	NH ⁺ ₄	0,019

Shinalar yeyilishi natijasida hosil bo'lgan zarralar miqdorini aniqlash bo'yicha olib borilgan ilmiy tadqiqot ishlari natijalarida farqlar mavjud va bunga quyidagi omillar ta'sir ko'rsatadi:

- namuna olish usullari;
- olingan natijalarda katta xatoliklarga ega bo'lgan turli markerlardan foydalanish;
- shinalar protektoridagi polimerning o'zgaruvchan miqdori;
- har xil turdagi avtomobil yo'llar va transport vositalari, shuningdek, haydovchilar malakasi;
- namuna olish joylari orasidagi fon konsentratsiyasi va shamol (yo'nalishi va kuchi);
- namuna olish joyining turi (fon, shahar va boshqalar) va namuna olish joylarining yo'ldagi masofasi;
- meteorologik sharoitlar tabiiy-iqlim va mavsumiy holat.

Shinalar polimeri, shinalar harorati 180°C dan oshib ketganda (ekstremal burilish, noodatiy manevrlar, to'liq to'xtash, tormozlash) mayda zarralar ko'rinishida uchuvchan, so'ngra materialning kondensatsiyasi natijasida o'ta mayda zarralar hosil bo'ladi [18,19, 20].

S.H.Cadle va R.L.Villiams tomonidan olib borilgan ilmiy tadqiqot ishlari natijalari shinalar yeyilishi natijasida hosil bo'lgan zarralar atmosfera havosi tarkibida uzoq vaqt turib qolmasligini aniqladilar [10]. Boshqa tomondan, havodagi shinalar yeyilishi natijasida hosil bo'lgan zarralarini ularning o'lchamlariga ko'ra mayda va yirik zarralarga bo'lish mumkin. Shinalarning havodagi zarralarining bu farqi birinchi bo'lib 1970-yilda o'tkazilgan tadqiqotlarda aniqlangan [9, 21].

J.J.M.Berdovski, C.Veldt, A.J.H.Visschedijk va P.Zandveldlar tomonidan olib borilgan ilmiy tadqiqot ishlarida shinalar yeyilishi natijasida hosil bo'ladigan zarralar tarkibi kichik o'lchamda ekanligi aniqladilar [22]. Har qanday sharoitda shinalar yeyilishi natijasida hosil

bo'ladigan zarralar asosan qoplama materiali bilan birgalikda tekshiriladi. Shuning uchun shinalar yeyilishidan hosil bo'ladigan zarralari yo'l qurilishi, tosh materialining xususiyatlari, shuningdek, qoplamaning texnik holati kabi bir qancha omillar ta'sir qiladi [23]. Shuni ta'kidlash kerakki, shina rezinalari elektrostatik zaryadni hosil qilish xususiyatiga ega bo'lib, zarralarning bir qismi avtomobil kuzov yuzasiga yopishadi va shu bilan zarralar miqdorining taqsimlanishini o'rganishga ta'sir qiladi [24].

Ilmiy adabiyotlar talili asosida shinalarning yeyilishi natijasida hosil bo'lgan zarralarini miqdori va o'lchamini aniqlash bo'yicha uchta yo'nalishda tadqiqotlar mavjud:

1. Laboratoriyada simulyatsiya qilingan g'ildirak yordamida namunalar olish;
2. Atmosfera havosida zarralardan namunalarini olish;
3. Maxsus qurilmalar yordamida haqiqiy yo'lda avtomobilni boshqarish sharoitida hosil bo'ladigan zarralardan namuna olish.

Yo'l simulyatsiyasi laboratoriya tadqiqotlari shinalar va yo'llarning eskirishini izolyatsiya qilingan muhitda, nazorat qilinadigan laboratoriya sharoitida o'rganish uchun qo'llaniladi, mobil qurilmalar esa odatda atrof-muhit sharoitida mavjud bo'lgan to'plangan changning ulushini qo'shimcha ravishda o'lchaydi [25].

M.Gustafsson, G.Blomqvist, A.Gudmundssonlar tomonidan 2008 yilda turli asfalt materiallariga nisbatan shinalarni ishqalanish bo'yicha yo'l simulyatsiyasi tadqiqotlarini o'tkazdi va shinalar yeyilishi natijasida hosil bo'lgan zarralar tarkibida inson salomatligi uchun zararli bo'lgan juda mayda zarralar mavjud ekanligini aniqladi [14]. Shuningdek, shina protektorlari yeyilishiga avtomobil tezligi oshib borishi ta'sir qilmasligini aniqladilar. To'liq yopiq laboratoriya sharoitida beton qoplamali avtomobil yo'llari hamda asfalt qoplamali avtomobil yo'llarda shinalarning yeyilish jadalligi bir biridan farqi mavjudligini aniqladi [26].

K.Kupiainen, H.Tervahattu, M.Raisanen, T.Makela, M.Aurela va R.Hillamolar tomonidan 2005-yilda asfalt-beton qoplamali yo'llarda shinalarni yeyilish jadalligini sinovdan o'tkazdi [27]. Hosil bo'lgan zarralar shinalar turiga va avtomobil tezligiga, qoplama turiga qarab turli xil o'lchamlari taqsimotini aniqladilar. Pastroq tezliklar (15 km/soat) kamida 0,001 va 0,10 g/km, shinalar o'rta tezliklar (30 km/soat) 0,9-0,10 g/km oraliqda ega ekanligini aniqladilar. K.Kupiainen tomonidan barcha turdagi asfalt-beton qoplamali yo'llarda sinash ishlari olib bordi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, shinalar yeyilishidan hosil bo'lgan zarralar miqdorining asosiy qismini yirik zarralar tashkil etishini aniqladi [27].

Atmosfera havosida shinalar yeyilishidan hosil bo'ladigan zarralardan namunalarini olish bo'yicha olib borilgan ilmiy tadqiqot ishlari, asosan, zarralar o'lchamlari e'tibor qaratilgan. R.M.Harrison tomonidan 2012-yilda olib borgan ilmiy tadqiqot ishi natijalariga ko'ra, atmosfera havosida shinalar yeyilishi natijasida hosil bo'ladigan zarralar o'lchamlari <0,2 mkm dan >21 mkm oraliqda ekanligini aniqladi [28]. T.Husayn tomonidan 2008-yilda kichik furgondan tosh mastikli asfalt, zich asfalt-beton qoplamali yo'llarda avtomobillar harakatlanishi natijasida hosil bo'ladigan zarralarni o'rganishda barcha turdagi shinalar va qoplamalar uchun o'rtacha diametri 3-5 mkm bo'lgan yirik zarralarni aniqladi [15]. Ushbu zarralarning manbasini aniqlash uchun hech qanday vositadan foydalanmagan, shuning uchun ham ular shinalar va yo'l qoplamasi eskirishi natijasi hosil bo'lgan bo'lishi mumkin degan xulosaga kelgan. Parametrlardagi farqlar, ya'ni shina turi, avtomobil turi, tezligi, qoplama turini taqqoslashni qiyinlashtiradi.

TAHLIL VA NATIJALAR

Shinalarning yeyilishi natijasida hosil bo'lgan zarralarni tavsiflash uchun ularning zarralar o'lchami taqsimotini o'rganish kerak. Olib borilgan ilmiy tadqiqot ishlarida shinalar va yo'l qoplamasining turidan qat'iy nazar, shinalarida juda mayda zarralar mavjudligi aniqlangan

tadqiqotlar mavjud. [29, 5, 4].

2006-yilda A.Dahl tomonidan har xil turdagi asfalt qoplamali yo'llarda shinalar ishqalanishini yo'l simulyatsiyasini o'rgandi. Tadqiqot natijalariga ko'ra, hosil bo'lgan zarra o'lchamini 15-50 nm gacha bo'lgan ultra mayda zarralar mavjudligini, shuningdek, avtomobillar yuqori tezlikda harakatlanganda zarralar miqdori ko'p hosil bo'lishini aniqladi [5, 27].

P.G.Boulter tomonidan 2006 yilda olib borilgan tadqiqotlari natijalariga ko'ra, yengil avtomobil shinalari resurs masofasi tugagunga qadar o'rtacha 40 000-50 000 km masofa bosib o'tishi davomida protektor kauchukning taxminan 10-30% atrof-muhitga zarra ko'rinishida chiqarilishini aniqladi [20]. Avtomobil shinalarining yeyilish koeffitsiyenti (bir kilometr ga yo'qolgan materialning umumiy miqdori sifatida aniqlanadi) bir nechta parametrlarga bog'liq holda juda katta farq qiladi, [6] masalan:

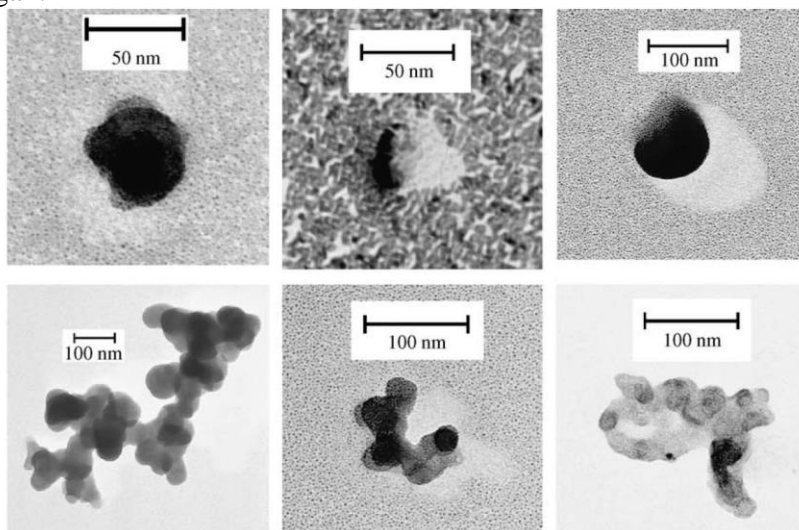
a) shinalar xususiyatlari: eng muhimi o'lcham protektor chuqurligi, konstruktsiya, bosim va harorat, shinani yer bilan aloqa maydoni, kimyoviy tarkibi, o'rnatilish burchagi;

b) avtomobil konstruktsiyasi: og'irligi, yuk taqsimoti, yetakchi g'ildiraklarining joylashishi, dvigatel kuchi, tormoz tizimlari, osma turi va texnik xizmat ko'rsatish holati kabi xususiyatlari;

c) yo'l qoplamasi: yuzasining eng muhim bo'lgan materiali (bitum, beton), shakli va to'liq uzunligi, g'ovakligi, holati, namligi va sirt qoplamasi;

d) avtomobil ekspluatatsiyasi: tezlik, chiziqli tezlanish, radial tezlanish, tormozlash va burilish chastotasi va cho'zilishi kabi transport vositalarining ishlashi.

Shinalar va yo'l qoplamalarining o'zaro ta'siri ishqalanish natijasida issiqlik hosil bo'lishi, shuningdek, yo'l qoplamasi yuzasidagi materialning qo'shilishi tufayli haqiqiy shina protektoriga nisbatan hosil bo'lgan zarralarning kimyoviy tarkibi va xususiyatlarini o'zgaradi [4]. Shinalar yeyilishi natijasida hosil bo'ladigan zarralarning ko'rinishi va o'lchamlari 2-rasmda tasvirlangan.

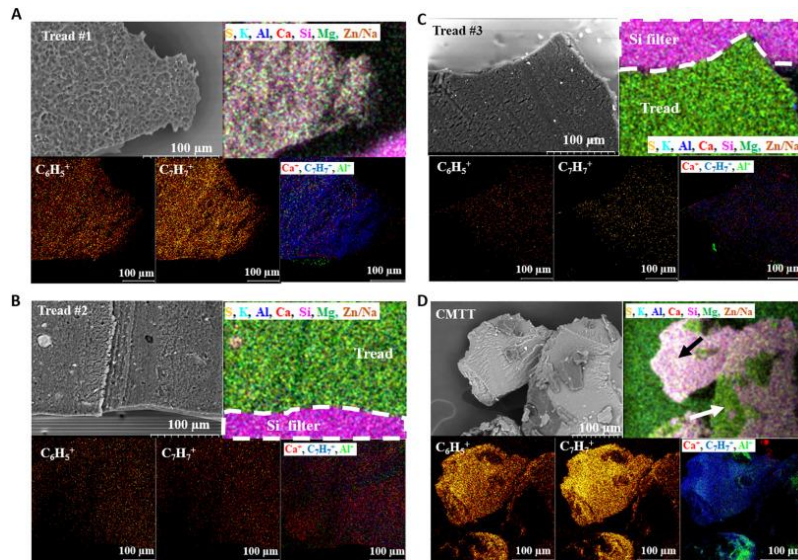


2-rasm. Shinaning yeyilishi natijasida hosil bo'ladigan zarralarning mikroskopik ko'rinishi [5]

Shinalar protektorlari yeyilishi natijasida hosil bo'ladigan kimyoviy elementlar va organik birikmalarning umumiy tahlili M.Kovochich tomonidan 2021-yilda olib borilgan ilmiy tadqiqot ishida keng yoritilgan [6]. Shinalar protektorlari yeyilishi natijasida hosil bo'ladigan kimyoviy elementlar va organik birikmalarning skanerli elektro mikroskop (SEM) orqaga elektron tasvirlash va ToF-SIMS (ikkilamchi ion massa spektrometriyasi) xaritalash amalga oshirildi. Shinalar protektori materiallari tarkibida K, Mg, Ca va Al kabi boshqa elementlar bilan

S, Na, Zn mavjud. Shinalar protektorining yeyilishi natijasida hosil bo'lgan zarralar tarkibida organik birikma mavjudligi aniqladi [6]. Sinov natijalari 3-rasmda keltirilgan.

M.Kovochich tomonidan olib borilgan tadqiqot ishida olingan natijalar shinalar protektorlari yeyilishi natijasida hosil bo'ladigan kimyoviy elementlar va organik birikmalarning SEM tasviri protektor materialining kimyoviy tarkibiga mos keladi. Shinalar yeyilishi natijasida hosil bo'lgan zarralar tarkibida Zn, Si va S ning yuqori konsentratsiyasi mavjud ekanligini aniqladi. Bu elementlar shinalar og'irlik markazini rostdash ishlarida foydalaniladigan metall toshlar va vulkanizatsiya vositalari bilan bog'liq.



3-rasm. Shinalar protektorlari yeyilishi natijasida hosil bo'ladigan kimyoviy elementlar va organik birikmalarning SEM tasviri [6]

ToF-SIMS tahlili shinalar protektorining asosiy materialida va CMTT zarralarida stiro-butadien sopolimeridan ion turlari, stiro-butadien sopolimeridan bir nechta ion turlari mavjudligi aniqladi [6]. C_7H_7 fragmenti ma'lum bir polimerga xos emas, balki aromatik birikmalardan (masalan, stiro-butadien sopolimeri) hosil bo'ladi. Na, Al, K va Ca uchun ion turlari ham shinalar protektori ishlab chiqarishda ishlatiladigan material tarkibida mavjud. Ushbu ion turlarining mavjudligi shinalar protektorining polimerik komponentlari, jumladan SBR va BR, shuningdek, uglerod, kremniy va bo'rni o'z ichiga oladi [6].

Avtomobil harakatlanishi natijasida shinalar yeyilishidan hosil bo'lgan zarralarning umumiy konsentratsiya bo'yicha atrof-muhit havosiga ta'siri bo'yicha belgilangan me'yorlarga ko'ra, taxminan bir kilometr masofa uchun uning miqdori 0,02-0,11 g/km tashkil etadi [10, 11]. Shinalarning yeyilishi natijasida hosil bo'lgan zarralar g'ovakli yo'l qoplamalardan foydalanilganda sezilarli darajada yuqori ekanligi aniqlangan [9, 12, 13].

Shinalar yeyilishi natijasida hosil bo'lgan barcha zarralar atmosfera havosi tarkibiga to'liq aralashib ketmaydi. Shinalarning yeyilishi natijasida hosil bo'lgan zarralarining atigi 0,1-10 foizi atmosfera havosi tarkibiga aylanadi [7,16] Shinalarning yeyilishi natijasida hosil bo'lgan zarralar atmosfera havosiga zararli ta'sir ko'rsatishi transport bilan bog'liq muhim manbai hisoblanadi (miqdor bo'yicha 5-30%). Ammo bu hissa yo'lning eskirishini ham o'z ichiga olishi mumkin, chunki ularni farqlash juda qiyin [7, 8]. Ammo ba'zi tadqiqotchilar shinalarning yeyilishi natijasida hosil bo'lgan zarralarining 30 foizigacha bo'lgan qismi atmosfera havosi tarkibiga aylanadi degan xulosaga kelishgan [17].

2008-yilda M.Gustafsson tomonidan turli xil qoplamali yo'llarga nisbatan shinalarni ishqalanishini sinovdan o'tkazdi va atmosfera havosi tarkibida Al va Si zarralarini yuqori miqdorini aniqladi [14]. Shinalar yeyilishi natijasida hosil bo'ladigan zarralar tarkibida Zn shahar atmosferasini ifloslantiruvchi muhim manbasi ekanligini aniqladi [28, 29, 30].

Shinalar yeyilishi natijasida hosil bo'ladigan zarralar tarkibida noorganik Zn (ZnO va ZnS) yoki organik birikmalar shaklida taxminan 1 foizini tashkil etadi [5, 19,31]. P.Kreider tomonidan 2010-yilda olib borilgan ilmiy tadqiqot ishida shinalardan yeyilishidan hosil bo'ladigan zarralar tarkibidagi Zn kontsentratsiyasi tormoz naklodkalari yeyilishidan hosil bo'ladigan zarralarga qaraganda bir necha barobar yuqori ekanligini aniqladi [32].

D.Smolders tomonidan olib borilgan tadqiqot ishlarida shinalar yeyilishi natijasida hosil bo'ladigan zarralar tarkibida Zn hissasini yengil avtomobillar (1,1%) yuk mashinalari bir oz yuqori (2,4%) ekanligini aniqladi [33]. Shuningdek, J.Gadd va P.Kennedilar tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda yo'lovchi avtomobillari shinalarining protektorlari yeyilishi natijasida hosil bo'ladigan zarralar tarkibi Zn ning 0,6-1,0 foizi oralig'ida bo'lishini aniqladilar. [34]

Shinalarining yeyilishi natijasida hosil bo'lgan zarralar miqdorini taxminan 5 foizi karbonli birikmalardan iborat. Uglerodli fraktsiyada organik moddalar (88%), iz miqdori elementar (4%) va karbonatli uglerod (8%) tashkil etadi. A.Dahl tomonidan 2006-yilda shinalar va yo'l qoplamalarining o'zaro ta'siridan hosil bo'lgan mayda zarralarni o'rganib chiqdi va ular uglerod zanjirlari, tomchilar va granulalar kabi turli xil shakllarga ega ekanligini aniqladi [35].

J.M.Panko tomonidan 2009-yilda olib borgan ilmiy tadqiqot ishi natijalariga ko'ra, mayda zarralarning tarkibida uglerod miqdori yuqori tarkibga ega ekanligini aniqladi [4]. Bu zarralar skanerli elektron mikroskopda (SEM) kuzatilganda turli xil shakllarni namoyish etadi. A.Aatmeeyata va Sh.Sharma tomonidan olib borilgan ilmiy tadqiqot ishida protektorning yeyilishi natijasida hosil bo'lgan zarralaridagi umumiy politsiklik aromatik uglevodorodlar miqdori 5 foizini tashkil etishini aniqladi [36].

A.Sjodin, M.Ferm, A.Bjork, M.Rahmberglar tomonidan olib borilgan ilmiy tadqiqot ishida shinalari ishqalanish natijasida hosil bo'lgan zarralar miqdori 0,09 g/km ekanligi aniqladilar. Yozgi shinalar uchun ishqalanish natijasida hosil bo'lgan zarralar miqdori 0,038 g/kmni, real yo'l sharoitida o'tkazilgan tadqiqotda zarralarning miqdori 0,07 g/km tashkil etganligi aniqladilar [36]. Bu qiymatlar AQSh EPA tomonidan yengil yuk avtomobillari uchun ruhsat etilgan me'yor(0,05 g/km)dan yuqori ekanligini ko'rishimiz mumkin.

A.Rauterberg-Vulff tomonidan Berlin-Tegel tunnelida retseptorlarni modellashtirish orqali o'tkazilgan tadqiqotda shinalar ishqalanishi natijasida hosil bo'lgan zarralar miqdori 0,061 g/km va 0,031 g/km oralig'ida ekanligini aniqladi [38]. Shveysariyadagi yengil avtomobillar shinalarning ishqalanishi natijasida hosil bo'ladigan zarralarni o'rganishda PARTICULATES loyihasi doirasida asosiy komponentlar tahlili esa zarralar miqdori 0,074 g/kmligi aniqlangan [17].

Atmosfera chiqindilarining milliy inventarizatsiyasi (NAEI) Buyuk Britaniya parkidagi har bir avtomobil uchun o'rtacha umumiy zarralar miqdorini taqdim etdi Unda yo'lovchi transport vositalari shinalari bir kilometr masofa bosib o'tganda zarralar miqdori 0,07 g/km tashkil etgan [37]. Ularning xulosasiga ko'ra, shinalar yeyilishi natijasida hosil bo'ladigan zarralarning kimyoviy tarkibini aniqlash imkoni bo'lmagan tadqiqotlar ham mavjud. Ushbu tadqiqotlarda shinalar yeyilishi natijasida hosil bo'lgan zarralarni yo'l eskirishidan hosil bo'ladigan zarralarga aralashib ketganligi, ajratishdagi qiyinchiliklar tufayli aniq xulosaga kelmagan [21, 39].

XULOSA

Adabiyotlar tahlili asosida quyidagicha xulosaga kelish mumkin: shinalar protektorlari

yeyilishi natijasida hosil bo'lgan zarralarining fizik-kimyoviy xususiyatlariga, hosil bo'lish vaqtiga bir qancha omillar ta'sir ko'rsatadi. Ta'sir etuvchi omillar sabab zarralarni hosil bo'lish mexanizmlarini tushunish va zarralarning xossalarni o'rganishni juda qiyinlashtiradi. Bundan tashqari, avtomobillar harakatlanishi natijasida hosil bo'ladigan zarralardan namunalar olish metodologiyalarining xilma-xilligi (ularga qo'llaniladigan tezliklar, tezlanishlar va sekinlashuvlarning keng doirasi kiradi) ko'pincha taqqoslanmaydigan va ba'zi hollarda hatto qarama-qarshi natijalarga olib keladi.

Avtomobillar harakatlanganda shinalar yeyilishi natijasida atrof-muhitga chiqadigan zarralar miqdori 0,06 -0,075 g/km tashkil etishi aniqlandi. Ushbu miqdor avtomobil g'ildiragining yo'l bilan ilashish koeffitsiyentini hisobga olgan holda aniqlanmagan.

ADABIYOTLAR

1. Karimova K.G'. "Xom ashyodan to hisobdan chiqarilguncha avtomobil shinalarini atrof-muhitga ta'siri"// Me'morchilik va qurilish muammolari Ilmiy-texnik jurnal.-Samarqand-2017. 101-104 b.
2. Evans, A. and Evans, R. (2006). The Composition of a Tyre: Typical Components. The Waste & Resources Action Programme TYR0009-02
3. European Commission (2005). Directive 2005/69/EC of the European Parliament and of the Council. Official Journal of the European Union L 323:51-54
4. Panko, J.M., Chu, J., Kreider, M. and Unice, K.M. (2013). Measurement of airborne concentrations of tire and road wear particles in urban and rural areas of France, Japan, and the United States. Atmospheric Environment 72:192-199
5. Dahl, A., Gharibi, A., Swietlicki, E., Gudmundsson, A., Bohgard, M., Ljungman, A., Blomqvist, G. and Gustafsson, M. (2006). Traffic-generated emissions of ultrafine particles from pavement-tire interface. Atmospheric Environment 40:1314-1323
6. M.Kovochich, M.Liong, J.A.Parker et al. Science of the Total Environment 757 (2021) 144085
7. Theodoros Grigoratos and Giorgio Martini Brake wear particle emissions: a review. Environ Sci Pollut Res Int. 2015; 22(4): 2491-2504
8. Amato, F., Pandolfi, M., Escrig, A., Querol, X., Alastuey, A., Pay, J., Perez, N., and Hopke, P.K. (2009). Quantifying road dust resuspension in urban environment by Multilinear Engine: A comparison with PMF2. Atmospheric Environment 43:2770-2780
9. Denier Van der Gon, H., Jozwicka, M., Cassee, F., Gerlofs-Nijland, M., Gehrig, R., Gustafsson, M., Hulskotte, J.; Janssen, N., Johansson, C., Ntziachristos, L. and Riediker, M., (2012). The policy relevance of wear emissions from road transport. now and in the future. TNO report. TNO-060-UT-2012-00732
10. Cadle, S.H. and Williams, R.L. (1978). Gas and particle emissions from automobile tires in laboratory and field studies. Rubber Chemistry and Technology 52:146-158
11. Kumata, H., Sanada, Y., Takada, H. and Ueno, T. (2000). Historical trends of n-cyclohexyl-2-benzothiazoleamine, 2-(4-morpholinyl)benzothiazole, and other anthropogenic contaminants in the urban reservoir sediment core. Environmental Science and Technology 34:246-253
12. Forsberg, B., Hansson, H.C., Johansson, C., Areskoug, H., Persson, K. and Järholm, B. (2005). Comparative health impact assessment of local and regional particulate air pollutants in Scandinavia. AMBIO: A Journal of the Human Environment 34:11-19
13. Gualtieri, M., Mantecca, P., Cetta, F. and Camatini, M. (2008). Organic compounds in tire particle induce reactive oxygen species and heat-shock proteins in the human alveolar cell

line A549. Environment International 34:437–442

14. Gustafsson, M., Blomqvist, G., Gudmundsson, A., Dahl, A., Swietlicki, E., Bohgard, M., Lindbom, J. and Ljungman, A. (2008). Properties and toxicological effects of particles from the interaction between tyres, road pavement and winter traction material. Science of the Total Environment 393:226-240

15. Hussein, T., Johansson, C., Karlsson, H. and Hansson, H.C. (2008). Factors affecting non-tailpipe aerosol particle emissions from paved roads: On-road measurements in Stockholm, Sweden. Atmospheric Environment 42:688–702

16. Barlow, T.J., Boulter, P.G., McCrae, I.S., Sivell, P., Harrison, R.M., Carruthers, D. and Stocker, J. (2007). Non-exhaust particulate matter emissions from road traffic: Summary report. TRL report for DEFRA. Scottish Executive. Welsh Assembly Government. DoENI

17. Luhana, L., Sokhi, R., Warner, L., Mao, H., Boulter, P., McCrae, I., Wright, J. and Osborn, D. (2004). Characterisation of Exhaust Particulate Emissions from Road Vehicles. FP5 Particulates Project

18. ChemRisk (2008). State of knowledge report for tyre materials and tyre wear particles. ChemRisk, Inc. - Pittsburgh, PA; San Francisco, CA, USA DIK Inc. - Hannover, Germany

19. Fauser, P. (1999). Particulate Air Pollution with Emphasis on Traffic Generated Aerosols. Thesis. Riso National Laboratory, Technical University of Denmark, Roskilde

20. Boulter, P.G., Thorpe, A., Harrison, R. and Allen, A. (2006) Road vehicle non-exhaust particulate matter: final report on emission modelling – Published project report PPR110, TRL limited, Wokingham

21. Mathissen, M., Scheer, V., Vogt, R. and Benter, T. (2011). Investigation on the potential generation of ultrafine particles from the tire–road interface. Atmospheric Environment 45:6172-6179

22. Berdowski, J.J.M., Veldt, C., Visschedijk, A.J.H. and Zandveld, P.Y.J. (1997). Particulate matter emissions (PM10 – PM2.5 – PM0.1) in Europe in 1990 and 1993. Apeldoorn, the Netherlands, TNO/MEP R 96/472

23. Denier Van der Gon, H., Gerlofs-Nijland, M., Gehrig, R., Gustafsson, M., Janssen, N., Harrison, R., Hulskotte, J., Johansson, C., Jozwicka, M., Keuken, M., Krijgsheld, K., Ntziachristos, L., Riediker, M. and Cassee, F. (2013). The Policy Relevance of Wear Emissions from Road Transport, Now and in the Future—An International Workshop Report and Consensus Statement. Journal of the Air & Waste Management Association 63:136-149

24. Thorpe, A. and Harrison, R.M. (2008). Sources and properties of non-exhaust particulate matter from road traffic: A review. Science of the Total Environment 400:270-282

25. Bukowiecki, N., Gehrig, R., Lienemann, P., Hill, M., Figi, R., Buchmann, B., Furger, M., Richard, A., Mohr, C., Weimer, S., Prévôt, A. and Baltensperger, U. (2009a). PM10 emission factors of abrasion particles from road traffic (APART). Swiss Association of Road and Transportation Experts (VSS)

26. Kumar, P., Pirjola, L., Ketzler, M. and Harrison, R.M. (2013). Nanoparticle emissions from 11 non-vehicle exhaust sources – A review. Atmospheric Environment 67:252-277

27. Kupiainen, K., Tervahattu, H., Raisanen, M., Makela, T., Aurela, M. and Hillamo, R. (2005). Size and composition of airborne particles from pavement wear, tyres, and traction sanding. Environmental Science & Technology 39:699-706

28. Harrison, R.M. (2009). Airborne particulate matter from road traffic: current status of knowledge and research challenges paper presented at the ETAAO09. In: 17th Transport and Air Pollution Symposium e 3rd Environment and Transport Symposium

29. Hjortenkrans, D.S.T., Bergback, B.G. and Haggerud, A.V. (2007). Metal emissions from brake linings and tires: case studies of Stockholm, Sweden 1995/1998 and 2005. *Environmental Science and Technology* 41:5224–5230
30. Wik, A. and Dave, G. (2009). Occurrence and effects of tire wear particles in the environment - A critical review and an initial risk assessment. *Environmental Pollution* 157:1-11
31. Poeping, N. and Ginda, J. (2010). Adverse Health Effects of Diesel Particle Air Pollution. An Overview for the DEM Clean Diesel Workshops. Diesel Workshop presentations Rhodes February 2010
32. Kreider, M.L. and Panko, J.M. (2012). Effects of Subacute Inhalation Exposure to Tire and Road Wear Particles in Rats. 48th Congress of the European Societies of Toxicology, Eurotox, 17-20 June 2012, Stockholm, Sweden
33. Smolders, E. and Degryse, F. (2002). Fate and Effect of Zinc from Tire Debris in Soil. *Environmental Science and Technology* 36:3706-3710
34. Gadd, J. and Kennedy, P. (2000). Preliminary examination of organic compounds present in tyres, brake pads and road bitumen in New Zealand: Prepared for the Ministry of Transport by Kingett Mitchell Limited
35. Panko, J., McAtee, B.L., Kreider, M., Gustafsson, M., Blomqvist, G., Gudmundsson, A., Sweet, L. and Finley, B. (2009). Physio-Chemical Analysis of Airborne Tire Wear Particles. 46th Congress of the European Societies of Toxicology, Eurotox, 13-16 September 2009, Dresden, Germany
36. Sjodin, A., Ferm, M., Bjork, A., Rahmberg, M., Gudmundsson, A., Swietlicki, E., Johansson, C., Gustafsson, M. and Blomqvist, G. (2010). Wear Particles from Road Traffic: A Field, Laboratory and Modelling Study. IVL Swedish Environmental Research Institute Ltd., Goteborg
37. NAEI (2012). Road transport emission factors from 2010 NAEI. http://naei.defra.gov.uk/datawarehouse/3_9_323_136259_roadtransportefs_naei10_v2.xls
38. Rauterberg-Wulff, A. (1999). Determination of emission factors for tyre wear particles up to 10 μm by tunnel measurements. Proceedings of 8th International Symposium 'Transport and Air Pollution', Graz, Austria, 31 May - 2 June 1999
39. Lawrence, S., Sokhi, R., Ravindra, K., Mao, H., Prain, H.D. and Bull, I.D. (2013). Source apportionment of traffic emissions of particulate matter using tunnel measurements. *Atmospheric Environment* 77:548–557

UDK 656.02

**SVETOFOR ISH REJIMINI TAHLIL QILISH VA ULARNI OPTIMALLASHTIRISH
YECHIMLARI**

Normirzaev Abdukayum Raximberdievich
NamQMI, Transport logistikasi kafedra mudiri t.f.n., dotsent, nabducaum@gmail.com

Ro'zmetov Ilxom Qodirovich
UrDU Transport tizimlari kafedrasini, katta o'qituvchi, 1973qodirovich@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada bugungi kunda yirik shahar ko'chalarida yuzaga kelayotgan tirbandliklarning asosiy sabablaridan biri chorrahalarda svetoforning ishlash rejimlari transport oqimi qatnoviga muvofiqlashtirilmaganligi oqibatida yuzaga kelayotganligi haqida so'z boradi. Chorrahalaridagi tirbandliklar harakat ishtirokchilarining vaqti olinishiga, atrof-muhit ifloslanishining oshishi va tirbandliklarning kuchayishiga olib keladi. Tirbandliklarni bartaraf etishning mavjud usullariga transport oqimini boshqarishda zamonaviy innovatsion texnologiyalardan foydalanish va infratuzilmani o'zgartirish kabi tadbirlarni amalga oshirish kiradi. Shuningdek, chorrahalarda svetoforlar ish taktini optimallashtirishning asosiy yondashuvlari va usullari, transport vositalarining harakat jadalligini aniqlash, hisoblash formulalari ko'rsatib o'tilgan hamda amaliy tavsiyalar berilgan.

Аннотация. В данной статье говорится о том, что одной из основных причин пробок, возникающих сегодня на улицах крупных городов, является то, что режим работы светофоров на перекрестках не соответствует с потоком транспортных средств. Пробки на перекрестках приводят к задержкам движения, увеличению загрязнения окружающей среды и увеличению заторов на дорогах. Существующие методы уменьшения заторов включают использование современных инновационных технологий в управлении транспортными потоками и реализацию таких мер, как изменение инфраструктуры. Кроме того, были показаны основные подходы и методы оптимизации такта светофоров на перекрестках, определения скорости транспортных средств, формулы расчета и даны практические рекомендации.

Annotation. This article states that one of the main reasons for traffic jams that occur today on the streets of large cities is that the operating modes of traffic lights at intersections do not correspond with the flow of vehicles. Congestion at intersections leads to traffic delays, increased pollution and increased traffic congestion. Existing methods to reduce congestion include the use of modern innovative technologies in traffic management and the implementation of measures such as infrastructure changes. In addition, the main approaches and methods for optimizing the timing of traffic lights at intersections, determining the speed of vehicles, calculation formulas were shown, and practical recommendations were given.

Tayanch so'zlar: chorraha, shahar infratuzilmasi, chorraha, optimallashtirish, tirbandlik, piyoda, haydovchi, svetofor, jadallik, tsikl, harakat xavfsizligi.

Ключевые слова: перекрёсток, городская инфраструктура, оптимизация перекрёстка, движение транспорта, пешеход, водитель, светофор, скорость, цикл, безопасность дорожного движения.

Keywords: intersection, urban infrastructure, intersection optimization, traffic, pedestrian, driver, traffic light, speed, cycle, road safety.

Chorrahalar shahar yo'l-transport infratuzilmasining eng gavjum joylaridan biri bo'lib, u yerda avtomobillar va piyodalar oqimi to'qnashadi. Chorrahalarda harakatlanishni samarali

nazorat qilish barcha yo'l harakati qatnashchilarining xavfsizligi va qulayligini ta'minlashda muhim o'rin egallaydi. Chorrahalarini optimallashtirishda svetofor tizimi zarur bo'lganda sozlanadi va bu bilan tirbandliklarni kamaytirish, transportlar kutish vaqtini qisqartirish hamda o'tkazish qobiliyatini oshirishga erishiladi.

Chorrahalarda svetoforlar ishini optimallashtirish bir nechta maqsadlarga tayanadi:

- ✓ birinchidan, u barcha yo'l foydalanuvchilari uchun kutish vaqtini qisqartiradi, bu esa harakatning qulayligini sezilarli darajada oshiradi;
- ✓ ikkinchidan, chorrahalarda va ularning atrofidagi tirbandlikni kamaytiradi, bu esa transport vositalarini atrof-muhitni ifloslantiruvchi chiqindilar va yo'nilg'i-energiya sarfini kamaytirishga olib keladi;
- ✓ uchinchidan, transport xavfsizligini ta'minlash, baxtsiz hodisalar xavfini kamaytirishga yordam beradi.[1,2,3]

Harakatni boshqarish – yo'l harakati xavfsizligini ta'minlashning muhim yo'nalishi bo'lib, u harakat oqimini tartibga solish, yo'l harakati ishtirokchilari xavfsizligini ta'minlash, yo'l infratuzilmasidan foydalanishni optimallashtirish kabi tadbirlarni o'z ichiga oladi.

Yo'l harakati boshqaruvining asosiy jihatlaridan biri bu transport vositalari oqimini tartibga solishdan iboratdir. Bularga yo'l belgilari, svetofor qurilmalari, yo'l to'siqlari va yo'lda tartibni ta'minlashga qaratilgan boshqa vositalarni o'rnatish kiradi. Bunday chora-tadbirlar yo'l-transport hodisalarini kamaytirish va transport vositalarining ravon harakatini ta'minlashga yordam beradi [4,5,6,7,8,9].

Yo'l harakati qatnashchilarining xavfsizligi ham harakatni boshqarishda muhim o'rin egallaydi. Bu transport vositalarining haydovchilari va yo'lovchilari, piyodalar, velosipedchilar uchun xavfsiz muhitni ta'minlashni o'z ichiga oladi. Jamoat transporti infratuzilmasini, piyodalar hududlarini rivojlantirish, shuningdek, piyodalar o'tish joylari xavfsizligini ta'minlash chora-tadbirlari esa yo'llarda baxtsiz hodisalar kamayishini kafolatlaydi.

Yo'l infratuzilmasidan foydalanishni optimallashtirish uchun kunning turli vaqtlarida transport oqimlarini hisobga olish ham muhim hisoblanadi. Bunga transport oqimini boshqarishning intellektual tizimlarini ishlab chiqish, harakatlanish tartibini tashkil etish, ayrim hududlar va chorrahalariga kirishni vaqtincha cheklash kabi tadbirlarni amalga oshirish kiradi.

Yo'l harakati qoidalarining qat'iy ishlab chiqilishi va bajarilishi yo'l harakati xavfsizligini yaxshilashga yordam beradi hamda transport infratuzilmasidan yanada samarali foydalanishni ta'minlaydi, bu esa o'z navbatida shahar muhitini rivojlantirishga, fuqarolarning hayot sifatini yaxshilashga yordam beradi.

Bugungi kunda yirik shaharlarda chorrahalaridagi tirbandlikni bartaraf etish yo'l harakatini boshqarish sohasidagi eng muhim vazifalardan biri hisoblanadi. Chorrahalaridagi tirbandliklar harakat ishtirokchilarining kechikishlarga, havo ifloslanishining oshishi va tirbandliklarning kuchayishiga olib keladi. Tirbandliklarni bartaraf etishning mavjud usullariga transportni boshqarishda zamonaviy texnologiyalardan foydalanish va infratuzilmani o'zgartirish kabi tadbirlarni amalga oshirish kiradi [10,11,12].

Chorrahalarining o'tish qobiliyatini yaxshilashning asosiy usullaridan biri svetoforlarning ishlashini optimallashtirish hisoblanadi. Bunda harakat oqimini boshqarishning intellektual tizimlaridan foydalanish yo'l tarmog'idagi joriy yukni hisobga olgan holda chorrahalaridagi svetoforlarni sinxronlashtirishga yordam beradi va transport oqimlarining optimal vaqtini ta'minlaydi. Bu tirbandliklarni kamaytirish va yo'l infratuzilmasidan foydalanish samaradorligini oshirishga yordam beradi [6,7,9,10,13,14].

Umuman olganda, chorrahalarda svetoforni boshqarishni optimallashtirish murakkab jarayon bo'lib, ma'lumotlarni yig'ish va tahlil qilish, harakatni boshqarishning zamonaviy

texnologiyalaridan foydalanish hamda infratuzilmadagi o'zgarishlarni o'z ichiga oladi. Bu harakatni ravonroq qilish, kechikishlarni kamaytirish va xavfsiz yo'l sharoitlarini ta'minlash imkonini yaratadi.

Svetoforming tsiklini hisoblash bir nechta parametrlarga asoslanadi, jumladan, ma'lum fazalar vaqti, sariq chiroqning davomiyligi va o'tish vaqti shular jumlasidandir. Svetoforming tsikli quyidagi asosiy bosqichlardan iborat:

I. Asosiy yo'l uchun yashil chiroq (t_{yashil}) - bu bosqich asosiy yo'lda harakatlanishga ruxsat berilgan taqtni ko'rsatadi.

II. Sariq chiroq (t_{sariq}) - ushbu bosqichning davomiyligi odatda yashil chiroq fazasidan qisqaroq bo'lib, yo'l foydalanuvchilariga bo'laklarni almashtirish yoki to'xtashga tayyorgarlik ko'rish imkonini beradi.

III. Asosiy yo'l uchun qizil chiroq (t_{qizil}) - bu bosqich asosiy yo'lda harakat to'xtatilgan taqtni ko'rsatadi.

IV. Pauza (t_{pauza}) - ba'zan signal davrlari orasida qisqa pauza berilishi mumkin. [2,46]

Har bir faza va o'tish davrlarining taqtini quyidagi formulalar yordamida hisoblanadi:

1. Stetofor tsiklining umumiy davomiyligi (T_{tsikl}):

$$T_{tsikl} = t_{yashil} + t_{sariq} + t_{qizil} + t_{pauza}$$

bu yerda har bir faza mos keladigan vaqt (sekundlarda) bilan ko'rsatilgan ta t_{pauza} - agar mavjud bo'lsa, pauza vaqti.

2. Fazalar ulushi: Tsikl davomida svetoformni optimal tarzda o'rnatish uchun har bir fazaga ajratilgan vaqt foizini ko'rsatish foydali bo'lishi mumkin va u quyidagicha aniqlanadi:

$$t_{yashil} \% = \frac{t_{yashil}}{T_{tsikl}} * 100$$

$$t_{sariq} \% = \frac{t_{sariq}}{T_{tsikl}} * 100$$

$$t_{qizil} \% = \frac{t_{qizil}}{T_{tsikl}} * 100$$

va hokazo.

3. Bir soatda svetoforming tsiklini (aylanishlar sonini) aniqlash (C_{tsikl}): Agar ma'lum bir davrda bajarilishi mumkin bo'lgan tsikllar sonini aniqlash kerak bo'lsa, quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$C_{tsikl} = \frac{3600}{T_{tsikl}}$$

bu yerda 3600 - bir soat ichidagi soniyalar (sekund) va T_{tsikl} - stetofor tsiklining umumiy davomiyligi. [2,148]

Agar svetoforda piyoda ishoralari yoki maxsus rejimlar kabi qo'shimcha funksiyalar mavjud bo'lsa, unda formulalar yanada murakkablashishi mumkin.

Misol uchun, agar svetoforda piyodalar ishoralari bo'lsa, u holda formulalarga piyoda yashil vaqtini ($t_{pyashil}$) va piyoda qizil ishora vaqtini (t_{pqizil}) qo'shish mumkin:

$$T_{tsikl} = t_{yashil} + t_{sariq} + t_{qizil} + t_{pyashil} + t_{pqizil}$$

Svetoforming samarasiz ishlashi bilan bog'liq muammo va qiyinchiliklar tahlili

Chorrahalarda svetoforlarning samarasiz ishlashi shahar transporti uchun jiddiy muammo hisoblanadi. Bu kechikishlar, tirbandlik va xavfli holatlarga olib kelishi mumkin. Ma'lumotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, svetoforning samarasiz tizimlari bilan bog'liq asosiy muammolar quyidagilardan iborat:

- ❖ balanssiz ish vaqti: ba'zi hollarda, bir yo'nalishda chorrahadan o'tish uchun ko'proq vaqt oladi, boshqa yo'nalishlar esa uzoq vaqt kutishadi. Bunga noto'g'ri ish vaqti sozlamalari yoki transport oqimi tahlilining yetarli emasligi sabab bo'lishi mumkin;
- ❖ muvofiqlashtirishning yo'qligi: turli chorrahadagi svetoforlar bir-biri bilan sinxronlashtirilmasa, bu chorrahalar bo'ylab sekin harakatlanadigan avtomobillarning "to'lqini"ga olib kelishi mumkin. Bunday holatlar kechikishlarni oshiradi va yo'lning o'tkazuvchanligini pasaytiradi;
- ❖ har xil transport turlarini yetarlicha hisobga olmaslik: svetofor tizimlari turli transportlar, jumladan, avtomobillar, piyodalar va velosipedchilar ehtiyojlariga moslashtirilishi kerak. [3,5]

Chorrahada transport oqimlarini hisoblash turli usullar bilan, jumladan, kuzatish, statistik tahlil va modellashtirish yordamida amalga oshirilishi mumkin. Eng keng tarqalgan usullardan biri "avtomobilni hisoblash" usuli bo'lib, u quyidagi bosqichlarni o'z ichiga oladi: [4]

a) **ma'lumotlarni yig'ish metodologiyasini tanlash:** birinchi navbatda, transport oqimlari to'g'risidagi ma'lumotlar qanday to'planishini aniqlash kerak. Bu odatda, chorrahada transport vositalarining harakatini qo'lda yoki videokuzatuv kameralari hamda avtomatik hisoblagichlar kabi texnik vositalar yordamida kuzatishni o'z ichiga oladi;

b) **oqim turining ta'rifi:** magistral yo'lda transport vositalari oqimi, yondosh yo'ldan keladigan oqim va piyodalar oqimi kabi transport oqimlarining har xil turlarini farqlash muhim ahamiyatga ega.

c) **ma'lumotlarni yig'ish:** to'plangan ma'lumotlar odatda transport vositalarining soni va ularning harakat yo'nalishini o'z ichiga oladi;

d) **ma'lumotlarni tahlil qilish:** ma'lumotlar yig'ilgandan so'ng, u tahlil qilinadi, jumladan, transport oqimining o'rtacha intensivligini hisoblash, eng yuqori davrlarni aniqlash va boshqalar;

e) **matematik modellardan foydalanish:** kuzatuv ma'lumotlari bilan birlashtirilganda, navbat modellari yoki transport modellari kabi matematik modellar transport oqimlarini bashorat qilish va kesishish samaradorligini baholash uchun ishlatilishi mumkin.

Ushbu usullar chorrahadagi transport oqimlarini hisoblash uchun asos bo'lib hisoblanadi va transport muhandislari hamda rejalashtiruvchilarga chorrahalarining ishlashini optimallashtirish bo'yicha asosli qarorlar qabul qilish imkonini yaratadi [4].

Chorrahada transport oqimlarini hisoblash turli formulalar va usullar yordamida amalga oshirilishi mumkin. Quyida chorrahadagi transport oqimini hisoblashning ayrim usullari keltirilgan:

1. **"Yo'l sig'imi"** - bu ma'lum vaqt ichida chorrahadan o'tishi mumkin bo'lgan avtomobillar sonini tavsiflovchi ko'rsatkich hisoblanadi. Yo'l sig'imini hisoblash quyidagicha aniqlanadi:

$$P_{chorr} = \frac{3600}{T_{tsikl}} * n$$

bu yerda T_{tsikl} - svetofor tsiklining umumiy davomiyligi va n - yo'nalishdagi harakat bo'laklari soni.

2. **"Oqim tezligi"**- harakat oqimi chorrahadan vaqt birligida (odatda soat) o'tadigan

transport vositalari soni bilan o'lanadi. Transport oqimining jadalligini (intensivligi) hisoblash quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$V_{oqim} = \frac{3600}{T_{tsikl}} * N$$

bu yerda T_{tsikl} - svetofor tsiklining umumiy davomiyligi N - bir svetoforning aylanishi davomida chorrahadan o'tadigan transport vositalarining o'rtacha soni.

3. **“O'tkazish qobiliyatidan foydalanish koeffitsiyenti”** - bu nisbat chorrahaning sig'imi qanchalik to'liq ishlatilishini tavsiflaydi. O'tkazish qobiliyatidan foydalanish tezligini hisoblash formulasi quyidagicha:

$$\mu_{chorr} = \frac{V_{oqim}}{P_{chorr}} * 100\%$$

4. **“Transport oqimini modellashtirish dasturiy ta'minoti”** (Traffic Flow Simulation Software) - shuningdek, TISSIM, AIMSUN ta SYNCHRO kabi maxsus dasturlar mavjud bo'lib, ular chorrahalaridagi transport oqimini simulyatsiya qila oladi, bunda harakat bo'laklari soni, tirbandlik hajmi, svetofor tsikl vaqti va turli kirish ma'lumotlar hisobga olinadi.

Chorrahalarda svetoforlarni optimallashtirish usullari.

Chorrahalaridagi svetoforlarni optimallashtirishda transport oqimini yaxshilash va tirbandlikni kamaytirishning bir nechta usullari mavjud.

Svetoforlarni optimallashtirishning klassik yondashuvi tsiklik ish sxemasidan foydalanishga asoslangan bo'lib, bu yerda har bir transport oqimiga ma'lum vaqt ajratiladi. Bu yuklamani harakatning turli yo'nalishlari o'rtasida teng taqsimlash imkonini beradi. Biroq bunday tizim har doim ham samarali emas, ayniqsa o'zgaruvchan transport oqimi sharoitida.

Svetoforlarni optimallashtirishning ikkinchi usuliga sun'iy intellekt algoritmlari, mashinalarni o'rganish va moslashuvchan boshqaruv tizimlaridan foydalanish kiradi. Masalan, genetik dasturlash algoritmlari svetofor sozlamalarini joriy tirbandlik sharoitlariga qarab avtomatik ravishda sozlashi mumkin [3,4,6,7,10].

Shuningdek, svetoforning dinamik boshqaruv tizimlari ham qo'llaniladi, ular real vaqt rejimida transport oqimi ma'lumotlarini tahlil qilish va shunga mos ravishda svetoforning ishini sozlash imkonini beradi. Misol uchun, agar chorrahaning bir tomonida tirbandlik bo'lsa, tizim bu yo'nalish uchun yashil signal vaqtini oshirishi mumkin.

Chorrahalaridagi svetoforlarning ishlashini optimallashtirish uchun turli xil texnik va dasturiy yechimlar qo'llaniladi. Bunday yechimlardan biri zamonaviy harakat sensorlaridan foydalanish bo'lib, ular yo'lda avtomobillar sonini hisobga olish va har bir svetoforning optimal ish vaqtini aniqlash imkonini beradi.

Bundan tashqari, maxsus nazorat algoritmlaridan foydalanish chorrahadagi joriy yuklamaga qarab svetoforlarning ishini tartibga solish imkonini beradi. Masalan, “yashil to'lqin” algoritmi svetoforlarning ishlashini sinxronlashtirishni ta'minlaydi, shunda avtomobillar bir nechta ketma-ket chorrahalaridan to'xtamasdan o'tishlari mumkin bo'ladi.

Svetoforlarning ishlashini optimallashtirishning asosiy elementi markazlashtirilgan boshqaruv tizimidir. Bu svetoforning ish parametrlarini yo'lda mavjud vaziyatga qarab tezda o'zgartirish imkonini beradi - masalan, tirbandlik yoki favqulodda vaziyatlarda. Bunday tizimlar ko'pincha operator uchun maxsus displeylar bilan jihozlangan bo'lib, ular joriy yo'l sharoitlari haqida ma'lumotni aks ettiradi [14,15,16].

Xulosa qilib shuni aytish mumkinki, chorrahalaridagi tirbandlikni bartaraf etish kompleks yondashuvni talab qiluvchi murakkab vazifa hisoblanadi. Bunda zamonaviy texnologiyalarni joriy etish, yo'l infratuzilmasini optimallashtirish va chorrahalarda harakatlanishni samarali

nazorat qilish yo'llarda harakatlanish darajasini oshirish hamda yo'l tarmog'ining umumiy holatini yaxshilashda hal qiluvchi rol o'ynaydi.

ADABIYOTLAR

1. M.M.Axmadunirov «Оптимизация светофорного регулирования с помощью программы моделирования транспортных потоков» Вестник ЮУрГУ №22, 2010.
2. А.Г.Левашев,А.Ю. Михайлов,И.М. Головных “Проектирование регулируемых пересечений” Учеб. пособие – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2007. – 208 с
3. Heriberto P.A, Xabier O.M , Mikel Marquina “Analysis of the Efficiency of Traffic Lights Turning Red in Case of Exceeding Speed Limit” ingenier' ia e investigacion' vol. 41 no. 1, APRIL - 2021 (e86047).
4. E.Kim. The traffic signal control problem for intersections: a review. European Transport Research Review volume 12, Article number: 50 (2020).
5. Normirzaev A. R., To'xtaboyev M. A., Abdurazzakov J. B. Yo'lovchi tashishda innovatsion texnologiyalarni qo'llash //Ta'lim va rivojlanish tahlili onlayn ilmiy jurnali. – 2022. – Т. 2. – №. 8. – С. 78-84.
6. Raximjonovich U. A. Svetaforlarni qo'llash kriteriyalari //“Машинасозликда инновациялар, энергиятежамкор технологиялар ва ресурслардан фойдаланиш самарадорлигини ошириш”. – 2021.
7. Нормирзаев А. Р. и др. Светафорни ўтказувчанлигини аниқлаш метадалогияси (Наманган шаҳри мисолида)//Механика и технология.-2023.-№.Спецвыпуск 1 (4).-С. 67.
8. Туманбоева Б. Текущее состояние деятельности общественного пассажирского транспорта. – 2023.
9. Normirzaev A. R., To'xtaboyev M. A., Abdurazzakov J. B. Namangan shahridagi irvadon-chorsu yo 'nalish bo 'yicha yo 'lovchi tashish tizimini tahlili //Ta'lim va rivojlanish tahlili onlayn ilmiy jurnali. – 2022. – Т. 2. – №. 7. – С. 100-108.
10. В Abdulmaxammedov B. et al. Shahar yo'lovchi transportini rivojlantirish muammolari va yechimlari //O'zbekistonda fanlararo innovatsiyalar va ilmiy tadqiqotlar jurnali. – 2022. – Т. 1. – №. 8. – С. 459-463.
11. Рустамов И. Влияние автомобильного транспорта на окружающую среду и методы их снижение //Материалы конференции «Issues of modern education in the condition of globalization Collection international scientific conference». Россия. – 2017. – Т. 2. – С. 115-121.
12. Raximberdiyevich N. A. et al. Farg'ona halqa yo'lida I. Karimov va Kosonsoy ko'chalari bilan kesishgan chorrahalardagi tirbandlikni oldini olish //Механика и технология. – 2022. – Т. 3. – №. 8. – С. 113-119.
13. Abdulmaxammedov B., Normirzaev A. Yo'lovchilar tashilishga logistika yondorishi //Scienceweb academic papers collection. – 2022.
14. Normirzaev D. R. D. A. R., Azimjonov S. O. Shahar yo 'lovchilar transporti tizimini rivojlantirish muammolari.“ //Mashinasozlikda innovatsiyalar, energiyatejамkor texnologiyalar va resurslardan foydalanish samaradorligini oshirish” konferensiya materiallari. – 2021. – Т. 2. – С. 292-296.
15. Қодирова О. Aholining transportda harakatlanishi //Scienceweb academic papers collection. – 2022.
16. AR E. B. S. N., Dadabayev D. R. Analysis of passenger transportation system by routes //Jurnal Obrozovaniya i nauka XXI veke. – 2021. – Т. 3. – №. 13. – С. 774-778.

UDK 656.1.078.14

**HUUDUNING ISTIQBOLYI YUK OQIMLARINI YER USTI TRANSPORT
TARMOG'IGA OPTIMAL TAQSIMLASH**

Kuziev Abdimurot Urokovich

Termiz davlat universiteti, transport tizimlari va inshootlari kafedrasida dots quziyev@tersu.uz

Maxsumov Isroil Axmedovich

Toshkent davlat transport universiteti assistent maxsumovisroil1995@gmail.com

Matrasulov Kaxramon Shixnazarovich

Toshkent davlat transport universiteti assistent kaxramonmatrasulov785@gmail.com

Yusufxonov Zokirxon Yusufxon o'g'li

Toshkent davlat transport universiteti assistent zyusufxonov1991@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada transport tarmog'iga hududning istiqbolli yuk oqimlarini optimal biriktirishning kompyuter texnologiyalaridan unumli foydalanish bilan bog'liq muammolar muhokama qilinadi.

Аннотация. В статье рассмотрены задачи оптимального распределения перспективных грузовых потоков в наземной транспортной сети региона с применением компьютерных технологий.

Annotation. The article deals with the problems of using computer technologies in optimal regulation of region's perspective good traffic to overland transportation system.

Kalit so'zlar: transport tarmog'i, yuk oqimi, optimal taqsimlash, optimallik, dasturlar.

Ключевые слова: транспортная сеть, грузопоток, оптимальное распределение, оптимальность, приложения

Keywords: transport network, cargo flow, optimal distribution, optimality, applications.

Viloyatda ishlab chiqarish sohasini katta amaliy va strategik ahamiyatga molik istiqbolli yo'nalishlarda o'sishi, chet el investitsiyalari asosida xalqaro qo'shma korxonalarini jadal sur'atlarda shakllanayotgani va faoliyat ko'rsatishni boshlayotganligi mazkur hudud transport tizimini texnik-texnologik imkoniyatlarini rivojlantirishni, turli transport vositalari va tarmoqlari esa iste'molchilarning tashish hajmlariga bo'lgan ehtiyojlarini o'z muddatlarida samarali ta'minlashlarini taqozo etadi. Buning uchun mazkur hududda asosiy hisoblanadigan avtomobily va temir yo'l transportlarining tashish vositalari, tarmog'i va usullarini rivojlantirish, yuk tashish oqimlarini hudud transport tarmoqlari bo'yicha optimal taqsimlash va mazkur oqimlarni istiqboldagi kattaliklarini ta'minlash uchun transport tarmog'ini o'zini optimal rivojlantirish kabi dolzarb masalalarni hal etish lozim bo'ladi.

Mazkur masalalarni hal etishda mul'titarmoq usulidan foydalanish tavsiya etiladi. Bu usul transport tarmog'ida yuk oqimlarini optimallashtirishga asoslangan [1].

Masala quyidagi shaklda ifodalanadi: n uzellar va m yoylardan tashkil topgan transport tarmog'i maydoni S mavjud bo'lib, bunda i, j punktlarini biriktiruvchi har bir yoyga xarakteristikalar- C_{ij} —solishtirma tannarx va d_{ij} —mavjud liniyaning o'tkazish qobiliyati parametrlari berilgan [2].

Masala quyidagi mazmunda qo'yiladi. Tarmoqda yuk oqimini mumkin qadar qisqa

vaqtda taxminiy taqsimlash bilan birga har bir yoyda harakat (Γ_{ij}) zichligini aniqlash talab etiladi. Bunda quyidagi mezon talablarini bajarish lozim [3]:

$$F = \sum_{ij}^m C_{ij} \cdot \Gamma_{ij} \text{ yoki } F = \sum_{st} C_{st} \cdot X_{st} \rightarrow \min$$

Bu usulning g'oyasi quyidagidan iborat. Qulay yo'llar tizimi quriladi, S_t yo'nalishining yuk oqimini o'tkazish qobiliyati aniqlanadi, ya'ni

$$\mu(S, \dots, i, j, \dots, t) \quad d_{st} = \min d_{ij} \text{ dek.}$$

Qatordagi navbatdagi X_{st} yukni qulay yo'llar yoylari bo'yicha jo'natish (taqsimlash) bilan birga bu yuk o'tgan yoylarning o'tkazish qobiliyatlari ana shu yuk miqdoriga kamaytiriladi. Yoy to'liq qanoatlanganda yopiladi va keyingi hisoblashdan chiqariladi. Har bir yopilgan yoydan keyin qulay yo'l tizimi yana tuziladi.

Bunda ikki transport turlarini o'z ichiga oluvchi transport tarmog'ini rivojlantirish masalalari ko'riladi. SHuning uchun yuk oqimini optimallashtirish kengaytirilgan yagona yer usti transport mul'titarmog'i S^* da amalga oshiriladi. Yagona transport mul'titarmog'i oddiy tarmoqdan bir nechta transport uchastkalari va qo'shimcha (fiktiv) uzellari borligi bilan farq qiladi. U quyidagi tartibda tuziladi. Har bir transport turlarining mavjud punktlari (jo'natish, qabul qilish, iqtisodiy-texnikaviy, o'tkazish qobiliyati va boshqa ko'rsatkichlari bo'yicha) grafaning uzellari sifatida ko'rsatiladi.

Har xil transport turlari tutashgan manzillar, ya'ni bir transport turidan boshqasiga qayta yuklash imkoniyati mavjud bo'lgan punktlar mos ravishda bir nechta manzillar ko'rinishda tasvirlanadi. Ular boshlang'ich-so'nggi operatsiyalar bo'yicha kelib chiqayotgan xarajatlarning iqtisodiy ko'rsatkichlarini belgilovchi yoylar bilan biriktiriladi.

Ta'kidlaganidek, kengaytirilgan tarmoqda yuk oqimlarini taqsimlash masalasini yechishda transport tarmog'i va tashish o'lchamlari dastlabki ma'lumot bo'lib hisoblanadi. Tashish o'lchamlari, ya'ni aniq punktlarda turli yuklarni ishlab chiqarish hajmi va iste'moli yoki hamma yuklar hajmi bo'yicha tashish rejasi yuk tashish matritsasi ko'rinishida berilishi mumkin, bu yerda ma'lumotlar tarmoqning har bir yuk jo'natuvchi va qabul qiluvchi punktlari uchun ko'rsatiladi.

Yuk oqimlarini optimallashtirish masalasi turlicha variantlarda qo'yilishi va yechilishi mumkin. Birinchi variantda yuk oqimlarini optimallashtirish ularni o'tkazish qobiliyati chegaralangan tarmoqlarga taqsimlashdan iborat bo'lib, u ko'p sonli mahsulotlar masalasini yechish bilan bog'liq bo'ladi. Bunday masalani amaliy yechish katta qiyinchiliklarni tug'diradi, avvalambor, qiyinchilik dastlabki ma'lumotlarni yig'ish bo'yicha ishlar hajmining juda kattaligidadir.

Ikkinchi holatda yuk tashish matritsasining har bir qatorini bir punktlilik ishlab chiqarish bilan o'zining turkumidagi «bir turli yuk» sifatida qarash mumkin. O'shanda tarmoqda yuk oqimini optimallashtirish masalasi qulay yo'l tizimini yaratish masalasiga keltiriladi. Bunda bir punktdan qolgan hamma punktlargacha ushbu yo'llar yoyi bo'yicha keyingi yuk jo'natuvchi va qabul qiluvchilarga taqsimlash qulayroq bo'ladi. Bu masalani yechish vaqtini kamaytiradi, shuningdek, yuk jo'natuvchi va qabul qiluvchilarning yuk tashish matritsasini qulayroq o'lchamga keltirishga imkon beradi. SHu tufayli, yuk tashish hajmlari matritsa ko'rinishida berilgan bo'ladi. Agar tarmoqdagi uzal "kompleks" hisoblansa, ya'ni mazkur uzalda bir nechta tur transport birlashsa, unda ishlab chiqarish hajmlari (B) "boshlang'ich" punktda, iste'mol hajmlari esa (O) "so'nggi" punktda to'planadi deb hisoblanadi.

Er usti transporti mul'titarmog'ida yuk oqimlarini taqsimlash uchastkalarni o'tkazish

qobiliyati cheklanganligini hisobga olgan holda taqribiy usulda amalga oshiriladi. Bunda yo'ning o'tkazish qobiliyati chegaralanganligi hisobga olindi. Bunday murakkab va ko'p variantli masalani yechishda kompyuter texnologiyasidan foydalanish beqiyos yordam beradi.

Dastur quyidagi asosiy bloklardan iborat [4]:

1. Dastlabki va o'zgaruvchan ma'lumotlarni yozish blokida dasturda hisoblarni bajarish va natijalarni olishda foydalaniladi;

2. Dastlabki ma'lumotlar topshiriq bloki;

3. Berilgan transport tarmog'ida minimal tannarxli yo'llarni izlash bloki;

4. Minimal tannarxli yo'lda yuk oqimlarini taqsimlash bloki;

5. Transport tarmog'ini ratsional rivojlantirish uchun yangi yoylarni kiritish bloki;

6. Hisob natijalarini beruvchi blok.

Dastlabki va o'zgaruvchan ma'lumotlarni yozish blokida dasturning ishlashi uchun xizmat qiladigan o'zgaruvchilar yoziladi. Bundan tashqari uzellar soni, tarmoqda uzellar o'rtasidagi aloqalar, yoyning o'tkazish qobiliyati, yuklarni temir yo'l stantsiyasida o'tkazish va har bir yoydagi yuk tashish tannarxi kabi boshlang'ich ma'lumotlar yoziladi.

Dastlabki ma'lumotlar topshiriq blokida asosiy dastlabki ma'lumotlar quyidagilar hisoblanadi:

N – tarmoqda uzellar soni;

K – tarmoqda yuk jo'natuvchi va yuk qabul qiluvchi punktlar soni;

MAR – $[1...N, 1-N]$ – tarmoqda ikki uzal o'rtasidagi bevosita aloqani yozadi (yuk tashishning mos tannarxi asosida);

D $[1...N, 1-N]$ – tarmoq yoyi o'tkazish qobiliyati topshirig'i uchun xizmat qiladigan matritsa;

MK $[1...K, 1...K]$ – tarmoqda yuk jo'natuvchi va qabul qiluvchi punktlar o'rtasidagi yuk oqimi qiymati topshirig'i uchun xizmat qiluvchi matritsa.

Dastlabki ma'lumotni kiritish dasturning muxarrir rejimida amalga oshiriladi.

Berilgan transport tarmog'ida minimal tannarxli yo'lni izlash bloki mashhur Deykstr algoritmi asosida bajarilgan bo'lib, qisqa zanjirli bog'lanishni izlash algoritmiga asoslangan.

Minimal tannarxli yo'lda yuk oqimlarini taqsimlash blokida tarmoqning yuk jo'natuvchi va qabul qiluvchi punktlarini birlashtiruvchi minimal tannarxli yo'lda yuk oqimini taqsimlash amalga oshiriladi. Yuk oqimini taqsimlash deyilganda tanlangan marshrut bo'yicha ma'lum hajmdagi yukni tashish tushuniladi. Dasturda har bir marshrut yoyining yuk o'tkazish qobiliyatidan foydalanishi hisobga olinadi va ushbu yo'nalishda iborat bo'lgan yuk jo'natuvchi va qabul qiluvchi matritsada (tuzatish) korrektirovka amalga oshiriladi.

Transport tarmog'ini ratsional rivojlantirish masalasini yechish uchun yangi yoyni kiritish blokida tarmoqdagi ikki qo'shni uzellar o'rtasiga dastlabki yoyni yuk o'tkazish qobiliyati tugagandan keyin yangi yoyni kiritish tashkil etiladi. Minimal tannarxli yo'l izlanadi. SHunday qilib, transport tarmog'ini rivojlantirishning har xil varianti ko'rib chiqiladi.

Hisob natijalarini berish bloki operatori hisob natijalarini alohida hisoblashni amalga oshiradi, keyin integrallashgan ko'rsatkichlarni hisoblaydi va ularni monitor ekraniga beradi. Mazkur blok natijalarni tahlili qulay bo'lishi uchun alohida fayl ko'rinishiga ega bo'ladi. Asosiy yakuniy natijalar quyidagilar hisoblanadi:

1. Yuk jo'natuvchi va qabul qiluvchi punktlar tartibi punktlar o'rtasida minimal tannarxli yo'lni izlash bilan amalga oshiriladi;

2. Izlanayotgan marshrutga kiruvchi punktlar tartibi va soni belgilanadi;

3. Yo'ning minimal yuk o'tkazish qobiliyati aniqlanadi;

4. Ushbu yo'l bo'yicha tashish tannarxi beriladi;

5. Yuk oqimining taqsimlanishi amalga oshiriladi;

6. Ayni yo'lga kiruvchi yoyning yuk o'tkazish qobiliyati to'liq tugaganligi yoki zaxira miqdori aniqlanadi;

7. Tarmoqda berilgan yuk oqimining hammasi taqsimlanib bo'lgandan yoki tarmoqda yoyning yuk o'tkazish qobiliyati to'lgandan keyingi optimal funksionali beriladi.

Multitarmoqda yuk oqimini taqsimlash masalasini kompyuter texnologiyalarida yechish uchun boshlang'ich ma'lumotlarni kiritiladi.

SHunday qilib, viloyat yer usti transportida hududdagi mavjud va istiqboliy yuk oqimlarini transport turi va tarmoqlari bo'yicha optimal taqsimlash masalasini kompyuter texnologiyalarida yechish imkoniyati paydo bo'ladi. SHuningdek, viloyat turli tumanlariga yuborilayotgan yuklarni qaysi temir yo'l stantsiyalarida tushirib, keyin esa avtomobil transportida yetkazib berish qulayligi ham ma'lum bo'ladi. Bunga oddiy ekspert usulda erishib bo'lmaydi. Ushbu variantning o'ziga xos xususiyati shundaki, bunda optimal reja transport turlari (avtomobil va temir yo'l)ning birgalikda va o'zaro muvofiqlashgan ishtirokida olinadi. SHuning bilan bir vaqtda transport turlari va tarmoqlarini rivojlantirishning optimalga yaqin rejasi ishlab chiqiladi.

ADABIYOTLAR

1. Bo'taev SH. A., Qo'ziev A. O'. Iqtisodiy hududning transport infratuzilmasini optimal rivojlantirish modellari va uslublari.-Toshket, Fan, 2009. - 140 b.

2. Kuziev, A. U., & Urokov, A. A. Development of Multimodal Transport Network in the Region. *International Journal of Innovative Analyses and Emerging Technology*, 1(7), 42-46.

3. Kuziev, A., Juraev, M., Yusufkhonov, Z., & Akhmedov, D. (2023, March). Application of multimodal transportation in the development of future flows of the region. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2612, No. 1). AIP Publishing.

4. Shermukhamedov, A. A., & Kuziev, A. U. (2020). Solution of the problem of optimal distribution of cargo flows in the region and the development of its transport network. *International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development (IJMPERD) ISSN (P), 2249-6890*.

UDK 631.316.44

**ROTATSION YUMSHATKICH PICHOG'I TA'SIRI OSTIDA TUPROQ
DEFORMATSIYASINING KATTALIGINI ANIQLASH**Nishanov Botirjon Muxammadjonovich
NamMQI, PhD, dotsent

Annotatsiya. Maqolada tuproqqa bir o'tishda ishlov berish uchun chizel'-kultivatorga ishlab chiqilgan rotatsion yumshatkichning ish jarayoni, uning parametrlarini aniqlash uchun olib borilgan eksperimental izlanishlar natijalari keltirilgan. Tuproqning fizik-mexanik xususiyatlaridan kelib chiqib rotatsion yumshatkichning maqbul turini tanlash maqsadida turli variantdagi pichoqlar bilan jihozlangan rotorlar tayyorlandi va o'zaro solishtirib sinab ko'rildi.

Аннотация. В статье представлены результаты экспериментальных исследований, однозаходной обработки почвы проведенных по определению параметров рабочего процесса ротационного рыхлителя, разработанного чизель-культиватора. Для выбора оптимального типа ротационного рыхлителя исходя из физико-механических свойств почвы были подготовлены, сравнены и испытаны роторы, оснащенные различными типами лопастей.

Abstract. The article presents the results of experimental studies conducted to determine the parameters of the working process of the rotary softener developed for the chisel-cultivator for one-pass cultivation of the soil. In order to choose the optimal type of rotary softener based on the physical and mechanical properties of the soil, rotors equipped with different types of blades were prepared and compared and tested

Kalit so'zlar: rotatsion yumshatkich, chizelli kultivator, ishlov berish, radius, rotor, kenglik, tuproq.

Ключевые слова: культиватор, чизель-культиватор, обработка почвы, радиус, ротор, ширина, почва.

Keywords: rotary tiller, chisel cultivator, tillage, radius, rotor, width, soil.

Jahonda qishloq xo'jaligi ekinlarini ekish uchun yerlarni sifatli tayyorlashda resurstejamkor texnologiyalar va ushbu jarayonni amalga oshiradigan texnik vositalarning yaratishga yo'naltirilgan ilmiy tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Jumladan, tuproqqa yuza ishlov berish jarayonini takomillashtirish, ushbu jarayonni to'liq mashina va qurilmalar yordamida amalga oshirishga imkon beradigan energiyatejamkor texnik vositalarni yaratish muhim ahamiyat kasb etmoqda. Yerlarni belgilangan agrotexnik talablarga muvofiq sifatli tayyorlaydigan, ish unumi va ishonchliligi yuqori, tez hamda oson rostlanadigan qurilmalarni ishlab chiqish va ularni amaliyotga joriy etish bo'yicha ilmiy tadqiqot ishlarini olib borish dolzarb masalalardan hisoblanadi [1-6].

O'zbekistonda qishloq xo'jaligi texnikalarini ishlab chiqarishni rivojlantirish, eksportga mo'ljallangan tayyor mahsulotlar ishlab chiqarish hajmini oshirish va turlarini kengaytirish, shuningdek, agrar sektorni o'zimizda ishlab chiqarilgan texnikalar bilan ta'minlash bo'yicha izchil chora-tadbirlar amalga oshirilmoqda [7-12].

Rotatsion yumshatkich pichog'i ta'siri ostida sodir bo'ladigan tuproq deformatsiyasining kattaligini aniqlash uchun 1-rasmdan foydalanamiz [7, 13-23]. Bu rasmda keltirilgan sxemaga binoan tuproqning pichoq ta'siridagi deformatsiyasining kattaligi

$$\Delta X = X_2 - X_1, \quad (1)$$

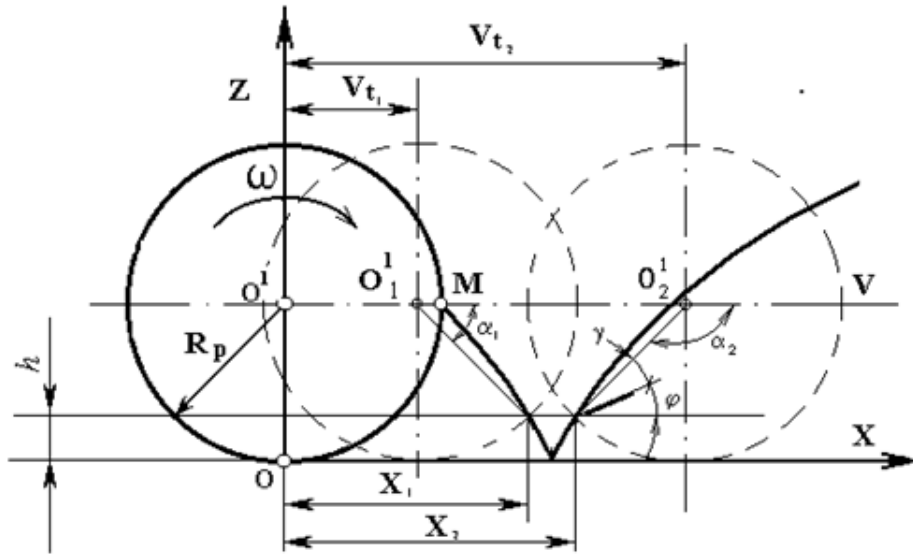
bunda X_1 , X_2 – mos ravishda rotatsion yumshatkichning dastlabki holatidan

pichoq tuproqqa kira boshlagan va undan chiqqan nuqtalargacha bo‘lgan bo‘ylama masofalar.

Pichoq enini hisobga olgan holda quyidagi ko‘rinishga ega bo‘ladi

$$\Delta X = X_2 - X_1 + b, \tag{2}$$

bunda b -pichoqning eni.



1-rasm. Pichoq ta’siri ostida tuproq deformatsiyasining kattaligini aniqlashga doir sxema

$$X_1 = Vt_1 + R_p \cos\alpha_1 = Vt_1 + R_p \operatorname{cosarcsin}\left(1 - \frac{h}{R_p}\right); \tag{3}$$

$$X_2 = Vt_2 - R_p \cos\alpha_2 = Vt_2 - R_p \operatorname{cosarcsin}\left(1 - \frac{h}{R_p}\right); \tag{4}$$

bunda t_1 t_2 – pichoqni tuproqqa kirish va chiqish uchun burilishga ketgan vaqt;

R_p – rotatsion yumshatkichning radiusi;

α_1 – pichoqni tuproqqa kirish burchagi;

h – pichoqni tuproqqa botish chuqurligi.

X_1 va X_2 larni ifodalar bo‘yicha qiymatlarini ifodaga qo‘yamiz

$$\Delta X = V(t_2 - t_1) - 2R_p \operatorname{cosarcsin}\left(1 - \frac{h}{R_p}\right) + b \tag{5}$$

Endi t_1 va t_2 larni qiymatlarini aniqlaymiz

$$t_1 = \frac{\alpha_1}{\omega} = \frac{\operatorname{arcsin}\left(1 - \frac{h}{R_p}\right)}{\omega} \tag{6}$$

$$t_2 = \frac{\alpha_2}{\omega} = \frac{\pi - \alpha_1}{\omega} = \frac{\pi - \operatorname{arcsin}\left(1 - \frac{h}{R_p}\right)}{\omega} \tag{7}$$

bunda α – pichoqni chiqish burchagi.

t_1 va t_2 larni yuqorida keltirilgan qiymatlarini (2) ifodaga qo‘yib, quyidagiga ega bo‘lamiz:

a) rotatsion yumshatkich sirpanib ishlagan hol uchun

$$\Delta X = R_p \left\{ \frac{1}{1 - \eta_c} \left[\pi - 2 \arcsin \left(1 - \frac{h}{R_p} \right) \right] - 2 \cos \arcsin \left(1 - \frac{h}{R_p} \right) \right\} + b; \quad (8)$$

b) rotatsion yumshatkich toyib ishlagan hol uchun

$$\Delta X = R_p \left\{ \frac{1}{1 + \eta_T} \left[\pi - 2 \arcsin \left(1 - \frac{h}{R_p} \right) \right] - 2 \cos \arcsin \left(1 - \frac{h}{R_p} \right) \right\} + b. \quad (9)$$

bunda η_c – sirpanish koeffitsienti;

η_T – toyish koeffitsienti.

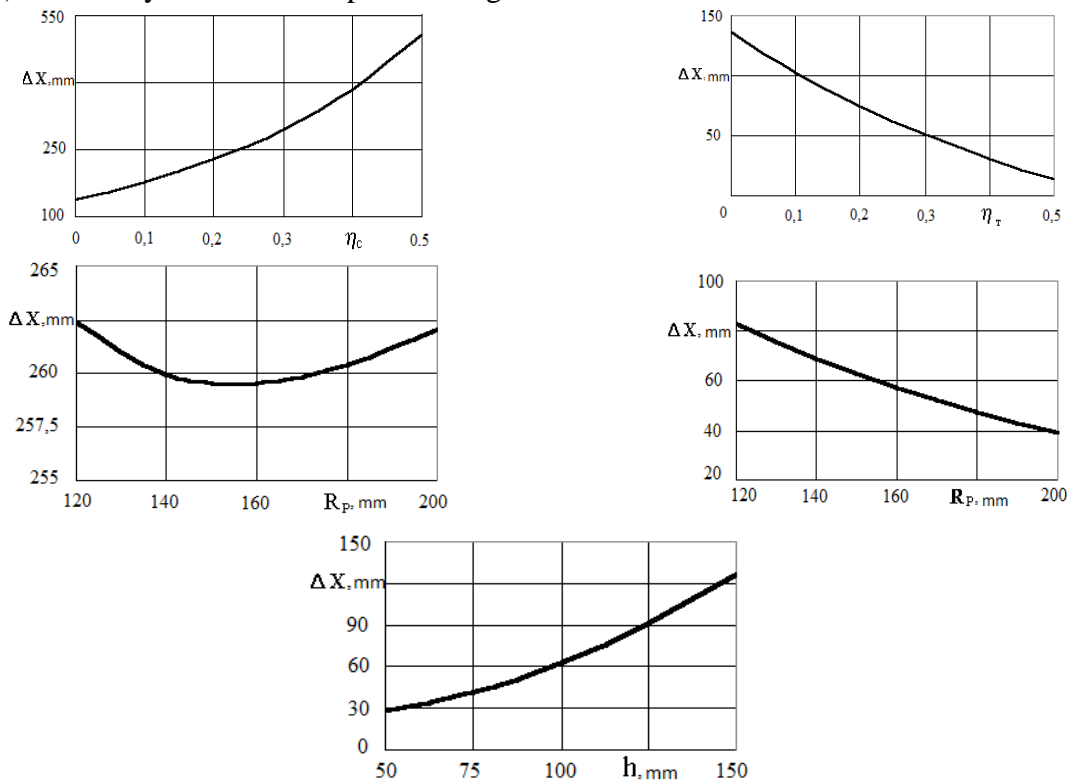
(5) va (6) ifodalarning tahlilidan ko‘rinib turibdiki, tuproq deformatsiyasining pichoq ta’siri ostidagi kattaligi rotatsion yumshatkichning radiusi, ishlov berish chuqurligi hamda rotatsion yumshatkich ishlash rejimini xarakterlovchi sirpanish va toyish koeffitsentlariga bog‘liq.

2-rasmda $b=30$ mm deb qabul qilinib deformatsiyalanish kattaligini rotatsion yumshatkich radiusi, sirpanish va toyish koeffitsentlari hamda ishlov berish chuqurligiga bog‘liq holda o‘zgarish grafiklari keltirilgan.

2-rasmda keltirilgan grafiklardan ko‘rinib turibdiki η_c , R_p va h larni oshishi hamda η_T kamayishi tuproq deformatsiyalanishi kattaligini oshishiga olib kelar ekan.

Rotatsion yumshatkich bir aylanishda bosib o‘tadigan yo‘lni ΔX ga bo‘lib, uning har bir diskiga o‘rnatiladigan pichoqlar sonini topish mumkin, ya’ni:

a) rotatsion yumshatkich sirpanib ishlagan hol uchun



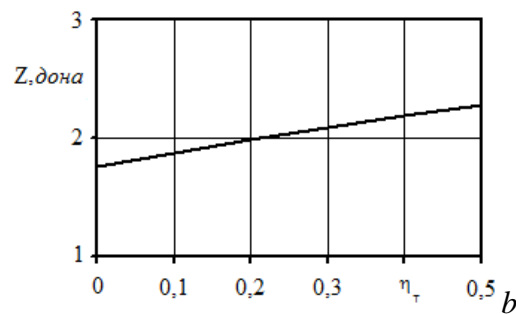
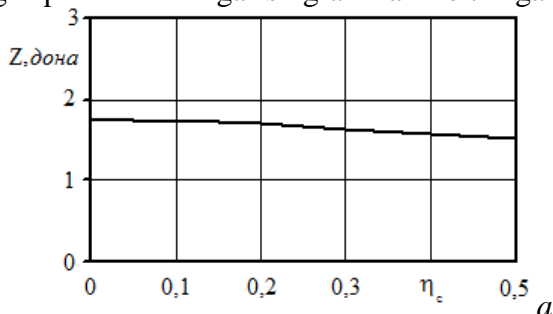
2-rasm. Tuproq deformatsiyalanish kattaligini η_c (a), η_T (b), R_p (v) va h (g) ga bog‘liq ravishda o‘zgarish grafiklari

$$Z = 2\pi R_p / \left\{ \left\{ \frac{1}{1-\eta_c} \left[\pi - 2\arcsin\left(1 - \frac{h}{R_p}\right) \right] - 2\cos\arcsin\left(1 - \frac{h}{R_p}\right) \right\} + b \right\}; \quad (9)$$

b) rotatsion yumshatkich toyib ishlagan hol uchun

$$Z = 2\pi R_p / \left\{ \left\{ \frac{1}{1+\eta_T} \left[\pi - 2\arcsin\left(1 - \frac{h}{R_p}\right) \right] - 2\cos\arcsin\left(1 - \frac{h}{R_p}\right) \right\} + b \right\}; \quad (10)$$

$h=8$ sm, $R_p=15$ sm va $b=3$ sm qabul qilinib, 3-rasmda pichoqlar sonining η_c va η_T ga bog'liq ravishda o'zgarish grafiklari keltirilgan.



3-rasm. Rotatsion yumshatkichning har bir diskiga o'rnatiladigan pichoqlar sonini η_c va η_T (b) larga bog'liq ravishda o'zgarish grafiklari

3-rasmdan ko'rinib turibdiki, η_c ni oshishi pichoqlar sonini kamayishiga, η_T ni oshishi esa uni ko'payishiga olib keladi. Rotatsion yumshatkich pichog'i ta'siri ostida sodir bo'ladigan tuproq deformatsiyasining kattaligi ΔX sirpanish koeffitsenti η_c oshib borgan sayin ortib, toyish koeffitsenti η_T oshgan sayin kamayib boradi.

Erlarga ekish oldidan ishlov berishda qo'llaniladigan texnik vositalar konstruktsiyalarining holati va rivojlanish istiqbollari hamda ular bo'yicha o'tkazilgan tadqiqotlar natijalari shuni ko'rsatadiki, ularning tarkibidagi rotatsion yumshatkichlarning turlari va parametrlarini maqbullashtirish dalalarni ekishga tayyorlaydigan chizel-kultivatorning ish sifati va unumini oshirish imkonini beradi.

ADABIYOTLAR

1. Kejaboev SH.SH., Normirzaev A.R., Nishanov B.M. Yuza ishlov beruvchi rotatsion yumshatkichning radiusini aniqlash // FarPI ilmiy-texnik jurnali. – Farg'ona, 2021. – №3. – B. 75-82.
2. To'xtaboev M. A. TTZ 1030 chopiq traktori shinasining kam havo bosimlaridagi ilashish-tortish xususiyatlari // "Mexanika muammolari" jurnali. – 2013. – №. 2. – S. 83.
3. Tukhtabaev M. A. Scientific bases of choosing the tyres for agricultural tractors. – 2016.
4. Meliboeva M., Turgunov I., Tuxtabaev M. G'ildirak izining chuqurligi va undagi tuproqning zichligi // barqarorlik va yetakchi tadqiqotlar onlayn ilmiy jurnali. – 2022. – S. 599-610.
5. Тухтабаев М. А. Результаты исследований по уменьшению уплотняющего воздействия на почв шин // Научно-практические пути повышения экологической устойчивости и социально-экономическое обеспечение сельскохозяйственного производства. – 2017. – С. 1247-1249.
6. Kejaboev SH.SH., Nishanov B.M. Rotatsion yumshatkichning o'lchamlarini nazariy

asoslash // FarPI ilmiy-texnik jurnali. – Farg‘ona, 2021. – 25(5). – В. 49-54.

7. Тухтабаев М. А. Результаты исследований и сопоставление сельскохозяйственных шин //Интеллектуальные машинные технологии и техника для реализации Государственной программы развития сельского хозяйства. – 2015. – С. 121-125.

8. Nishonov B. et al. Study on the development of a rotary soil softener //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – Т. 434. – С. 03013.

9. Akhmadjanovich T. M. To select optimal tire sets for cultivator tractors //European science review. – 2017. – №. 11-12. – С. 147-149.

10. Тухтабаев М. А. Экологическая оценка широкозахватных машинно-тракторных агрегатов //Современные тенденции развития аграрного комплекса. – 2016. – С. 272-275.

11. Нуриддинов А., Насритдинов А., Нормирзаев А. Р. Взаимодействие почвы с ротационным рыхлителем //Научно-технический журнал ФерПИ. – 2014. – №. 3. – С. 102.

12. Gaybullaev, B., Normirzaev, A., Nishonov, B., & Nuriddinov, A. (2020). Influence of an attack angle of a spherical disk sagger and the congressive unit speed on the distance of soil. *Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems*, 6, 512-517.

13. Normirzaev, A., Eshanbabaev, A., Arslanov, B., Arslonov, J., Tuxliev, G., & Nishanov, B. (2016). Technical and economic assessment of efficiency of measures on regulation of traffic on mountain roads. *Journal of Mechanical and Civil Engineering. India*, 29.

14. Нормирзаев, А. Р., Нишонов, Б. М., & Валиева, Г. Ф. (2017). Обоснования поперечного и продольного расстояния дискового предплужника и влияние на показатели работы плуга. In *Теория и практика современной науки* (pp. 84-86).

15. Нормирзаев, А. Р., & Нишонов, Б. М. (2017). Отбрасывание почвы сферическим дисковым предплужником. *Вестник Науки и Творчества*, (1 (13)), 86-90.

16. Nishonov, B. M. (2022). Determining radius of the rotary ripper designed for chisel cultivator. *Harvard Educational and Scientific Review*, 2(1).

17. Нишонов, Б. М. (2021). Точная наука. Точная наука Учредители: ИП Никитин Игорь Анатольевич, (114), 8-14.

18. Нишонов, Б. М., & Кежабоев, Ш. Ш. (2020). Разработка приспособления к чизелю-культиватору для поверхностной обработки почвы. *актуальные вопросы совершенствования технической эксплуатации мобильной техники* (pp. 73-78).

19. Нишонов, Б. М. (2022). Изучение физико-механических свойств почвы после зерновых.

20. Нишанов, Б. М. (2022). Ротацион юшаткич билан жихозланган чизелли культиваторни татбиқ этиш. *Механика и технология, (Спецвыпуск 1)*, 108-115.

21. Kenjaboev, SH. SH., & Nishonov, B. M. (2021). Rotatsion yumshatkichning o'Ichamlarini nazariy asoslash. *Механика va texnologiya ilmiy jurnali*, (1), 45.

22. Нишонов, Б. М. (2020). State of land preparation for sowing and purpose of search. *Scientific and Technical Journal of Namangan Institute of Engineering and Technology*, 2(7), 108-115.

UDK. 631.347.2

EGAT OCHKICHLARNING KELIB CHIQUISH TARIXI VA ADABIYOTLAR TAHLILI

Turaev Nosirjon Sobirjonovich

NamMQI, t.f.f.d, (PhD) dotsent nosirjonturayev1986@gmail.com

Soliev Doniyor Zokirjonovich

NamMQI, tadqiqotchi doniyorsoliev1978@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada egatochkichlarning kelib chiqish tarixi, jahonda qanday ishlar olib borilmoqda, dunyoning yetakchi olimlari egat ochkichning geometrik tuzilishi bo'yicha qo'shgan hissalarini, olib borgan ilmiy ishlar bilan tanishib chiqilgan.

Natijada egat ochkichlarning adabiyotlar tahlili o'tkazildi va o'rganildi.

Abstract. In the article, the history of the origin of egat keys, what works are being carried out in the world, the contributions made by the world's leading scientists on the geometric structure of the egat key, and the scientific works carried out are introduced. As a result, a literature analysis of egate openers was conducted and studied

Аннотация. В статье представлена история происхождения егатных ключей, какие работы ведутся в мире, вклады ведущих ученых мира по геометрическому строению егатного ключа, а также проведенные научные работы.

Kalit so'zlar: Egat, korpus, mehanizm, mashina, lemex, tuproq, egri chiziq, geometrik.

В результате был проведен и изучен литературный анализ открывателей эгатов.

Ключевые слова: Егат, корпус, механизм, машина, плуг, почва, кривая, геометрическая.

Key words: Egat, body, mechanism, machine, plow, soil, curve, geometric.

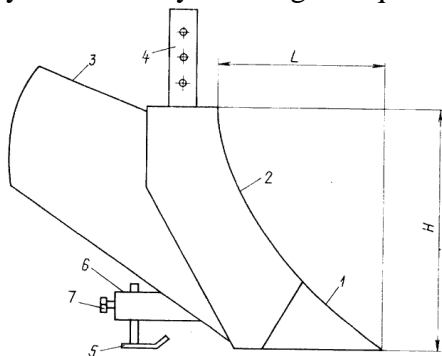
Kirish. Hozirgi kunda butun dunyoda insonlar soni ko'paygan sari dehqon xo'jaligi mahsulotlariga bo'lgan ehtiyoj oshib bormoqda bundan kelib chiqqan holda kam energiya sarflaydigan resurstejamkor, qulay, sifatli, kombinatsiyalashgan qishloq xo'jaligi mashinalariga ehtiyoj oshib bormoqda. O'zbekiston Respublikasi prezidentining 2020-yil 9-sentyabrdagi PQ-4821-son qarorida mahalliy oziq-ovqat mahsulotlarining raqobatbardoshligini oshirish va ularni diversifikatsiya qilish, hududlarning mavjud tabiiy va iqtisodiy resurslaridan unumli foydalanish asosida oziq-ovqat sanoatini rivojlantirishning strategiya va modellarini ishlab chiqish belgilangan [1].

Ushbu vazifalarni amalga oshirishda, qishloq ho'jaligi mahsulotlarini yetishtirishdagi muammolarni bartaraf etish, shudgorlash ishlarini o'z vaqtida bajarilishi, shudgolangan dalalarda erta bahorda va takroriy ekinlarga shudgorlarni tayyorlashda ekiladigan ekinlarning turi va navlaridan kelib chiqqan holda egatlarni hosil qilish lozim.

Yurtimizda hozirgi kunga qadar mavjud resurslardan kelib chiqib egatlarini ochish va pushta hosil qilish ishlari olib borilmoqda lekin egat ochkichlarning ishchi yuzalari yetarlicha ilmiy asoslanmagan. Biz tomonimizdan olib borilayotgan tadqiqot ishlarimizda egat ochkichning ishchi yuzasini geometrik asoslanmoqda va adabiyotlar tahlili olib bormoqdamiz.

O'tgan asrning 80 yillariga kelib Rossiyaning Qishloq xo'jaligi mashinasozligi bo'yicha ilmiy-ishlab chiqarish birlashmasi olimlari V.A.Erofeev, N.D.Keller, Yu.S.Efremov va A.F.Rasstanaevlar tomonidan egat ochkichning konstruksiyasi taklif etildi. Egat ochkich sektiysiyasi ikkita qarama-qarshi ko'muvchi korpuslar tashkil topgan bo'lib, uni motobloklarga agregatlab kichik o'lchamli egatlarni hosil qilish mumkin. Egat ochkich harakatlanganda lemex tuproqqa kiradi va tuproq palaxsasi uning tanasi bo'ylab yuqoriga ko'tariladi hamda korpusning

o‘rtasi bo‘ylab harakatlanib maydalanadi va yon tarafga uloqtiradi (1-rasm).



1 – lemex; 2 – tana; 3 – korpus; 4 – ustunko‘muvchi ish organlar; 5 – tayanch; 6 – mahkamlash kronshteyni; 7 – stopor

1-rasm. V.A.Erofeev, N.D.Keller, Yu.S.Efremov va A.F.Rasstanaevlar tomonidan taklif etilgan egat ochkichning konstruktiv sxemasi

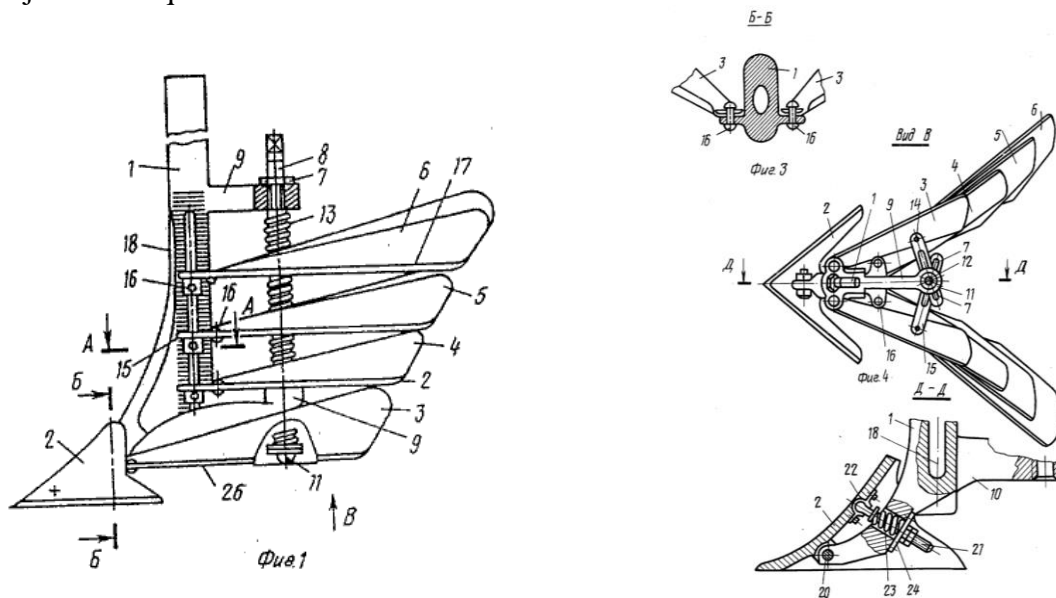
Egat ochkichning lemexi va tanasidan hosil bo‘lgan egri chiziqning profili quyidagi tenglama bilan tavsiflanadi

$$H=219,3-3,15L+0,011L^2 \tag{1}$$

bunda N – profil balandligi, m;

L – profil uzunligi, m.

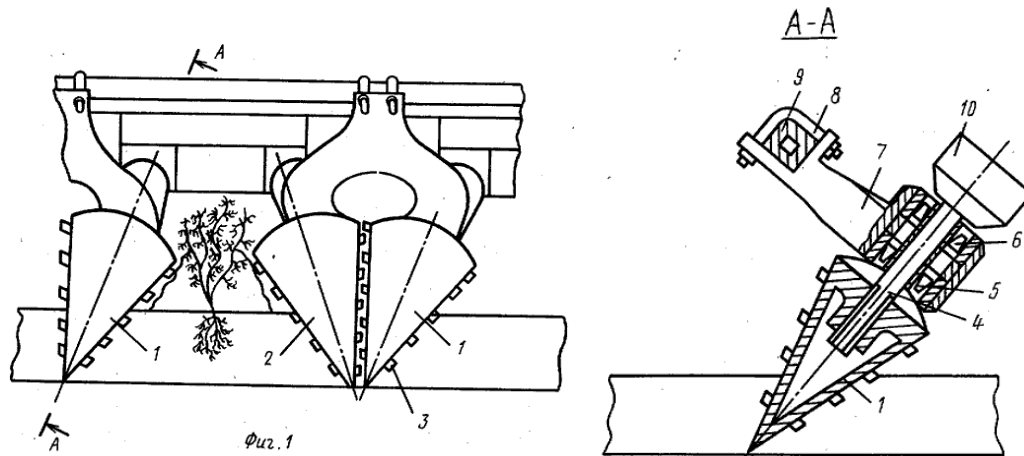
90 yillarga kelib Ukraina Kartoshkachilik ilmiy tadqiqot instituti olimlari N.Ya.Moskov va L.V.Moskovalar tomonidan kultivatorlar uchun egat ochkich konstruksiyasi taklif etildi. Bu egat ochkich (2-rasm) ish organi egri chizikli ustunga mahkamlangan kesuvchi pichoq hamda sharnirli o‘rnatilgan o‘ng va chap qanotlardan tashkil topgan bo‘lib, uning har biri 4 tadan qanotlari bir-biriga nisbatan yarus shaklida o‘rnatilgan. Ushbu egat ochkichning ustunida o‘yiq mavjud bo‘lib qanotlarini turli xil balandlikka o‘rnatish imkonini beradi.



1 – egri chizikli ustun; 2 – kesuvchi pichoq; 3 – transportyor; 4 – shox yotqizgich; 5 – tayanch g‘ildirak; 6 – pnevmatik tayanch g‘ildirak

2-rasm. N.Ya.Moskov va L.V.Moskovalar tomonidan taklif etilgan kultivatorlar uchun egat ochkichning konstruktiv sxemasi

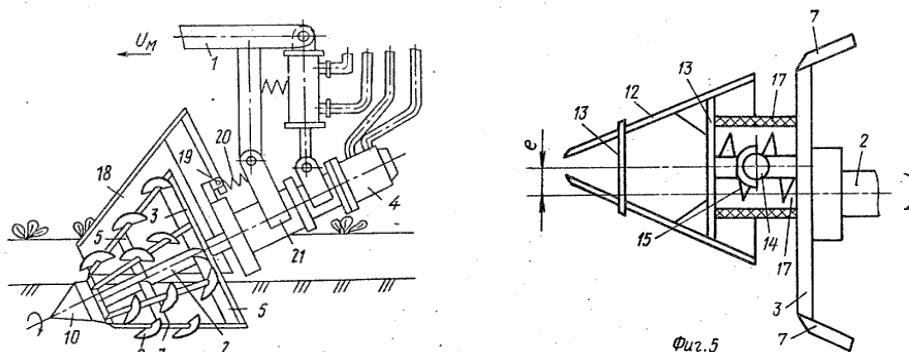
M.Gorkov nomidagi Qozon qishloq xo'jaligi instituti olimlari A.X.Zimagulov va SH.N.Asaevlar tomonidan tuproqni kam zichlaydigan egat ochkich konstruksiyasi taklif etildi. Ushbu egat ochkich (3-rasm) konus shaklidagi juft valli ishchi qismdan va unga shaxmat shaklida o'rnatilgan tishlardan tashkil topgan. Konus shaklidagi juft vallar gorizontga nisbatan burchak ostida o'rnatilgan bo'lib, ular harakatni reduktor orqali traktorning quvvat olish validan oladi. Qurilma konstruksiyasining juda murakkabligi, gabarit o'lchamlarining kattaligi, metal va energiya sarfining ko'pligi uning asosiy kamchiligi hisoblanadi.



1 – rama; 2 – osish qurilmasi; 3 – tayanch g'ildirak; 4 – pichoq; 5 – uyumlovchi korpuslar; 6 – yotqizgich; 7 – sharnir-richagli ilgak; 8 – ko'muvchi korpuslar; 9 – gidrotsilindr

3-rasm. A.X.Zimagulov va SH.N.Asaevlar tomonidan taklif etilgan tuproqni kam zichlaydigan egat ochkichning konstruktiv sxemasi

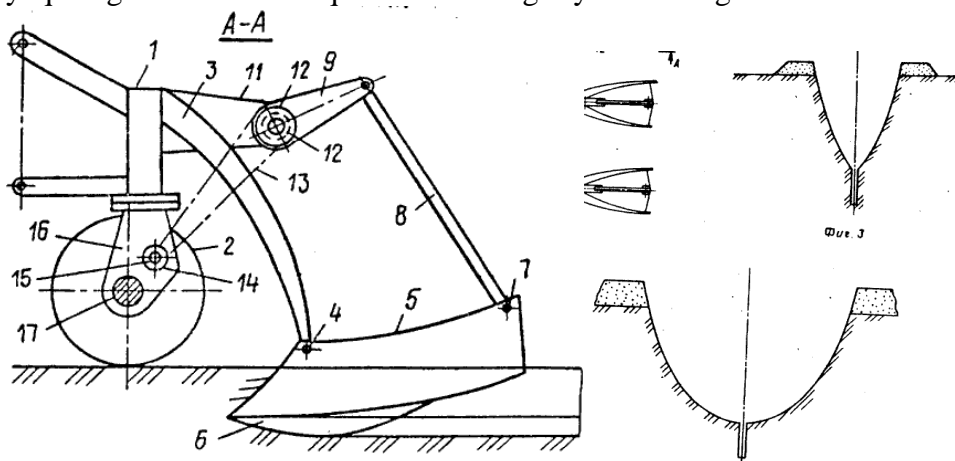
Belorusiya qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash instituti olimlari Z.V.Lovkis, P.P.Krasnolutskiy, G.P.Krasnolutskiy, M.B.Uglanov va V.S.Laxmakovlar tomonidan yuqorida keltirilgan texnologiya takomillashtirib, yangi egat ochkich konstruksiyasi taklif etildi. Ushbu qurilma (4-rasm) konus shaklidagi rotatsion ish organ, uning uchida almashtirish imkoniga ega bo'lgan uchlikdan tashkil topgan. Rotatsion ish organi valiga pichoqlar karkas shaklida va radial o'rnatilgan. Gidrotsilindr yordamida egat ochkichning gorizontga nisbatan o'rnatilish burchagini sozlash imkoni mavjud. Ushbu rotatsion egat ochkich harakatni gidromotordan olganligi sababli ish organ pichoqlari orasiga turli begona o'tlarning ildizlari yoki katta o'lchamli kesaklar tiqilib qolishi natijasida egatlar sifatiga salbiy ta'sir ko'rsatadi.



1 – rama; 2, 3 – zvenolar; 4 – richag; 5 – gidrotsilindr; 6 – osish qurilmasi; 7 – tayanch g'ildirak; 8, 10 – o'ng va chap ko'muvchi korpuslar; 9 – uyumlagich

4-rasm. Z.V.Lovkis, P.P.Krasnolutskiy, G.P. Krasnolutskiy, M.B.Uglanov va V.S.Laxmakovlar tomonidan taklif etilgan rotatsion egat ochkichning konstruktiv sxemasi

Qozog'iston Ilmiy-ishlab chiqarish birlashmasi hamda V.D.Jurin nomidagi O'rta Osiyo irrigatsiya ilmiy tadqiqot instituti olimlari N.T.Laktaev, P.Ya.Saruxanov, V.F.Perman, M.G.Xorst va O.Yu.Naganovalar tomonidan birgalikda sug'orish egatlarini ochadigan qurilma konstruksiyasi taklif etildi. Bu qurilma (5-rasm) rama, unga o'rnatilgan tayanch g'ildirak, egilgan ustun, lemex, tyaga, richag, yulduzcha, zanjir va revers reduktordan tashkil topgan. Metal sarfi yuqoriligi sababli ushbu qurilmadan keng foydalanilmagan.

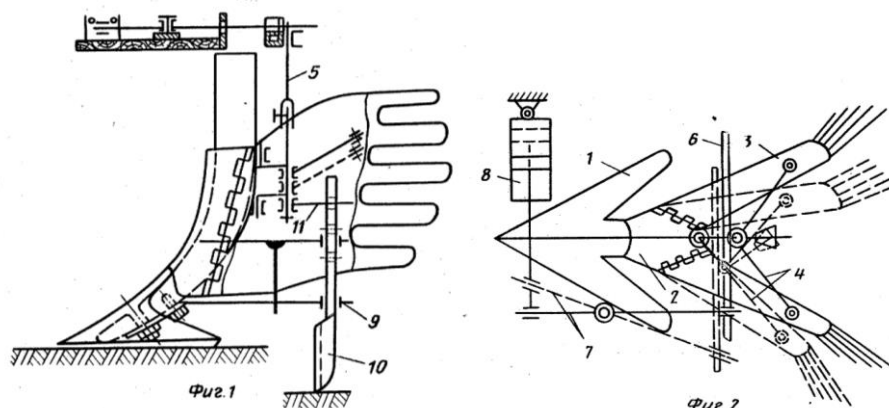


a) yon tomondan ko'rinishi; b) yuqori tomondan ko'rinishi

1 – osish qurilmasi; 2 – o'rnatgich; 3 – rama; 4 – disk ustuni; 5 – sferik tishli disk; 6 – lemex; 7 – boshmoq; 8 – tishli pichoq; 9 – tayanch g'ildirak

5-rasm. V.D.Jurin nomidagi O'rta Osiyo irrigatsiya ilmiy tadqiqot instituti olimlari taklif etgan egat ochkichning konstruktiv sxemasi

1975 yilda Ozarbayjon qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash va elektrlashtirish ilmiy tadqiqot instituti olimlari M.K.Babaev, A.A.Bagiev va I.I.Axmedovlar tomonidan qamrash kengligini o'zgartirish imkoniga ega bo'lgan va qanotlari sharnirli o'rnatilgan egat ochkich yaratildi. Ushbu egat ochkich (6-rasm) o'qyoysimon panja, sharnirli o'rnatilgan o'ng va chap qanotlar, tyaga, koromisla, gidrotsilindr va vertikal ustundan tashkil topgan. Ushbu qurilmaning afzalligi uning ravon harakatlanishidir.



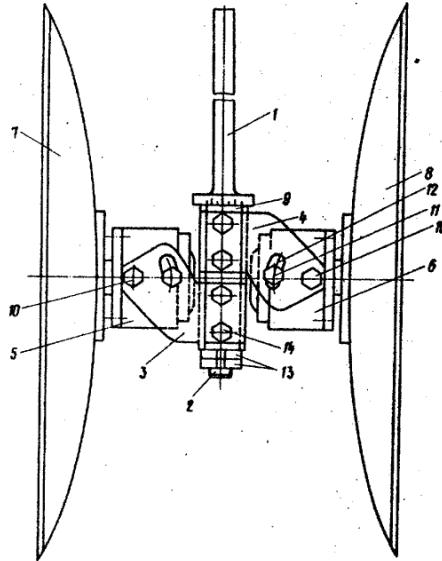
a) yon tomondan ko'rinishi; b) yuqori tomondan ko'rinishi

1 – tayanch g'ildirak; 2 – bo'luvchi baraban; 3 – rama; 4 – vintli mexanizm; 5 – ishlov berish chuqurligini sozlagich; 6, 10 – prujina; 7 – ko'muvchi ish organlar; 8 – rolik

6-rasm. M.K.Babaev, A.A.Bagiev va I.I.Axmedovlar tomonidan yaratgan egat ochkichning konstruktiv sxemasi

Uzoq SHarq qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash ilmiy tadqiqot instituti olimlari

A.I.Donets, V.I.Lukyanov va N.D.Sisorovlar tomonidan yenergiyaresurstejamkor diskli egat ochkich qurilmasining konstruksiyasi taklif etilgan. Bu qurilma (7-rasm) bir-biriga qarama-qarshi o'rnatilgan sferik diskli ish organlardan tashkil topgan. Diskli egat ochkich quyidagicha ishlaydi, agregat harakatlanganda sferik disklar tuproq palahsalarini kesib uning yuzasi bo'ylab harakatlantirib yuqoriga ko'taradi va yon tarafga tashlaydi. Sferik diskli ish organlarni yasash bir muncha murakkabligi uning asosiy kamchiligi hisoblanadi.

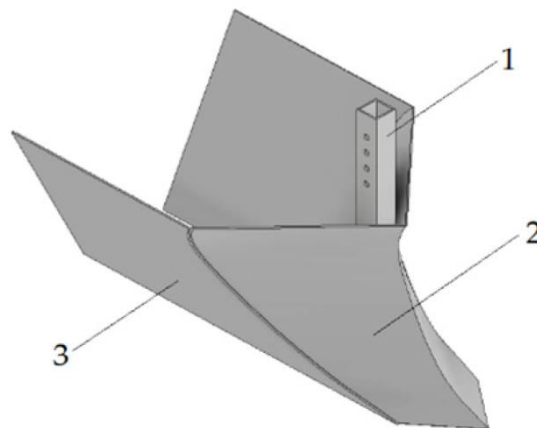


a) orqa tomondan ko'rinishi; b) yuqori tomondan ko'rinishi

1 – shnek shaklidagi uyumlagich; 2 – bo'ylama brus; 3 – traktor; 4, 11 – kardanli uzatma; 5 – rama; 6 – ko'muvchi korpus; 7 – korpus; 8, 9 – tayanch g'ildiraklar; 10, 13 – shnek harakatini boshqaruvchi mexanizm; 12 – reduktor

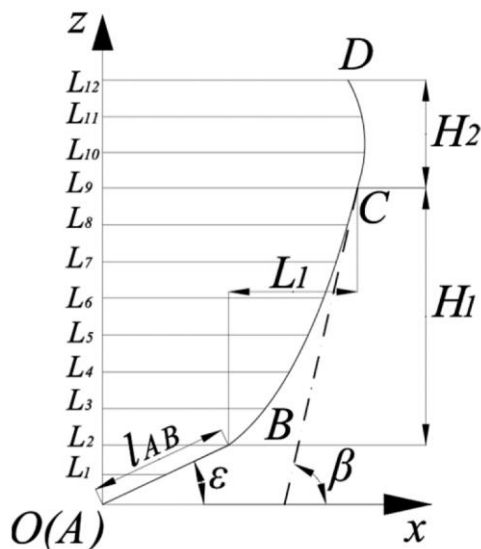
7-rasm. Uzoq SHarq qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash ilmiy-tadqiqot instituti olimlari tomonidan taklif etilgan egat ochkichning konstruktiv sxemasi

Xitoy qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash fanlari akademiyasi hamda Qingdao qishloq xo'jaligi universiteti olimlari Xinyu Chen, Xinyu Chen, Mingdong Chen, Mengmeng Liu va boshqalar tomonidan shirin kartoshka ekish qurilmasining egat ochkichining ishchi yuzasining geometrik parametrlari o'rganilgan. Ushbu egat ochkich (8-rasm) ustun 1, egat yuzasi 2 va qanotli plastinalar 3 dan tashkil topgan.



8-rasm. Xitoy qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash fanlari akademiyasi olimlari taklif etgan egat ochkich

Egat yuzasi yo'naltiruvchi egri chiziq harakati bo'ylab hosil bo'lgan gorizontol to'g'ri chiziq sifatida qaraladi va gorizontol to'g'ri chiziq bilan yo'naltiruvchi egri chiziq orasidagi burchak ma'lum bir o'zgarish qoidasidir, yo'naltiruvchi egri chiziq AB to'g'ri chiziqning boshlanishidan iborat. BC tuproq ostidagi va CD tuproq ustidagi egri chiziqlari [2]. Yo'naltiruvchi egri chiziqning nuqtalari $A(0, 0)$, $B(X_b, Z_b)$, $C(X_c, Z_c)$, $D(X_d, Z_d)$ 9-rasmda ko'rsatilgan.



L_1 – CB kesmaning eni; L_{AB} – boshlang'ich to'g'ri chiziqning uzunligi;
 ϵ – o'rnatilish burchagi; H_1 – BC kesmaning balandligi; H_2 – CD kesmaning balandligi

9-rasm. Yo'naltiruvchi egri chiziqning sxemasi

Xulosa: SHunday qilib, hozirgi kunga qadar egat ochkichlarning ishchi yuzasining geometrik asoslash bo'yicha yetarlicha ilmiy tadqiqot ishlari olib borilmagan va tadqiq etilmagan, egat ochkichlarning ishchi yuzasi geometrik shakli qaytartibda aniqlanishi va ishlash sharoitidan kelib chiqib qaysiturdagi egat ochkichlar ishlatilishi o'rganilmagan.

ADABIYOTLAR

1. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining qarori, 09.09.2020 yildagi PQ-4821-son.
2. <https://www.mdpi.com/2077-0472/13/8/1641>
3. Wei, G.; Zhan, Q.; Liu, J.; Xiao, W.; Sun, W.; Liao, Q. Design and Experiment of the Plover and Rotary Tillage Device for the Pomegranate Direct Seeder. Trans. Chin. Soc. Agric. Mach. 2020, 51, 38–46.
4. Sobirjonovich, T. N. (2021). The Influence of the Angle of Entrance of the Blade of the Device For Semi-Opening of Pomegranate Busts on its Performance Indicators. In *Euro-Asia Conferences* (Vol. 1, No. 1, pp. 390-393).
5. Turaev N., Imomqulov Q. Q. S. Ko'milgan anor tuplarini yarim ochadigan qurilmaning korpuslari orasidagi ko'ndalang masofani uning ish ko'rsatkichlariga ta'siri //Mexanika va texnologiya ilmiy jurnali.–Farg'ona. – 2020. – №. 2. – S. 94-99.
6. Turaev N. S. ANOR TUPLARINI YARIM OCHADIGAN MASHINA LEMEXLARINING TUPROQQA KIRISH VA UVALASH BURCHAKLARINI ANIQLASH //Journal of new century innovations. – 2022. – T. 19. – №. 1. – S. 6-11.
7. kuziev Abdusalim T. et al. Definition Optimal Values Of Device Parameters That Semi-Open Pomegranate Trees //Solid State Technology. – 2020. – T. 63. – №. 6. – C. 9778-

9787.

8. https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=ru&user=iYeGiTMAAAAJ&citation_for_view=iYeGiTMAAAAJ:7PzIFSSx8tAC

9. https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=ru&user=iYeGiTMAAAAJ&citation_for_view=iYeGiTMAAAAJ:4T0pqqG69KYC

10. Abdunazarov E., Ortiqov N. Takomillashtirilgan anor tuplarini ko‘madigan mashina //Investitsiyalarni diversifikatsiyalash asosida sanoat korxonalari samaradorligini oshirish: Respublika ilmiy-amaliy konferentsiyasi tuplami. – 2019. – S. 284-287.

11. Abdunazarov E. A Anor tuplarini ko‘madigan mashina tayanch tekisligidan pastki osish nuqtalarigacha bo‘lgan tik masofani asoslash //Uzbekistan Journal of Engineering and Technology. – 2021.

УДК 656.12

AVTOMOBILLARNING EKOLOGIYAGA TA'SIRI BO'YICHA MUAMMOLARINI ASOSLASH

Mizrabov Ulug'bek Boliqul o'g'li
Jizzax politexnika instituti asestenti, e-mail: mizrabovulugbek@gmail.com

Dinakaran Sabapathy
Sambhram, B.tech fakulteti o'qituvchisi, dinakaran_, e-mail: sabapathy@yahoo.co.in

Annotatsiya. Transport vositalari sonining ko'payishi, shuningdek, tezlik va transport intensivligining oshishi atrof-muhitga ajraladigan zaharli gazlar miqdorining ko'payishi muammoni yanada dolzarb bo'lishiga olib keladi. Avtotransport vositalarining ekalogiyaga yetkazadigan ta'sirining asosiy ko'rsatkichi-bu Salt ishlash koeffitsiyenti bo'lib, u avtomobilning barqarorligi va boshqarilishiga ta'sir qiladi.

Аннотация. Увеличение количества транспортных средств, а также увеличение скорости и интенсивности дорожного движения, и количества токсичных газов, выбрасываемых в окружающую среду, делает проблему более актуальной. Основным показателем воздействия транспортных средств на окружающую среду является коэффициент производительности соля, влияющий на устойчивость и управляемость автомобиля.

Abstract. An increase in the number of vehicles, as well as an increase in speed and intensity of traffic, an increase in the amount of toxic gases released into the environment, makes the problem more urgent. The main indicator of the impact of vehicles on the environment is the Salt performance coefficient, which affects the stability and control of the car.

Kalit so'zlar: avtomobil, xaydovchi, tizim, xavfsizlik, axborot, baxolash, transport.

Ключевые слова: АДАС, автомобиль, водитель, система, безопасность, трафик, оценка, транспорт.

Key Words: ADAS, car, driver, system, safety, traffic, assessment, transport

Kirish. Ekologik xavfsizlik. Atrof-muhitning ifloslanishiga o'sib borayotgan avtomobillar soni yanada katta ta'sir ko'rsatmoqda. Jahonda avtomobillar yiliga 2,1 mlyard tonna yonilg'i ishlatadi va atmosferaga 700 mln tonna atrofida zaharli moddalar chiqaradi, shu jumladan 420 mln tonna CO, 170 mln tonna C_xH_y, 60 mln tonna NO_x, 17 mln tonna qurum va 0.6 mln tonna qo'rg'oshin (bir dona o'rtastatistik avtomobil uchun yiliga o'rtacha 1.3 tonna chiqindi to'g'ri keladi). Natijada rivojlangan davlatlarda atmosferaning umumiy zaharlanishida avtomobil transportining ulushi 45-50% ga yetmoqda. Rossiyada 40%, shu jumladan shaharlarda 50-60%, megapolislarda 85-90%.

Avtotransport majmuasining (ATM) atrof-muhitga salbiy ta'siri deganda chiqindi gazlarning (ChG) zaharli komponentlari, detallar va yo'l qoplamasining yeyilish mahsulotlari, ishlab chiqarish-foydalanish faoliyatining, ya'ni avtomobillarni yuvish, texnik xizmat ko'rsatish va joriy ta'mirlash, harakat, yuk ortish-tushirish, yonilg'i quyish jarayonlarida paydo bo'ladigan chiqindilar atmosfera havosi, suv va yerga tushishi natijasida ularning salbiy o'zgarishi tushuniladi.

Ekologik xavfsizlik deganda avtotransport majmuasining atrof-muhit, aholi va xodimlarga ta'siri rasmiy belgilangan ruxsat etilgan me'yorlarda bo'lishi tushuniladi.

Rossiyada 1991 yili "Tabiiy atrof-muxitni muhofazasi xaqida" Qonun qabul qilingan bo'lib, u jamiyat va tabiatning o'zaro munosabati va tabiiy yashash muhitni saqlash, xo'jalik

faoliyatining ekologik zararli ta'siri oldini olish, atrof-muhitni sog'lomlashtirish sohaslarida munosabatlarni tartibga soladigan Qoidalarni qabul qiladi. Uning asosida xudud va sohalarda, shu jumladan avtomobil transportida atrof-muhit, yer va suv havzalariga zaharli chiqindilar tushishini kamaytirish bo'yicha alohida dasturlar ishlab chiqilmoqda va amalga oshirilmoqda.



1-rasm. Avtomobil transporti majmuasi tomonidan atrof-muhit ifloslanishiga ta'sir etuvchi omillar

Atrof-muhit ifloslanishining o'lchamlari va tarkibi o'zaro bog'langan, vaqt va makon bo'yicha o'zgaruvchan hamda boshqarilish darajasi har xil bo'lgan qator omillarga bog'liq.

Ularni ikki guruhga bo'lish mumkin: asosan, yuqori tizim darajasida (mamlakat, hudud, shahar) boshqariladigan va avtotransport korxonasi hamda transport vositasining egalari darajasida boshqariladigan.

Omillarning birinchi guruhiga quyidagilar kiradi:

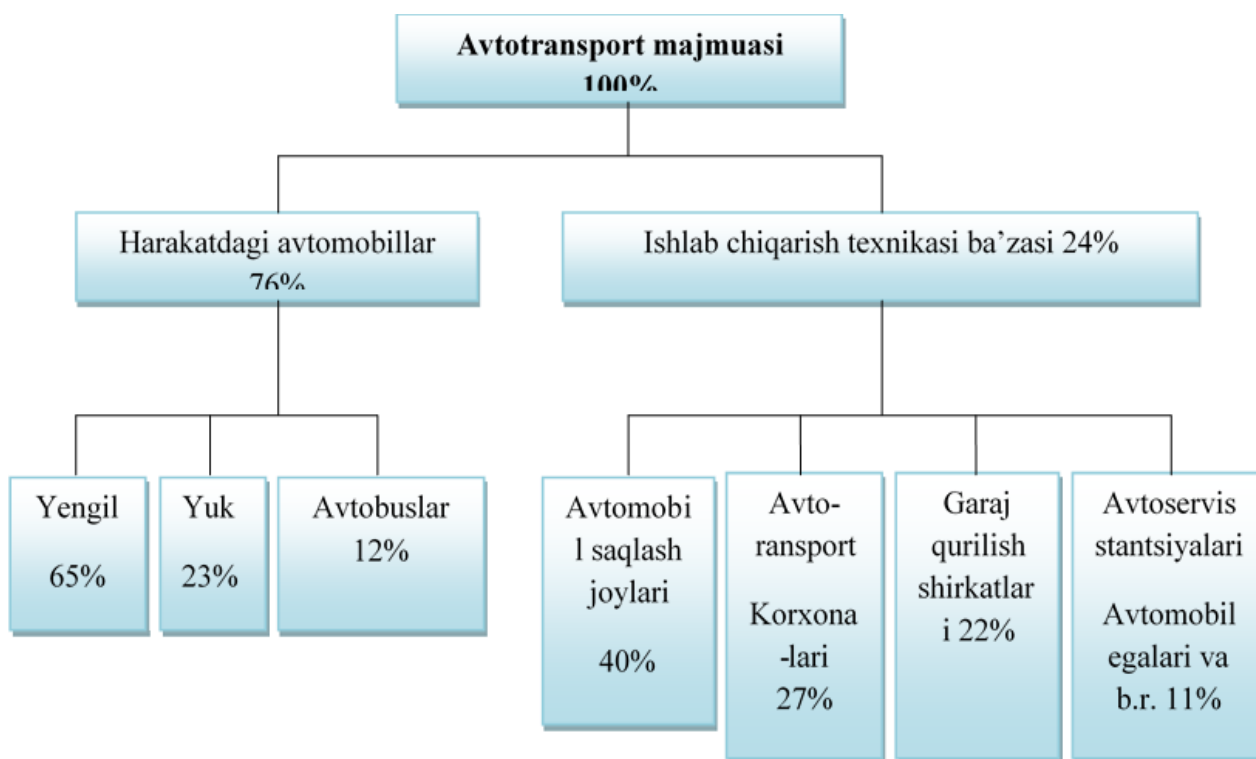
- Avtomobilning o'lchami, tarkibi;
- Transport jarayonining sharoiti va tashkil etilishi;
- Ishlatilayotgan harakatdagi tarkibning texnik darajasi va sifati, ishlatiladigan yonilg'i, moy va ekspluatatsiya ashyolarining sifati;

- Ko'cha-yo'llar tarmog'ining uzunligi, holati va yo'l harakatini tashkil etilishi;
- Avtomobil transporti infratuzilmalarini rivojlanganlik darajasi va ATM korxonalarining ishlab chiqarish texnik ba'zasi;
- ATM ning huquqiy-me'yoriy va resurs ta'minoti, ekologik xavfsizligini boshqarish;
- Parkning texnik xolati, avtomobillar va avtotransport korxonalarining ekologik xavfsizlik darajasini federal va hududiy nazorat tizimlari;

Ikkinchi guruh omillariga quyidagilar kiradi:

- ATK ni ekologik ko'rsatkichlari yaxshilangan avtomobillar bilan butlash;
- Parklar tatkibini yoshi bo'yicha boshqarish;
- Ekologik ko'rsatkichlari yaxshilangan yonilg'i, moy va ekspluatatsiya materiallarini ishlatish;
- Harakat tarkibini yo'lda ishlatish samaradorligini oshirish;
- Yonilg'i, moy va ekspluatatsiya materiallarini hisobga olish me'yorlashni mukammallashtirish;
- Yonilg'i va moy maxsulotlarini tashish, saqlash va quyish jarayonlarini mukammallashtirish;
- Oqava suvlarni tozalash, ishlab chiqarish chiqindilarini yig'ish va qayta ishlash;
- Xodimlar malakasini oshirish.

Avtomobillarning harakat jarayonida va ATM korxonalarining IChTB da hosil bo'ladigan iflosliklar (chiqindilar, to'kilmalar, sanoat axlati) nisbati hamda ularga ayrim avtomobil turlari va korxonalarining qo'shadigan xissasi 2- rasmda ko'rsatilgan



2-rasm Avtotransport tomonidan atrof muhitni ifloslash manb

ATM raxbarlari va mutaxassislarining ekologik ma'lumoti darajasi va malakasi. Haydovchi xavfsizlik talablariga rioya etishi va buni bajarishda harakatlanishdan oldin

transport vositasining texnik sozligini, tozaligini va to'liq jihozlanganligini tekshirishi va harakatda keskin to'xtash va manyovrlar bajarishda yo'lovchi tan jarohati olmasligini ta'minlashi zarur. Boshqa mamlakatlarda ham shunga o'xshash ma'lumotlar olingan. Masalan, Finlyandiyada harakatlanganda chiqadigan chiqindilarning 77% i yengil avtomobillarga to'g'ri keladi; AQSh da 67%, yuk avtomobillari va avtobuslarga esa 33%, shu jimladan kam yuk ko'taruvchi va kam sig'imli, benzinlilarga 22%, o'rta va katta yuk ko'taruvchi benzinlilarga 4%, dizelli yuk avtomobillari va avtobuslarga 7%. Priborlar panelida biron-bir indikator signal bersa, darhol harakatni to'xtatib, uni bartaraf qilish choralari ko'rishi kerak.



3-rasm. Avtomobillarning ekologiyaga ta'siri

Avtomobillar texnik ekspluatatsiyasini takomillashtirish zararli chiqindilarning kamayishi va ATM ning ekologik xavfsizligi oshishini ta'minlovchi muhim yo'nalishlardan biridir.

ATE ning ushbu masalani yechishdagi hissi 20-25% deb baholanadi va u, birinchidan, avtomobillar va ularning agregatlarini texnik holati sozligini ta'minlash va uni saqlab turishdan iborat bo'lib, asosiy zararli chiqindilar miqdorini belgilaydi; ikkinchidan, avtomobillarni texnik xizmat va ta'mirlash, saqlash, yonilg'i bilan to'ldirish jarayonlarida muhim ifloslanishni kamaytiradi; uchinchidan, resurslarni (yonilg'i, moy, elektr quvvati, suv, ehtiyot qismlar, shina, akkumulyatorlar, texnik suyuqliklar va boshqalar) tejimli sarflaydi; to'rtinchidan, sanoat chiqindilarini kamaytirish, yig'ish, qayta ishlash va ikkilamchi foydalanishni o'z ichiga oladi.

Asosiy qisim: n - yo'ldagi bo'lak soni, unda transportning harakati amalga oshiriladi. Bunda n – bo'laklar soniga (turganlaridan tashqari), S – engil avtomobillar harakat miqdori, G – og'ir yuk avtomobillarining harakat miqdori, A – relssiz jamoat transportlarining harakat miqdori.

Bunda umumiy Q – birlikdagi harakat miqdori shunday belgilanadi:

$$Q = k_c * C + k_G * G + k_A * A,$$

Bunda k_c , k_G , k_A – engil, yuk va jamoat transport ko'effitsiyenti.

Jamoat transport harakati bo'lagini aniqlashda asosiy oqim qolgan bo'laklarga aralashadi. Shunda quyidagi chegaralanish amalga oshiriladi:

$$(S-S_1) > (Q-q),$$

Bunda S – magistralning o'tkazish qobiliyati, harakat bo'laklari sonini o'z ichiga oladi; S_1 – bir bo'lakdagi magistralning o'tkazish qobiliyati; q – jamoat transportining harakat miqdori.

So'ngra qolgan harakat bo'laklarining o'tkazish qobiliyatini solishtirish kerak bo'ladi.

$(S - S_1)$ - jamoat transporti uchun harakat bo'laklarini hisoblamasdan va $(Q-q)$ - jamoat transport harakatini hisoblamasdan umumiy oqim harakat tezligini tekshirish amalga oshiriladi. Agar qolgan bo'laklarni o'tkazish qobiliyati umumiy oqim harakat miqdoridan kam bo'lsa, jamoat transport uchun alohida bo'lak ajratish mumkin emas.

Umumiy oqim harakat tezligini hisoblashda jamoat transportiga alohida bo'lak ajratish quyidagi formula asosida bajariladi:

$$V = (V_d 2) * (1 - [1 (S-S_1) * [(S-S_1)^2 - (S-S_1) * (Q-q)]^{1/2}]$$

Bunda V_d – berilgan joydagi transport vositalarining harakat tezligi KYT, km/s.

Jamoat transporti uchun maxsus bo'lakni uzaytirishni hal qilishda chorrahadagi o'tkazish qobiliyati hisobga olinadi va svetofor boshqaruv tartibi amalga oshiriladi.

Boshqariladigan chorralarda harakat ishtirokchilarining sarflagan vaqti ko'payishini inobatga olish zarur (W) ular shaxsiy transportdan foydalanadilar.

Shaxsiy transportdan foydalanadigan harakat ishtirokchilarining turib qolishidan zarar yoki jamoat transport birligining o'rtacha hisobi shunday ko'rinishga ega:

$$W = W_0 Q W_c = T (1 - G/T)^2 / (2 - [1 - (Q-q)/(S(n-1))] Q X^2 / (2(Q-q) - [1 - X]),$$

Bunda W_0 , W_c – bir avtomobilning tasodifiy va determinantli turib qolishi, s; T - chorrahada boshqaruv bosqichining davomiyligi, s; G - jamoat transport harakatining yo'nalishiga ruxsat etuvchi signal davomiyligi, s; X - chorrahadagi kesishmaning yuklanganlik darajasi; $Q-q$ – qolgan harakat bo'lagidagi jamoat transport oqimining harakat miqdori; $S(n-1)$ - qolgan harakat bo'lagining o'tkazish qobiliyati.

Chorrahadagi yuklanish darajasi, harakat bo'lagini hisobga olib, jamoat transport oqimi uchun quyidagi ko'rinishga ega:

$$X = T(Q-q) / G - (S - S_1),$$

Maxsus bo'lakni ajratishning mohiyati boshqariladigan chorrahada transport turib qolishdagi harakatni boshqarish va eksport yo'li bilan o'rtacha ushlanib qolish transport birligini aniqlash mumkinligini ko'rsatadi.

Muqobil yo'nalishda harakatlanayotgan harakat qatnashchilari sarf qiladigan vaqti quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$W = W_0 Q W_c = T (1 - G/T)^2 / 2 * q - [1 - X] Q (X^2 / (2 - [1 - q/S]))$$

Bunda G -muqobil yo'nalishda ruxsat beruvchi signalning davomiyligi, s; q – muqobil yo'nalishdagi jamoat transport oqimi harakatining miqdori, avt/s; S – magistralning o'tkazuvchanlik qobiliyati, u harakat bo'laklarining sonini hisobga oladi, n;

$$X = (T * q) / (G * S)$$

Muqobil yo'nalishdagi harakatlanayotgan transport vositasining o'rtacha ushlanib qolishini hisoblaganda (G) svetoforning ruxsat etuvchi ishorasining davomiyligini nazarda tutib, harakat 10 s ga qisqaradi, chunki maxsus ruxsat etuvchi ishorani 5 soniya (sekund) ilgari yoki kechroq berishga zarurat tug'diradi.

Hozirgi vaqtda harakatni tashkil etish mutaxassislarining kun tartibida yo'l harakatini tashkil etish bo'yicha ishlab chiqilgan tadbirlar muhim hisoblanadi [1].

Yo'l harakatini tashkil etishda yo'l-transport hodisalarini tizimli tahlil qilish talab etiladi. Yo'l-transport hodisalari oqibatida kelib chiqadigan ko'plab sarflarni kamaytirishda mukammallashgan qaror qabul qilishga imkon beradi. Ushbu tahlillar har xil iqtisodiy sarflardan tejash va harakatini tashkil etishni yaxshilashning birinchi navbatdagi texnik-iqtisodiy

asoslangan tadbirlarini aniqlash imkonini beradi [2].

Shahar ko'cha va yo'llarida harakat xavfsizligini oshirish bo'yicha shahar ko'cha-yo'l tarmog'ini boshqarishda samarali tadbirlar foydalanuvchilar uchun ko'proq qulayliklarni aks ettirishi lozim [3].

Harakat xavfsizligini oshirish bo'yicha tavsiya etilgan tadbirlarda har xil kapital sarflar keltiriladi va YTHning ortishiga ta'sir darajasi aniqlanadi.

Katta shaharlarda ko'p yillardan buyon yo'nalishdagi jamoat transportlarini yo'l-tarmoq tizimidan samarali foydalanishini ta'minlash uchun har xil usullar muvaffaqiyatli qo'llanib kelinmoqda: avtobuslar uchun maxsus bo'laklar qurish, avtobuslar bo'laklari bilan bir vaqtda izlaridan foydalanish, chorralardan jamoat transport vositalarini imtiyozli o'tkazish, svetofor orqali boshqarishda maxsus tizimlarni qo'llash va boshqalar [5].

A.Navoiy ko'chasida engil avtomobillar $V=65$ km/soat ta'minlangan tezlikda $S=100$ m masofa uchun ketgan vaqtni hisoblaymiz:

$$t^{\text{engil}} = \frac{S}{V} = \frac{100M}{18,4M/c} = 5,5 \frac{M}{c}$$

yuk avtomobillari uchun
$$t^{\text{yuk}} = \frac{S}{V} = \frac{100M}{11M/c} = 9 \frac{M}{c}$$

avtobuslar uchun
$$t^{\text{avtobus}} = \frac{S}{V} = \frac{100M}{13M/c} = 7,7 \frac{M}{c}$$

Ko'chalar uchun hisoblangan qiymatlarni 1-jadvalga kiritamiz:

1 -jadval

№	Ko'chalar	Vaqt t, s		
		Engil	yuk	avtobus
1	A.Navoiy	5,5	9	7,7
2	Sh.Rashidov	5,4	8,1	7,5
3	Mustaqillik	5,1	8,1	7,5
4	I.Karimov	5,3	6,9	7,2

Olib borilgan tadqiq ishlari va statistik ma'lumotlarga asosan Sh.Rashidov ko'chasida tezlikning va o'tkazuvchanlik qobiliyatining yuqoriligi hamda YTHlari nisbatan kamligini hisobga olib, Sh.Rashidov ko'chasini etalon qilib olamiz va A.Navoiy ko'chasida yo'qotilgan vaqtni hisoblaymiz:

$$\Delta t = t^{\text{navoiy}}_{\text{eng}} - t^{\text{A.Temur}}_{\text{eng}} = 5,5 c - 5,4 c = 0,1 c$$

$$\Delta t = t^{\text{navoiy}}_{\text{avt}} - t^{\text{A.Temur}}_{\text{avt}} = 7,7 c - 7,5 c = 0,2 c$$

$$\Delta t = t^{\text{navoiy}}_{\text{yuk}} - t^{\text{A.Temur}}_{\text{yuk}} = 9 c - 8,1 c = 0,9 c$$

Shuningdek, Mustaqillik ko'chasida yo'qotilgan vaqt hisoblangan va qiymatlar 2-jadvalda kiritilgan:

2-jadval

№	Ko'chalar	Yo'qotilgan vaqt Δt , s		
		Engil	yuk	avtobus
1	A.Navoiy	0,1	0,9	0,2
2	Mustaqillik	0,3	0	0
3	I.Karimov	-0,2	1,2	0,3

Xulosa

Demak, tavsiya etilayotgan tadbirlarimiz samarador hisoblanar ekan. Avtomobillar va jamoat transportlari harakatlanadigan boshqa ko'chalarda ham yuqorida keltirilgan harakat tezligini aniqlab, uni kamayishi sababli kuzatiladigan yo'qotish vaqtini hisoblab, shuningdek, YTH statistik ma'lumotlariga asoslanib, harakat xavfsizligini ta'minlash maqsadida belgilangan tavsiyalarni samaradorligini aniqlanishi mumkin.

ADABIYOTLAR

1. Azizbek Ismoiljon o'g'li, S., & Ulug'bek Boliquil o'g'li, M. . (2022). DVI GATEL KONSTRUKTSIYASI VA ISHCHI JARAYONLARINI BOSHQARISHNI MUKAMMALLASHTIRISH. Scientific Impulse, 1(4), 536–542. Retrieved from <http://nauchniyimpuls.ru/index.php/ni/article/view/17642> Mizrabov Ulug'bek Boliquil o'g'li Jizzax Politexnika instituti asisstanti Sultanov Azizbek Ismoiljon o'g'li Jizzax Politexnika instituti asisstanti
2. JAMOAT TRANSPORTLARI YO'NALISHLARIDA HARAKAT MIQDORI VA Научный импульс № 7 (100) Февраль 2023 г TARKIBINI TADQIQ QILISH
3. <http://nauchniyimpuls.ru/index.php/ni/article/view/1764>
4. Mizrabov Ulug'bek Boliquil o'g'li Assistant of Jizzakh Polytechnic Institute Studying the Quantity and Composition of Traffic in Public Transport Directions Genius Journals Publishing Group, Brussels, Belgium
5. Boliquil o'g'li M. U. et al. ROAD TRAFFIC SAFETY AND ITS IMPACT ON THE DEVELOPMENT OF MODERN ROADTRANSPORT EXPERTISE //Spectrum Journal of Innovation, Reforms and Development. – 2022. – Т. 7. – С. 157- 164.
6. Адиллов, О. К., Умиров, И. И., & Абдурахманов, М. М. (2021). Анализ существующих работ, посвященных проблемам экологии автомобильного транспорта. Вестник науки, 2(2), 74- 82.
7. Mizrabov Ulug'bek Boliquil O'G'Li, Sultanov Azizbek Ismoiljon O'G'Li Avtomobillar harakat xavfsizligiga fal ta'sir qiluvchi ekspluatatsiyaviy ko'rsatkichlari. // Механика и технология. 2022. № Спецвыпуск 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/avtomobillar-harakat-xavfsizligiga-faol-tasir-qiluvchi-ekspluatatsiyaviy-korsatkichlari> (дата обращения: 26.02.2023).
8. Sultanov, A. I. o'g'li, & Qosimov, B. A. (2023). SIQILGAN GAZDA HARAKATLANADIGAN YENGIL AVTOMOBILLARNING YONILG'I TIZIMGA QO'YILGAN EKOLOGIK TALABLARI. INTERNATIONAL CONFERENCES, 1(1), 747–751. Retrieved from <http://erus.uz/index.php/cf/article/view/1289> Website: www.sjird.journalspark.org

METHODS OF CREATING NOISE PROTECTION AND INFLUENCING FACTORS ON CAR NOISE IN ALISHER NAVOI STREET OF JIZZAKH CITY

Khamrakulov Yorkin Murtazaqulovich

Jizzakh Polytechnic Institute, assistant teacher, e-mail: hamraqulovyorqin479@gmail.com

Annotation. This article examines the influencing factors on car noise in Alisher Navoi street of Jizzakh city, according to which the analysis of the causes of noise in car engine, transmission noise, aerodynamic noise and tire noise in the structure itself as sources of noise done. The speed, intensity and noise of the braking areas on the road were also found to have a significant impact on the overall traffic noise of Shah Street. The most effective way to protect traffic noise is to extinguish it at the source of the noise. Noise problems can be solved by creating an alternative to car noise sources, engine, noise suppressor, transmission and other factors. It can also be achieved by optimizing the movement of cars in the traffic flow to eliminate noise by organizing traffics on highways.

Аннотация. В данной статье рассмотрены факторы, влияющие на шум автомобиля на улице Алишера Навои города Джизака, согласно которым проведен анализ причин шума двигателя автомобиля, шума трансмиссии, аэродинамического шума и шума шин в самой конструкции как источников шума. Было также обнаружено, что скорость, интенсивность и шум в зонах торможения на дороге оказывают существенное влияние на общий дорожный шум на улице Шах. Самый эффективный способ защититься от дорожного шума — потушить его в самом источнике шума. Проблемы шума можно решить, создав альтернативу источникам шума автомобиля, двигателю, шумоглушителю, трансмиссии и другим факторам. Добиться этого можно также за счет оптимизации движения автомобилей в транспортном потоке для устранения шума за счет организации движения на автомагистралях.

Annotatsiya. Ushbu maqolada Jizzax shahridagi Alisher Navoiy ko'chasida avtomobillar shovqiniga ta'sir etuvchi omillar tadqiq etildi, unga ko'ra shovqin manbaalari sifatida konstruksiyaning o'zida avtomobil dvigateli shovqini, transmissiyasi shovqini, aerodinamik shovqin va shina shovqini sabab bo'lishi tahlil qilindi. A. Navoiy ko'chaning umumiy transport shovqinining harakat tezligi, jadalligi va yo'ldagi tormozlanish-tezlanish joylaridagi shovqin ham katta ta'sir etishi aniqlandi. Transport shovqinining muhofazasini tashkil etishdagi eng samarali tadbiri, shovqin chiqaruvchi manbalarning o'zida shovqinni so'ndirishdir. Avtomobil shovqin chiqaruvchi manbalari dvigatel, shovqin so'ndirgich, tarnsmisiya va boshqa omillarning muqobil variantini yaratish orqali shovqin muammosini bartaraf etish mumkin. Bundan tashqari avtomobil yo'llarida harakatni tashkil etish orqali shovqinni so'ndirishda transport oqimidagi avtomobillar harakatini optimalashtirish orqali erishish mumkin.

Keywords: car, noise, street, traffic safety, noise sources, traffic speed, traffic speed, congestion, noise protection, traffic noise, engine noise, aerodynamic noise, noise reduction.

Ключевые слова: автомобиль, шум, улица, безопасность движения, источники шума, скорость движения, скорость движения, заторы, шумозащита, шум транспорта, шум двигателя, аэродинамический шум, шумоподавление.

Kalit so'zlar: avtomobil, shovqin, ko'cha, harakat xavfsizligi, shovqin manbaalari, harakat tezligi, harakat jadalligi, tirbandlik, shovqin muhofazasi, transport shovqini, dvigatel shovqini, aerodinamik shovqin, shovqinni kamaytirish.

There is a wide range of researches being done by scientists today to reduce the negative

impact on the operation of vehicles, and users of this vehicle will definitely choose and buy the most comfortable, safe, economical car. In the Republic of Uzbekistan, the automotive industry is developing day by day, making great efforts and investments in the production of competitive products. In particular, the adoption of the Resolution of the President of the Republic of Uzbekistan dated July 18, 2019 No PO-4397 "On measures to accelerate the development of the automotive industry of the Republic of Uzbekistan" also aims to develop the automotive industry steps to ensure the rapid development of the automotive industry and increase its investment attractiveness, the introduction of modern market mechanisms and management methods based on best international practices, as well as the production of competitive car brands in domestic and foreign markets [1].

By the end of 2022, it is planned to implement three projects cost \$ 277 million in the automotive industry in Jizzakh region. In the first phase, ADM Jizzakh will produce cars, in the second phase Jizzakh Automobile Factory will produce Volkswagen commercial vehicles, and in the third phase Auto Motors Asia will produce commercial and truck cars. Established in partnership with foreign countries, the products of this automobile plant are of high quality, economy and, most importantly, safety. These cars are also manufactured in accordance with the latest environmental standards.

As mentioned above, the car generates many negative effects during operation, including traffic noise, which has a slow but very serious impact on the human body, and is one of the most pressing issues that need to be addressed today.

External and internal noise from cars poses a serious threat not only to road users - drivers, passengers and pedestrians, but also to people living in areas adjacent to the road [5].

Noise control is now one of the most pressing issues. Studies show that people who have been exposed to excessive noise for a long time suffer from central nervous system disorders. They experience wakefulness, irritability, fatigue, and headaches. High levels of noise can cause serious illnesses, such as nervous system stress, cardiovascular disease, and hearing loss. Studies have shown that at 88 dB of noise (in the bus cab) the driver's thinking ability is reduced by 10%, and at 95 dB by 20% [2].

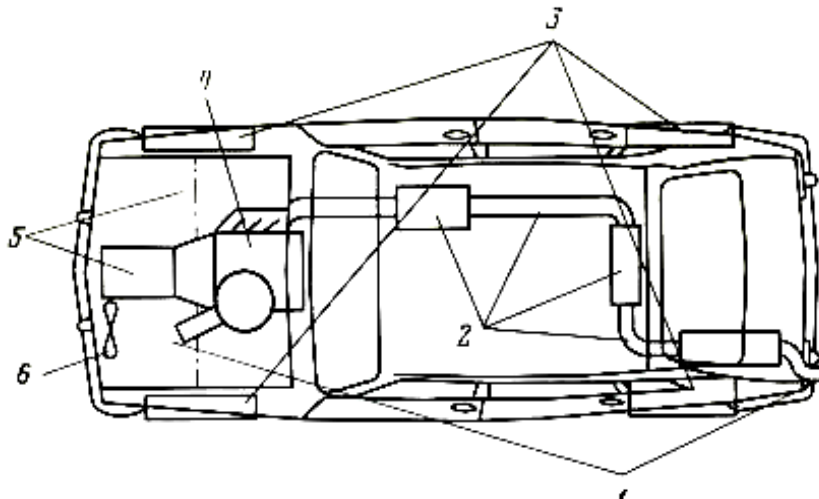
Noise sources primarily transmit strong noise to the interior of the car. As mentioned above, noise can reduce a driver's attention span and lead to fatigue and exhaustion. Decreased attention span, fatigue, and, in many cases, drowsiness while driving can lead to serious road traffic accidents [7].

During the movement of the car on the road and during the operation of its engine, a strong noise is generated and spread to the environment. The amount of noise from cars is constantly increasing as it moves on the roads. In the work of a number of Uzbek and foreign scientists on the reduction of car noise, its protection and anti-noise measures, including O. Kudratov - strong sharp and long-lasting noise can have extremely negative consequences for the human body. conducted scientific research on the subject and proposed appropriate conclusions in this regard. Foreign scientists VF Babkov, LE Biryukov, VI Chudnov, VN Lukanin, IV Alekseev have conducted a lot of research and scientific research on the sources of car noise, their amplification factors, the development of measures to reduce and combat traffic noise.

The increase in vehicle noise during operation is due to the fact that highways are the main sources of noise in the traffic flow - car engine noise, transmission noise, aerodynamic noise and tire noise [6].

In the engine, noise is generated during the compression and expansion cycles in the cylinders, which in turn causes the engine to vibrate, causing noise [8]. The amount of noise in the engine depends on its operating capacity, speed and power. Noise in the supply system is

caused by the opening and closing of the inlet and outlet valves, the intensity of which depends on the engine operation, speed and type of air filter. The noise of fans, generators and pumps in the cooling system further enhances the noise of the engine. Noise in car transmissions is mainly caused by friction between gears and friction transmissions (Figure 1).



1-engine air intake and exhaust vents, 2-noise extinguisher, 3-wheel, 4-engine, 5-transmission, 6-fan.

Figure 1. Sources of noise in the design of the car

The noise generated in the structure increases during the movement of the vehicle, which is greatly affected by the speed of the vehicle and the speed of movement on the road [11] (Figure 2).

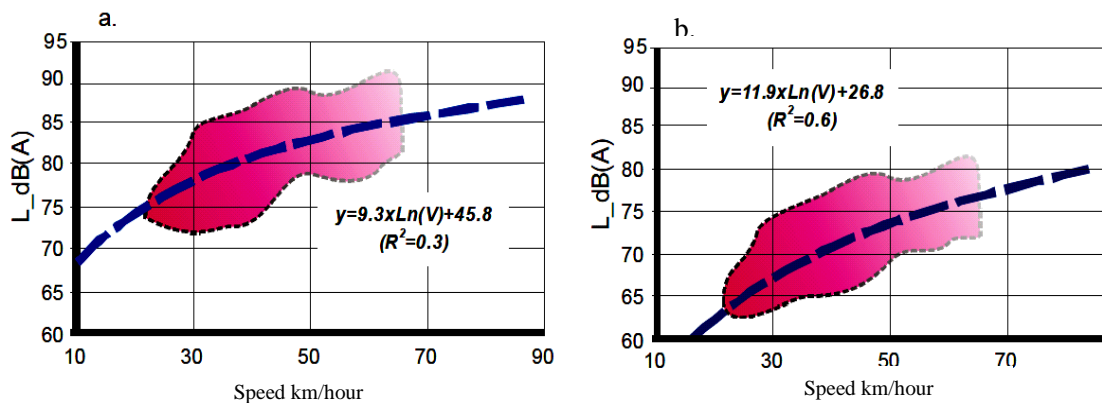


Figure 2. Influence of speed of trucks (a) and cars (b) on noise (when the noise level is determined at a distance of 10 m)

At the same time, the presence of high-powered and heavy-duty trucks in the flow of traffic also increases the noise level.

Noise measurement tests are carried out in accordance with international standards, in which the noise levels of the noise-producing parts of the car are integrated - the internal and external noise of the car. The normal operation of the engine and the normal operation of other units can also be determined from the amount of noise obtained from the test results.

Traffic noise is mainly observed on highways in densely populated urban areas, which is due to the growing number of cars, which in turn is due to the congestion of city streets. Noise levels will be measured on existing highways in the city. The tests are mainly performed on

high-noise roads.

GOST ISO 362-1-2017 "Measurement of noise emitted by cars during acceleration. Technical method. Part 1 According to the standard "M and N category vehicles"¹ conducted research by specialists of the Department of "Vehicle Engineering" of Jizzakh Polytechnic Institute. Noise was measured using a Sound Analyzer Nor-140 meter

During the study, The high-noise section of Alisher Navoi street and the main factors influencing this noise level were studied.

Based on the test results, the following was identified:

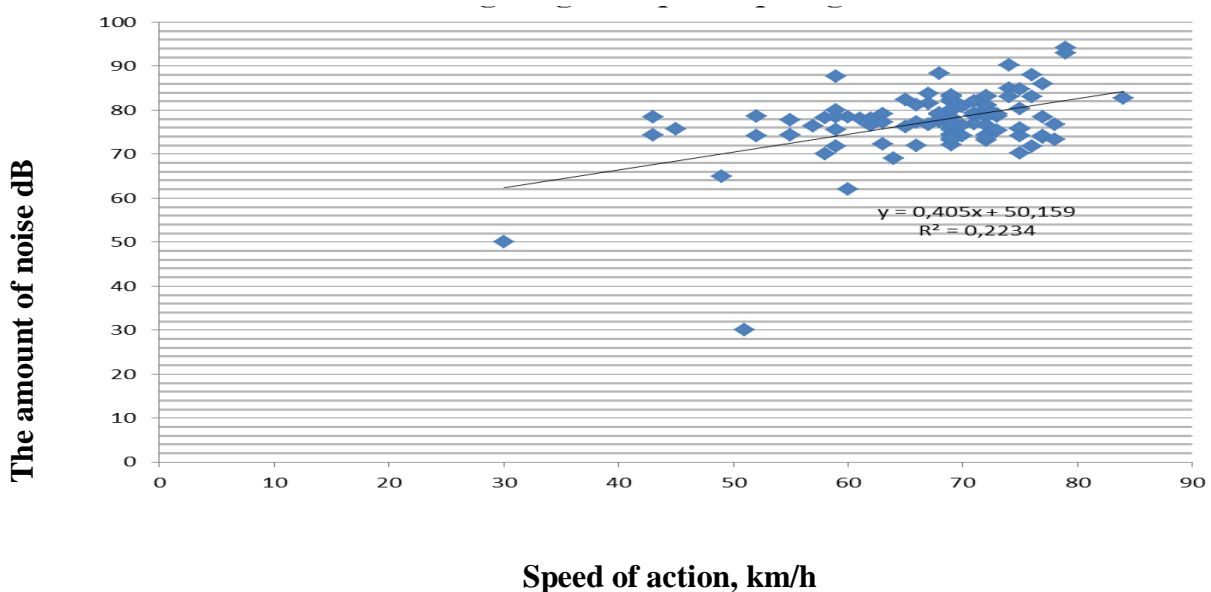
- Sh. At the intersection of Rashidov avenue and Shifokorlar, Alisher Navoi and Islam Karimov Streets, the noise level was found to be 88-96 dB due to high traffic congestion, constant use of sound signals by drivers and braking and acceleration;

- It was found that most of the cars with a noise level of 84-89 dB in the traffic were old models (Jiguli (VAZ), Moskvich) and technically defective;

- The effect of the speed and intensity of traffic on the highway on the noise level was analyzed (Figure 3);

- The level of noise in regulated and unregulated pedestrian crossings on this street will reach a maximum of 93.6 dB due to braking and acceleration (tire noise).

The influence of speed on amount of noise



Sanitary norms "SanPiN RUzN 0267-09" "Sanitary norms and rules of permissible noise in residential buildings"² are applied in the territory of the Republic and according to this standard the average noise level in residential areas is 45-50 dB. In particular, the noise level for educational institutions, medical facilities, resorts are 35-40 dB.

Given the location of schools, clinics, recreation centers, institute buildings and shops in the areas adjacent to Navoi street, noise protection is one of the most important tasks in this area.

Measures to reduce and combat noise in the car, mainly to eliminate noise at its source, as well as to cover the noisy car parts with sound-absorbing materials are proposed. In addition,

¹ GOST ISO 362-1-2017 Measurement of noise emitted by motor vehicles during acceleration. technical method. Part 1. Vehicles of categories M and N (<https://files.stroyinf.ru/Data/719/71994.pdf>)

² SANITARY NORMS AND RULES for ensuring permissible noise in the premises of residential, public buildings and on the territory of residential development SanPiN RUz N 0267-09

spraying sealants and anti-noise sealants on the inner surfaces of metal bodies using a straightener or pneumatic spraying device to reduce the noise when the car is moving [2].

Extinguishing the noise from the car is done by its design and organization of traffic. Noise can be reduced by noise suppression in the structure itself, coating of insulating materials on noisy parts and body (Figure 5) and creation and improvement of modern designs of noise sources in the structure.

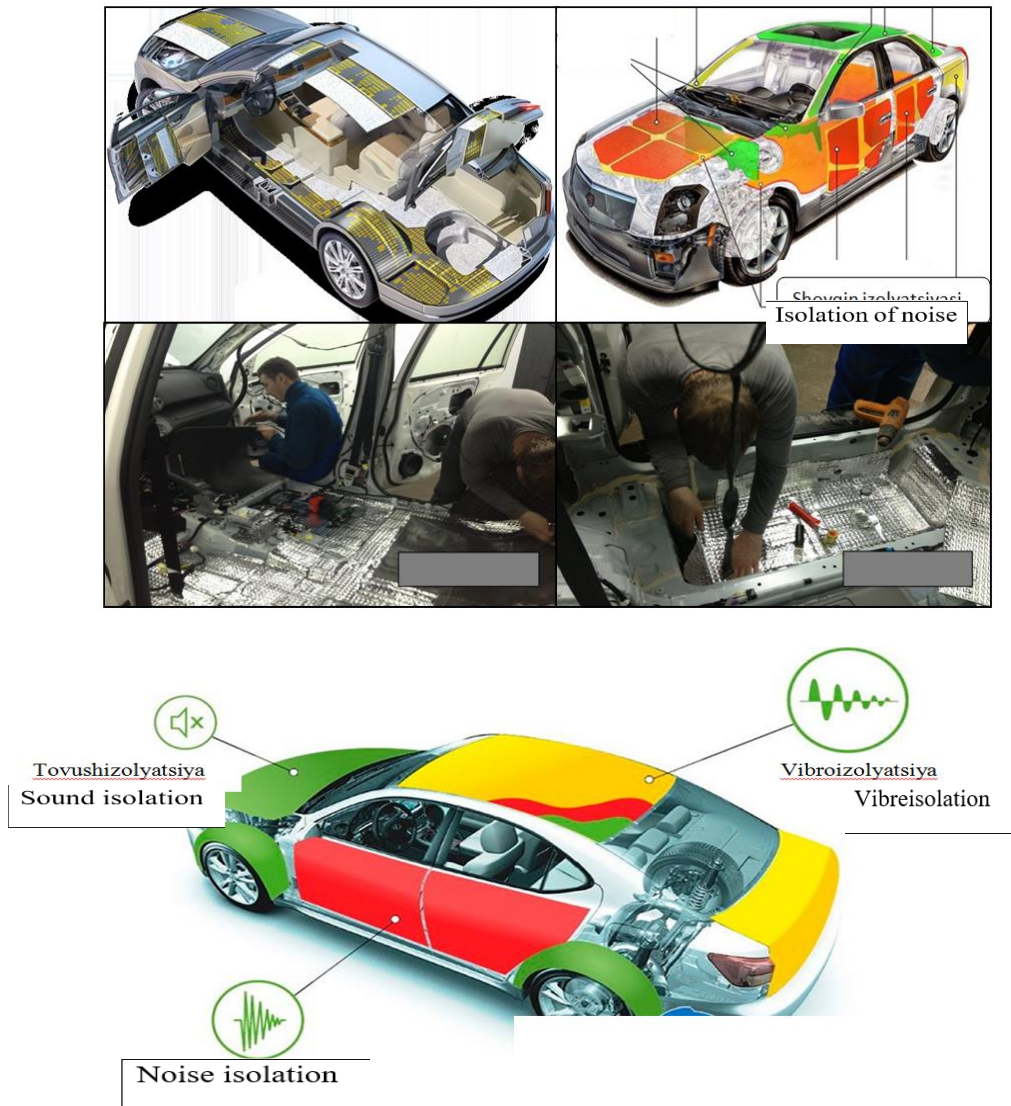


Figure 4. Covering the corpus of car with isolation materials.

One of the most effective solutions to organize noise protection on highways and eliminate it in road conditions is noise barriers. Road noise screens are the most effective noise suppression barriers in road conditions, they have different designs and their installation is based on special acoustic requirements.

In conclusion, the most effective measure in the organization of traffic noise protection is to extinguish the noise at the noise sources themselves. Noise problems can be solved by creating an alternative to car noise sources, engine, noise suppressor, transmission and other factors. This can be achieved by covering electric vehicles, car bodies with noise-absorbing materials, and improving the engine combustion process. In addition, the organization of traffic

on highways can be achieved by optimizing the movement of vehicles in the flow of traffic to reduce noise. is one of the sensible solutions. In addition, noise-absorbing and noise-reducing devices, the creation of structures gives effective results.

REFERENCES

1. Resolution of the President of the Republic of Uzbekistan No. PP-4397 "On measures to accelerate the development of the automotive industry of the Republic of Uzbekistan". 18.07.2019.
2. Technical operation of vehicles. The Ministry of Higher and Secondary Special Education of the Republic of Uzbekistan has recommended motor transport as a textbook for university students. prof. Edited by KM Siddiqnazarov, Tashkent. VORIS-NASHRIYOT, 2008.-560 p.
3. Noise in transport. Per. from English. K.G.Bomshtein. Ed. V.E. Tolsky, G.V. Butakova, B.N. Melnikov. - M.: Transport, 1995.-368.
4. A. Azimov "Factors affecting noise reduction on automobile roads". Scientific and technical journal of Namangan institute of engineering and technology. 2020 . 328p.
5. T.f.n J. Abdunazarov, A. Azimov "Sources of car noise and its impact on human health." Republican scientific-practical conference "The role of women in the education of a highly spiritual person." JizPI, May 18-19, 2018. 710 b.
6. Investment projects of Jizzakh region were considered (<https://president.uz/en/lists/view/4165>)
7. Drivers fall asleep at the wheel, causing accidents. (https://kun.uz/uz/news/2019/08/03/what-does-the-drivers-sleeping_in_the_steering_wheel-reason-for-accidents)
8. By Sanja Grubesa and Mia Suhanek "Traffic Noise". Submitted: January 29th 2020 Reviewed: May 20th 2020 Published: June 18th 2020 DOI: 10.5772/intechopen.92892
9. Braun ME., Walsh S., Horner JL., Chuter R. "Noise source characteristics in the ISO 362 vehicle pass-by noise test Literature review". Applied Acoustics. 2013;(11):1241-1265. DOI: 10.1016/j.apacoust.2013.04.005
10. Lelyukhin Anton Mikhailovich "Development of methods for assessing electromagnetic fields at transport facilities". Moscow 2010. 104 p.
11. Traffic Management and Noise Reducing Pavements - Recommendations on Additional Noise Reducing Measures. SILVIA PROJECT DELIVERABLE. SILVIA-DTF-DRI-008-11-WP5-020205. Ministry of Transport – Denmark, 2005,p.90
12. Agzamov, J., Hamraqulov, Y., & Baratov, I. (2021). ANALYSIS OF TRAFFIC SAFETY ON THE MAIN STREETS OF JIZAK. Academic research in educational sciences, 2 (6), 363-368.
13. Murtazakulovich, H. Y., & Jumabayevich, H. B. (2021). EFFICIENT INDICATORS OF USING COMPRESSED AND LIQUID GAS FUELS IN VEHICLES. Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences, 1 (5), 621-626.
14. Yorkin, K., & Mashrab, K. (2022). EFFICIENT INDICATORS OF USING COMPRESSED AND LIQUID GAS FUELS IN VEHICLES. *Journal of Academic Research and Trends in Educational Sciences*, 1(5), 141-145.
15. Khamrakulov, Y., & Yakhoyeva, M. (2022). Efficiency of using compressed natural and liquid gas fuels in transport vehicles. *Academic research in educational sciences*, 3(2), 457-461.

УДК 625. 7/8. 004

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ И ПОДВИЖНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ В СУРХАНДАРЬИНСКОЙ ОБЛАСТИ НА ПРИМЕРЕ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

Едгоров Жамолиддин Намозович

Термезский инженерно-технологический институт, ассистент, edgorovjamoliddin@gmail.com

Аннотация. В статье рассматривается проектирование выделенных полос для движения транспортных средств (автомобилей, НОТ) на пересечениях (регулируемых и нерегулируемых), на которых задержка и длина очереди транспортных средств являются одними из главных элементов, обеспечивающих комфортные условия поездки пассажиров.

Abstract. In the article, the design of dedicated lanes for the movement of vehicles (cars, vehicles) at intersections (regulated and unregulated), at which the delay and length of the queue of vehicles are one of the main elements that ensure comfortable travel conditions for passengers.

Annotatsiya. Maqolada yo'lovchilar uchun chorhalarda transport vositalari harakati uchun (tartibga solinadigan va tartibga solinmagan) ajratilgan yo'laklarni loyihalash, (avtomobillar, umumiy transport vositalari) bunda transport vositalari navbatning kechikishi va uzunligi noqulay sharoitlarni asosiy elementlardan biri hisoblanadi.

Ключевые слова: обслуживание, срок службы, вредные выбросы, эксплуатация, дорога, дорожные условия.

Kalit so'zlar: xizmat ko'rsatish, muddat, zararli oqibatlari, ekspluatatsiya, yo'l, yo'l sharoiti.

Key words: maintenance, service life, harmful emissions, operation, road, road conditions

Проведены натурные исследования о характеристиках движения средств НОТ на выделенной полосе. В том числе акцентируем внимание на их режим движения в зоне пересечений.

Влияние расстояния между автобусными остановками (L) на скорость движения средств НОТ было исследовано в двух случаях при $L=300$ м и $L=600$ м. Измерения проведены в нескольких створах на расстояниях от остановок общественного транспорта 25 м, 50 м, 100 м, 150 м, 200 м, 250 м, 275 м, до и после остановки. Полученные результаты (рис.1) показали следующее:

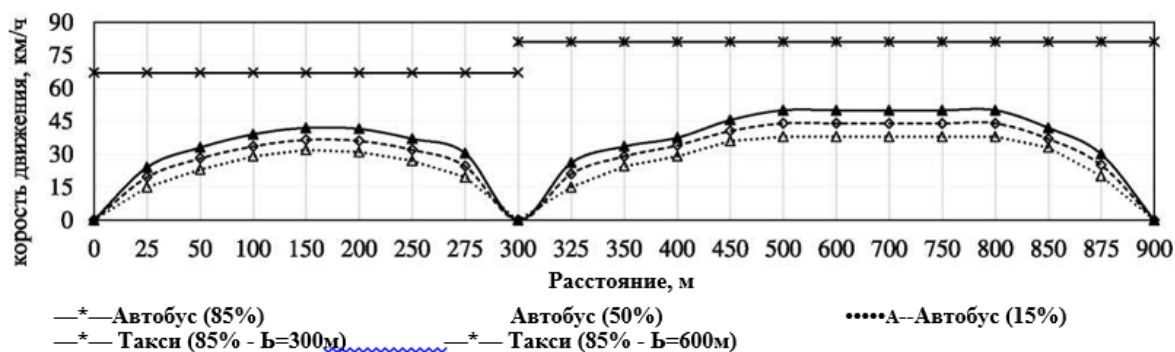


Рис. 1. Изменение скоростей движения групп средств НОТ при движении на маршруте до или после остановки ($L=300$ м и $L=600$ м)

- водитель обычно начинает постепенно притормаживать для снижения скорости движения на расстоянии 80... 100м до остановки. В то же время расстояние, необходимое для разгона для достижения постоянной максимальной скорости на перегоне составляет 130...150 м (при L= 300 м) и от 180 до 200 м (при L= 600 м).

Это означает, что зона влияния остановки на скорость движения средств НОТ составляет 250...300 м;

- при увеличении расстояния между остановками скорость движения НОТ за пределами зоны влияния остановки увеличиваются более чем на 20% (с 42 км/ч до 51 км/ч, на 21,4% для обеспеченности 85%);

- доля НОТ за пределами зоны влияния остановки движущихся со скоростью менее 35 км/ч уменьшается в 5 раз (с 45% до 9%), а количество транспортных средств со скоростью более 45 км/ч увеличивается в 9 раз (с 5% до 45%) и время движения автобусов с максимальной скоростью увеличивается примерно в 4 раза (с 4,3 с при L= 300м до 21,6с при L= 600м);

- скорость движения автомобилей - такси не меняется при прохождении через остановку. Однако существует разница между скоростью движения автомобилей - такси в двух случаях исследований. Для обеспеченности 85% максимальная скорость такси увеличивается на 14 км/ч (с 67 км/ч до 81 км/ч) соответственно на 20,8% при увеличении расстояния между остановками.

Распределение пунктов отправления поездок (рис. 2) проливает свет на распределение пунктов отправления, выбранное опрошенными респондентами. Пограничный переход Дусти служит отправной точкой для 20 респондентов, что указывает на его роль в качестве отправной точки для части поездок по региональному коридору М-41. Сурхон получил немного большее количество - 47, что указывает на его значение как места происхождения. Сариасия, Эльбаен, Джаркурган, Шурчи, Термез и Денау были выбраны в качестве источников происхождения большим количеством респондентов: 85, 89, 93, 106, 111 и 129 соответственно. Эти места демонстрируют свою важность как популярные отправные точки для путешествий по коридору. Кумкурган оказался наиболее часто выбираемым местом происхождения: его выбрали 137 респондентов. Этот вывод подчеркивает роль Кумкургона как крупного транспортного узла и общей отправной точки для путешественников, отправляющихся в поездки по региональному коридору М-41. Анализ распределения мест отправления поездок дает представление о распределении вариантов происхождения среди опрошенных респондентов, выявляя популярность определенных мест и различные уровни предпочтения различных пунктов отправления вдоль регионального коридора М-41.

Получена подробная информация о распределении интенсивности движения по различным типам и классам транспортных средств, что позволяет провести тщательную оценку состава и характеристик дорожного движения по автодорожному коридору М-41.

Обследование проводилось в трех ключевых точках: точка № 1 возле города Термез (1604 км), точка № 2 возле районного центра Кумкурган (1537 км) и точка № 3 возле погранперехода Дусти (1450 км). Два эксперта на каждом объекте фиксировали трафик в течение 7 дней по 12 часов непрерывно и один день в течение 24 часов. 12-часовые данные о трафике были преобразованы в 24-часовые данные с использованием 24-часовых данных. В таблицах 3–5 показан суточный объем трафика для каждой локации с 9 июня 2023 г. (пятница) по 16 июня 2023 г. (пятница).

Исследование показало, что наибольший трафик зафиксирован на участке №2 вблизи Кумкурганского района, где среднегодовой трафик составляет 17 318 автомобилей

в сутки. Вероятно, это связано с тем, что точка №2 находится на трассе М41, которая соединяет все 6 районов Сурхандарьинской области. Второе место по трафику зафиксировано на участке № 1 вблизи города Термез, где среднегодовой трафик составляет 9466 автомобилей в сутки. Вероятно, это связано с тем, что город Термез является крупным торговым центром Сурхандарьи. Наименьший трафик зафиксирован на участке № 3 возле погранперехода Дусти, где среднегодовой трафик составляет 3907 автомобилей в сутки. Вероятно, это связано с тем, что точка № 3 находится на границе и там меньше экономической активности.

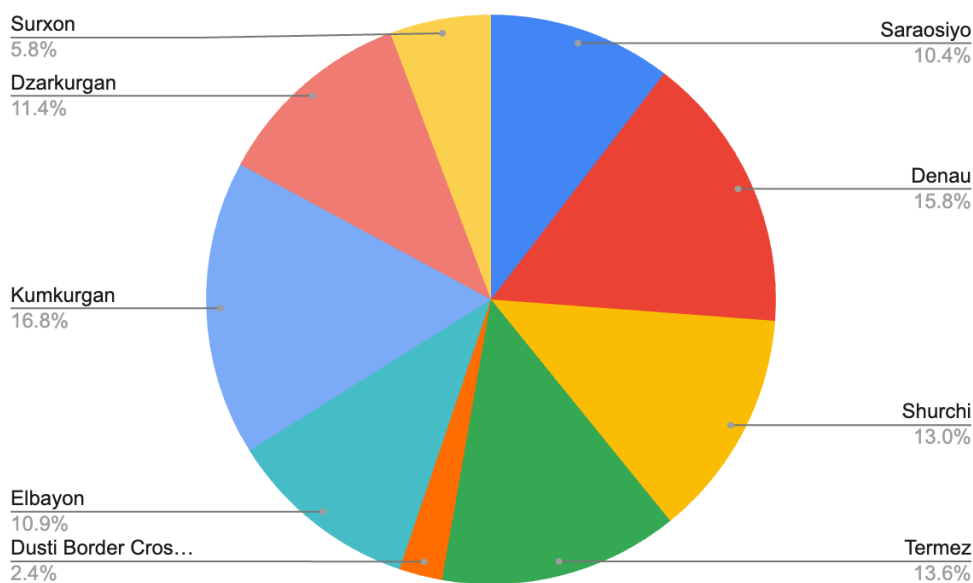


Рисунок 2. Распределение происхождения

Наибольшая интенсивность движения наблюдалась в утренние (с 7:00 до 10:00) и вечерние часы пик (с 18:00 до 21:00), пиковая скорость составляла 1000 автомобилей в час. Вероятно, это связано с тем, что в это время многие люди ездят на работу и с работы. Наименьшая интенсивность движения была ночью – в среднем 50 автомобилей в час. Вероятно, это связано с тем, что в это время на дорогах меньше людей.

Анализ изменения объема дорожного движения в зависимости от времени суток и дня недели дает ценную информацию о моделях поездок и поведении пассажиров по дорожному коридору М-41. Изучая данные, мы можем получить более глубокое понимание факторов, влияющих на объем перевозок, и сделать обоснованные предложения по оптимизации транспортной инфраструктуры и услуг.

На рисунке 3 показано изменение объема трафика по неделям. В будние дни интенсивность движения стабильно превышает 9000 автомобилей в день, что указывает на то, что многие люди ездят в город Термез на работу или по делам. Пиковый день — среда, на дорогах находится более 12 000 автомобилей.

Кроме того, анализ выявляет интересные различия в интенсивности движения в отдельных районах вдоль автодорожного коридора М-41. В Кумкурганском районе наблюдается относительно меньшая интенсивность движения с понедельника по четверг по сравнению с периодом с пятницы по воскресенье. Такие характеристики распределения трафика можно объяснить стратегическим расположением района, поскольку он является перекрестком между районами Джаркурган, Шурчи и Денау. Более высокий объем

трафика, наблюдаемый по пятницам и субботам, указывает на рост деловой активности и, возможно, на большой приток посетителей в Кумкургон. Эта информация может быть полезна для местных властей в Кумкургане, поскольку они помогут определить приоритетность улучшения инфраструктуры и транспортных услуг для удовлетворения различных потребностей в разные дни недели

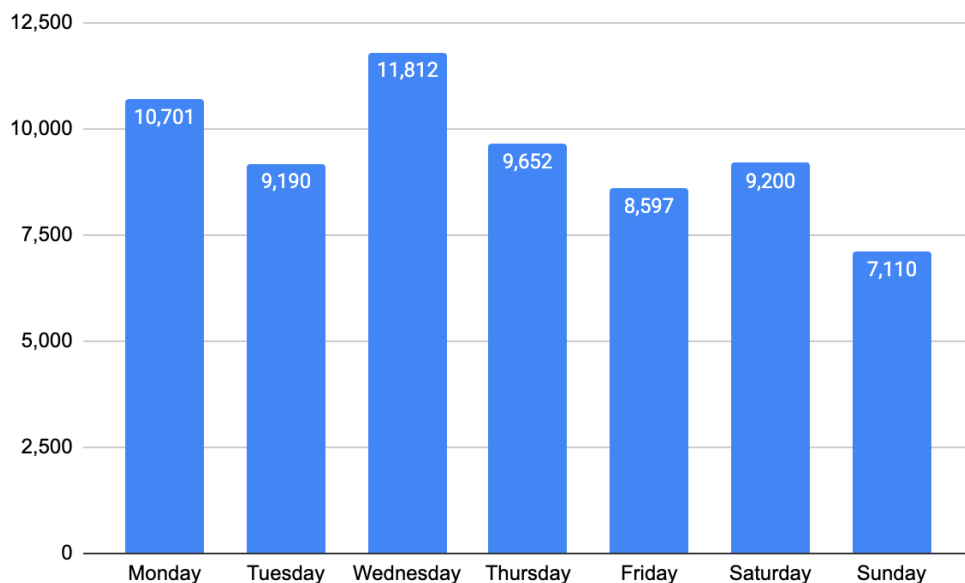


Рис. 3. Объем трафика по дням недели на участке №1. (Термез)

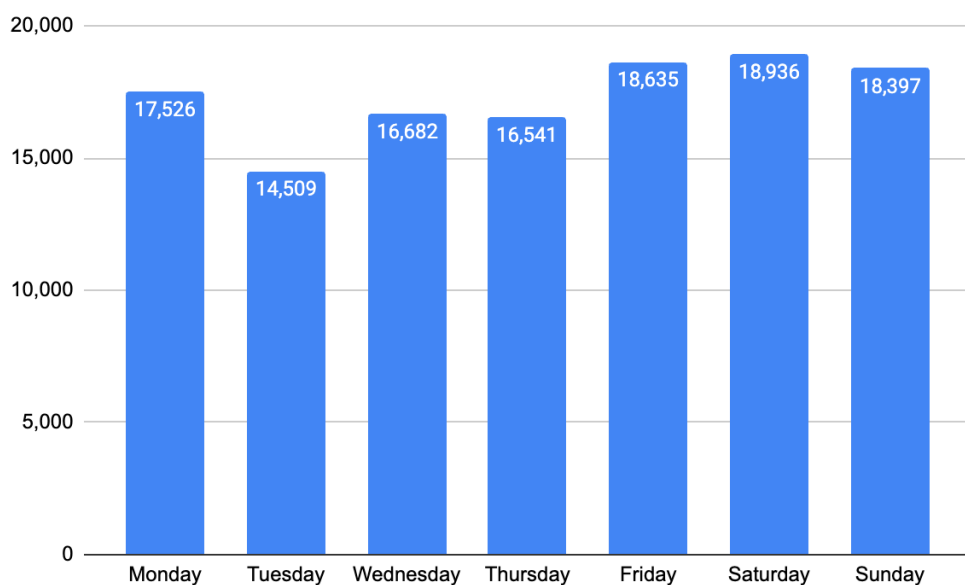


Рис. 4. Объем трафика по дням недели в точке №2 (Кумкурган)

Анализ объема дорожного движения также выявляет структуру дорожного движения в районе Сараосийо. Данные показывают устойчивый рост объема дорожного движения с понедельника по среду, возможно, из-за того, что пассажиры едут на работу и

в школу в течение недели. Однако в четверг и пятницу объем снижается, что указывает на изменение характера поездок, что потенциально может указывать на сокращение рабочих или учебных часов. В выходные дни интенсивность движения в Сараосийо снова возрастает, что указывает на увеличение количества поездок в целях проведения досуга и посещения местных рынков. Эта информация жизненно важна для местных властей Сараосийо для улучшения транспортных услуг, продвижения мер безопасности дорожного движения и улучшения инфраструктуры для удовлетворения меняющихся требований дорожного движения.

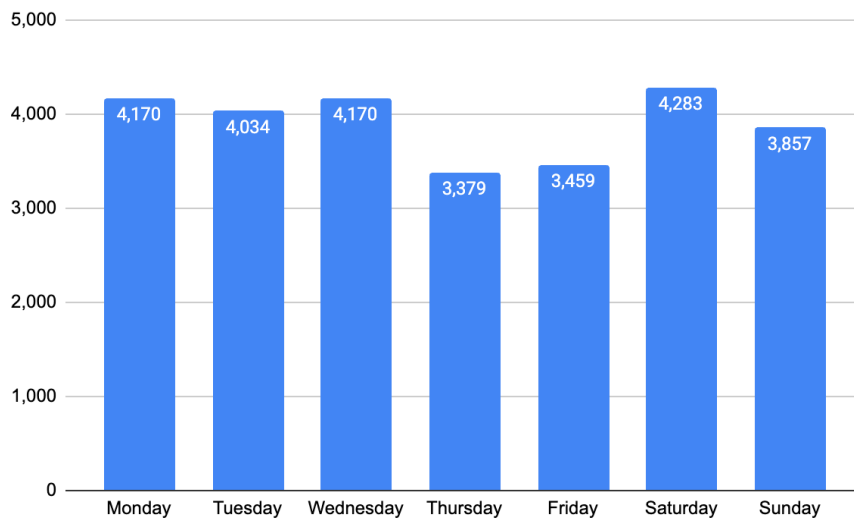


Рисунок 5. Объем трафика по дням недели в точке №3. (Сариасия)

Рисунок 5 дополняет полученные результаты, показывая, что объем трафика в Денау, Шурчи, Кумкургон и Термез является самым высоким по субботам и воскресеньям. Эти районы находятся недалеко от Сариасия и имеют схожие схемы передвижения, что подчеркивает важность координации между этими районами для решения общих транспортных проблем и содействия эффективному управлению дорожным движением.



Рисунок 6. Медленно движущееся транспортное средство, вызывающее заторы

Одним из ключевых факторов, способствующих возникновению заторов, является

взаимодействие между регулярным движением транспорта и медленно движущимися тяжелыми транспортными средствами и автопоездами. Этим большим транспортным средствам часто требуется больше времени и пространства для маневрирования, что приводит к сокращению общего транспортного потока. В результате возникают умеренные заторы, особенно в часы пик, когда на дороге наблюдается большее количество транспортных средств (рис. 6).

ЛИТЕРАТУРА

1. Васильев А.П., Сиденко В.М. Эксплуатация автомобильных дорог и организация дорожного движения: Учебник для вузов. М.: Транспорт. 1990–304 с.
2. Садыков И.С. Прогнозирование и управление транспортно-эксплуатационными качествами автомобильных дорог. Учебник для вузов. Ташкент: Адолат, 2004. – 238с.
3. МШН 24-2005. Технические правила по ремонту и содержанию автомобильных дорог. Ташкент: ГАК Узавтойул, 2005. – 36с.
4. ИКН 14-10. Инструкция, по оценке транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог общего пользования. Ташкент: ГАК Узавтойул, 2010. – 52с.
5. МКН 1-2007. Типовая инструкция по техническому учету и паспортизации автомобильных дорог общего пользования. Ташкент: ГАК Узавтойул, 2007.

УДК 625. 7/8. 004

СЛОЖНОСТИ ОЦЕНИВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В ГОРНОЙ МЕСТНОСТИ

Едгоров Жамолиддин Намозович

Термезский инженерно-технологический институт, ассистент, edgorovjamoliddin@gmail.com

Аннотация. В статье проанализировано влияние продольного уклона дороги и режима движения автомобиля на нормальные реакции колёс и приведен расчетно-экспериментальный метод определения продольного уклона дороги. Обеспечение нормативной циклической долговечности сварных металлических пролетных строений железнодорожных мостов с усталостными трещинами на основе совершенствования и внедрения в практику прогрессивных технологий пайки и индукционного нагрева для локализации усталостных трещин.

Abstract. The influence of the longitudinal slope of the road and the vehicle's driving mode on the normal reactions of the wheels is analyzed and a computational and experimental method for determining the longitudinal slope of the road is presented. The article ensures the standart cyclic durability of welded metal spans of railway bridges with fatigue cracks based on the improvement and impelementation into practice of advanced soldering and induction heating technologies for localizing fatigue cracks.

Annotatsiya. Maqolada, yo'lining bo'ylama qiyaligi va transport vositasining harakatlanish rejimining g'ildiraklarning normal reaksiyalariga ta'siri tahlil qilinadi va yo'lining bo'ylama qiyaligini hisoblash va eksperimental usuli keltirilgan. Temir yo'l ko'priklarining payvandlangan metall oraliqlarining standart siklik chidamliligini takomillashtirishni amalga oshirish va yorilgan joylarini ta'mirlash va charchagan joylarni yoriqlarni lokalizatsiya qilish uchun ilg'or yechim va induksion isitish texnologiyalarini amaliyotga joriy etish.

Ключевые слова: интенсивность движения, железнодорога, мост, ровность, поток.

Key words: traffic intensity, railway, bridge, evenness, flow.

Kalit so'zlar: Transport intensivligi, temiryo'llar, ko'prik, to'g'riligi, oqim

Рельеф местности по условиям эксплуатации автомобилей в зависимости от высоты расположения над уровнем моря подразделяется на равнинный (до 500 м), холмистый (500-1000 м), горный (1000-2000 м) и высокогорный (свыше 2000 м) [8]. А также горные условия эксплуатации определяются географическим расположением местности, представляющей сочетание возвышенностей, плоскогорий, высокогорных перевалов, извилистых глубоких ущелий, многочисленных оврагов и водотоков. Поэтому горные автомобильные дороги по своему характеру чрезвычайно разнообразны и по некоторым показателям, например, таким как интенсивность смены уклонов продольного профиля, степень извилистости плана трассы, разность высотных отметок и т.д., принципиально отличаются от дорог в равнинной местности.

Горные регионы занимают около 22 % территории Узбекистана [9, 10]. Сложный рельеф местности в горных регионах оказывает большое влияние на режим и безопасность движения автомобилей. Большая протяженность участков с максимальными продольными уклонами, кривыми малых радиусов в плане, зачастую с необеспеченной видимостью, заставляют водителей резко изменять режимы движения автомобилей, что часто ведет к возникновению аварийных ситуаций. Наибольшее влияние на скорость и

безопасность движения автомобилей горных дорог оказывают кривые в плане малого радиуса с большими углами поворота, число которых составляет 2-3 на 1 км. Горные автомобильные дороги Узбекистана составляют около 3 % от общей сети автомобильных дорог.

Дорожные и климатические условия горной местности негативно влияют на работоспособность автомобилей, их агрегатов и механизмов. Мощность двигателя при подъеме автомобиля на каждые 1000 м до высоты 3000 м снижается на 10 - 13 % из-за ухудшения наполнения цилиндров воздухом [4]. Резко ухудшается и охлаждение двигателя вследствие снижения температуры кипения воды (в среднем 5°C на каждые 1500 м высоты), снижения производительности вентилятора и теплопередачи от радиатора в окружающую среду.

Перегрев двигателя вызывает разжижение масла в картере двигателя и ухудшает его эксплуатационные свойства. Между тем снижение вязкости масла может стать причиной повышенного износа деталей двигателя.

С повышением высоты местности над уровнем моря ухудшаются условия работы электрооборудования: уменьшается сопротивление изоляции электропроводов и приборов, усиливается испарение электролита из аккумуляторных батарей, снижается надежность работы деталей и приборов.

В горной местности в среднем 12 - 15 % пути движения автомобиля осуществляется с использованием тормозов. На затяжных спусках температура тормозных накладок достигает 350-400°C, тормозных барабанов - 280 - 300°C, вследствие этого тормозной путь увеличивается в 2 раза и более по сравнению с допустимым.

Для изучения влияния метеорологических условий на мощность и экономичность двигателя [3] применен метод аналитического определения влияния температуры и давления воздуха на коэффициенты наполнения и избытка воздуха, индикаторный КПД и величину механических потерь, т.е. на те параметры, которые входят в формулы мощности и расхода топлива, выбранные для анализа.

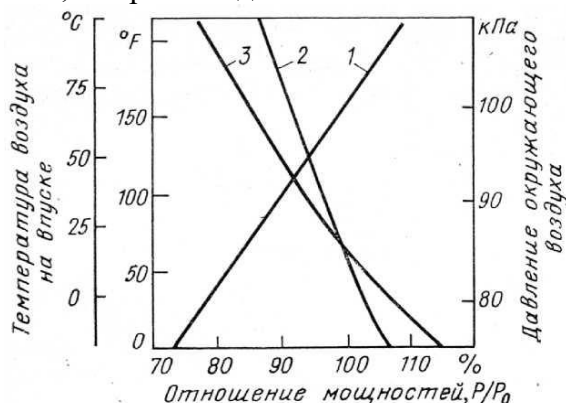


Рис.1. Влияние атмосферных условий на изменение мощности двигателя в зависимости от: 1- давления окружающего воздуха; 2-температуры воздуха на впуске бензинового двигателя; 3-температуры воздуха на впуске дизельного двигателя.

На этой основе расчетным путем определены и построены графики, показывающие влияние атмосферных условий на индикаторную и эффективную мощности, величину механических потерь и удельный расход топлива для дизелей и карбюраторных двигателей, которые рекомендуется использовать для учёта влияния атмосферных условий на мощность и топливную экономичность двигателей.

Эксплуатация подвижного состава в горных условиях, как подчеркивается в ряде работ, вносит свои определенные коррективы [6, 7], которые затрагивают не только сферу технической эксплуатации, но и коммерческую сферу. Производительность транспортного средства, следовательно, перевозочные процессы, в горных условиях при одинаковых расстояниях маршрута могут быть различными в зависимости от направления движения на подъем или спуск. Такое обстоятельство определяет организацию сопоставительного исследования перевозочного процесса в двух противоположных направлениях с определением продольного уклона дороги.

Приведены программы и результаты лабораторных исследований образцов, выполненных индукционной и МИГ-пайкой, с целью обоснования возможности применения паяных соединений для локализации усталостных трещин в сварных металлических пролетных строениях. Программа испытаний включала подбор оптимальной температуры пайки конструкционной стали, прочностные испытания образцов для выбора припоя, прочностные и циклические испытания образцов с усталостными трещинами, локализованными с применением паяных соединений.

В начале главы дано описание оборудования и разработанного ПОД руководством автора комплекса индукционного нагрева.

Первая задача, которая решалась в рамках лабораторных исследований, заключалась в выборе оптимальной температуры нагрева мостовых низколегированных сталей, при которой не происходит существенных (больше 10 %) изменений их механических характеристик (временного сопротивления и предела текучести). Цилиндрические «гагаринские» тип IV по ГОСТ 1497-84 образцы нагревали до различных температур и после их остывания проводили стандартные испытания на прочность.

Проведенные испытания показали, что нагрев конструкционной стали 10ХСНД до температуры плюс 900 °С не ведет к существенному изменению ее прочностных характеристик. Нагрев стали до температуры плюс 1200 °С и более приводит к исчезновению площадки текучести и увеличению временного сопротивления разрыву. Исчезновение площадки текучести ведет к увеличению вероятности образования усталостных трещин в процессе эксплуатации. Диаграммы деформаций контрольных образцов приведены на рисунке 3. Оптимальной температурой нагрева основного металла конструкции сварных пролетных строений при индукционной пайке является диапазон от плюс 700 °С до плюс 900 °С.

Развитие линии по склонам и перевальным дорогам Переходные участки от долинных трасс к перевальным участкам характеризуются большими продольными уклонами местности, превышающими допустимый на дороге. Для возможности проложения трассы приходится искусственно увеличивать ее длину (развивать трассу) заходами в боковые долины. В отличие от проектирования долинной трассы на участках развития дороги прокладывают с продольными уклонами, близкими к максимальным, используя каждую возможность набора высоты. Применяются и более сложные способы развития трассы, как, например, проложение трассы дороги по спирали с тоннелями и эстакадами, что позволило в примере, показанном на рисунке, при расстоянии между начальной и конечной точками по воздушной линии 500 м преодолеть разность отметок в 80 м. Подходы к перевалам характеризуются значительными продольными уклонами, большим числом кривых, наличием обратных кривых - серпантин, большими объемами скальных работ. На них часто приходится устраивать специальные инженерные сооружения - снегозащитные галереи и тоннели. Сами же перевалы и горные плато имеют сравнительно спокойный рельеф и меньшие, чем на подходах к ним, уклоны. На

перевальных участках особенно сильно проявляются климатические особенности высокогорных районов. Перед началом проектирования должны быть установлены уровни и сроки опускания ледников и снеговой линии, места устойчивых туманов и другие характеристики, позволяющие наметить целесообразную высоту расположения тоннельных вариантов, а также оценить транспортные качества будущей дороги с учетом особенностей работы автомобильных двигателей в высокогорных условиях. Мощность автомобильных двигателей зависит от плотности воздуха. Состав горючей смеси характеризуется отношением количества действительно используемого кислорода к теоретически необходимому (коэффициент избытка воздуха). Автомобильные двигатели обычно работают на смесях с коэффициентом избытка воздуха 0,8-1,2. На больших высотах плотность воздуха уменьшается, и вследствие этого наполнение двигателей снижается. Это приводит к снижению мощности двигателей как из-за уменьшения количества кислорода и топлива, попадающего в цилиндры, так и из-за ухудшения процесса сгорания в результате падения давления в конце сжатия. Отражается также на работе двигателей ухудшение их охлаждения в связи с понижением температуры кипения воды. Показания эффективности использования автомобилей с карбюраторными двигателями ухудшаются с поднятием на каждую тысячу метров над уровнем моря. При перевозках на высотах, превышающих 2000 м, необходимо считаться со снижением мощности двигателя. Поэтому при проектировании высокогорных дорог предельный уклон для перевальных участков целесообразно назначать на 10-20% меньшим, чем для участков трассы, расположенных на небольших высотах над уровнем моря.

Необходимость учета высокогорности при проектировании дорог возникает довольно часто. Наиболее высокие горные перевалы на дорогах Кавказа расположены на высоте 2500-2800 м. Перевал Ак-Байтал на Памирском тракте (Ош - Хорог) находится на высоте 4800 м над уровнем моря. Динамический фактор составляет на нем лишь 44% от номинального. Высокогорность отражается и на работе водителей, увеличивая время реакции водителей. По данным В. Д. Чебыева, при 85%-ной обеспеченности оно составляет: на высотах от 1 до 2 км - 1,2 с; от 2 до 3 км - 1,8 с; от 3 до 4 км - 2 с и выше 4 км - 2,2 с. Для пересечения горных хребтов выбирают перевалы с наименьшей высотой, расположенные близко к заданному направлению трассы и имеющие удобные подходы, позволяющие развить трассу. Основная особенность перевальных ходов - необходимость искусственного удлинения («развития») трассы, вызванная тем, что уклон местности по прямому направлению обычно превышает заданный предельный уклон. Линию развивают, ориентируясь не на предельный, а на несколько меньший уклон, который называется руководящим. Его принимают на 10-15% меньше предельного, учитывая неизбежность последующего сокращения длины трассы при окончательном трассировании из-за спрямления мелких переломов в плане, вписывания кривых в углы поворота и уменьшения продольных уклонов на кривых малого радиуса. Чем сложнее рельеф горного склона и выше требования к плавности трассы, тем больше следует снижать значение заданного уклона. **Трассирование дороги на перевальных участках ведут от перевала к долине.** На верхней части склона при сильно изрезанном рельефе иногда приходится в верхней части склона между перевалом и вершиной долины трассу развивать зигзагами, прокладывая ее максимально допустимыми уклонами. В связи со сложностью работ в горной местности целесообразно вначале выбрать трассу по материалам аэрофотосъемки или по крупномасштабным планам в горизонталях. На месте можно лишь ориентировочно наметить возможное направление дороги. Проложив по склону магистральный теодолитный ход, снимают план в горизонталях для полосы

шириной 100-150 м, по которому камерально проектируют трассу, обычно составляя несколько ее вариантов. В пределах этой же полосы выполняют детальную инженерно-геологическую съемку. Выбранный вариант затем переносят на местность и окончательно корректируют в процессе разбивки.

При изысканиях без предварительного проектирования по плану в горизонталях для проложения магистрального хода используют теодолит. Инструмент устанавливают в начальной точке трассы и придают зрительной трубе угол, соответствующий принятому для трассирования предельному уклону. Затем трассировщик посылает реечника по направлению будущей трассы на расстояние 50-100 м. На рейке условным знаком отмечают высоту инструмента. Заставляя реечника передвигаться вправо или влево, трассировщик устанавливает рейку таким образом, чтобы пересечение нитей совпадало с отметкой на рейке. Затем теодолит переносят на место дальней рейки и выставляют рейки по новому направлению трассы. Отдельные участки намеченной трассы спрямляют и назначают углы поворотов.

ЛИТЕРАТУРА

1. О'zME. Birinchi jild. Toshkent, 2000-yil
2. Уроков А.Х., Мирзабеков М.С, Осенка безопасности движения на горных автомобильных дорогах Узбекистана. Т: Вестник. ГАДИ.№1, 2001, 91-95 с.
3. Лысенко И.З. Принципы разработки высокогорных месторождений [Текст]:/ И.З. Лысенко- Алмата. Изд. «Наука» Казахской ССР. 1966г, с.395
4. Трескинский С.А. Горные дороги:/ С.А. Трескинский // Изд-во «Транспорт», - М.: 1974г, стр. 1-368.
5. Айтматов И.Т., Геомеханическое обоснование прогноза оползней в покровных отложениях горно-складчатых областей [Текст]:/ И.Т.
6. Айтматов, К.Ч. Кожогулов, О.В. Николская //Вопросы геомеханики и разработки месторождений полезных ископаемых (ИФимГПИ №1). - Бишкек: Илим, 1997. – С. 9-20.
7. Sh.N.K 3.06.03-21 “Avtomobil yo'llari”
8. Sh.N.K 2.05.02-07 “Avtomobil yo'llari”
9. Sh.N.K 1.02.10-12 “Qurilish uchun muhandislik gidrometeorologiya izlanishlari” qoidalar to'plami
10. IQN 88-13 “Umumiy foydalanishdagi avtomobil yo'lining «qamchiq» dovoni qismi va tonnellarni saqlash, qishki qarov, ko'kalamzorlashtirish, joriy ta'mirlashda vaqt va xarajatlar me'yori bo'yicha yo'riqnomasi”
11. Выбор рационального типа автомобиля тягача для перевозки нефтепродуктов в условиях Камчикского перевала. Заключительный отчет А-13-100 по ГНТП. - Ташкент,
12. Загородний Н.А. Повышение эффективности эксплуатации автомобилей обеспечением рациональных значений эксплуатационных параметров их шин: Дис. .канд. техн. наук. - Белгород, 2010. - 150 с.
13. МШН 24-2005. Технические правила по ремонту и содержанию автомобильных дорог. Ташкент: ГАК Узавтойул, 2005. – 36с.
14. ИКН 14-10. Инструкция, по оценке транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог общего пользования. Ташкент: ГАК Узавтойул, 2010. – 52с.
15. МКН 1-2007. Типовая инструкция по техническому учету и паспортизации автомобильных дорог общего пользования. Ташкент: ГАК Узавтойул, 2007.
16. ИКН 02-10. «Нормы времени на работы по содержанию автомобильных дорог общего пользования», Ташкент: ГАК Узавтойул, 2010.

SHAHAR KO'CHALARIDA TRANSPORT VOSITALARI HARAKAT TEZLIGINING O'ZGARISHINI TADQIQ QILISH

Kulmuradov Dilshod Istamovich

Jizzax politexnika instituti, p.f.f.d., dotsent v.b. "Transport vositalari muhandisligi" kafedrası

Annotatsiya. Ushbu tadqiqot ishida shahar ko'chalarida transport vositalari tirbandligini tartibga solishni tadqiq qilish, ko'chalarda avtomobillarni o'tkazuvchanlik qobiliyatini oshirish bo'yicha tadbirlar ishlab chiqish, ko'chalarda harakatlanayotgan transport oqimining asosiy xususiyatlarini o'zgarish qonuniyatlarini aniqlash, ko'chalarda tirbandlik bilan bog'liq yo'l-transport hodisalari sonini kamaytirish tavsiyalarini ishlab chiqish hamda avtomobil transporti ishining samaradorligi va xavfsizligini ta'minlash, jamoat transporti va maxsus vakolatli transport vositalarining harakatlanishiga imtiyoz yaratish harakat xavfsizligini ta'minlash maqsad qilib olingan.

Аннотация. В данной научно-исследовательской работе изучаются вопросы регулирования движения транспортных средств на улицах городов, разработка мероприятий по увеличению пропускной способности транспортных средств на улицах, определение закономерностей изменения основных характеристик транспортного потока на улицах. с движением на улицах, разработка рекомендаций по снижению количества связанных с ними дорожно-транспортных происшествий и обеспечению эффективности и безопасности работы автомобильного транспорта, созданию льгот для движения общественного транспорта и специально уполномоченных транспортных средств, обеспечению безопасности дорожного движения.

Abstract. In this research work, the study of the regulation of vehicle traffic on city streets, the development of measures to increase the capacity of vehicles on the streets, the determination of the laws of change of the main characteristics of the traffic flow on the streets, with the traffic on the streets, the development of recommendations to reduce the number of related road traffic accidents and to ensure the efficiency and safety of road transport work, to create privileges for the movement of public transport and specially authorized vehicles, to ensure traffic safety.

Kalit so'zlar: yo'l tarmog'i, avtobus, mikroavtobus, yo'l transport hodisalari, haydovchi, piyoda, atrof-muhit, avtomobil, yo'l, to'qnashuv.

Ключевые слова: дорожная сеть, автобус, микроавтобус, дорожно-транспортные происшествия, водитель, пешеход, окружающая среда, автомобиль, дорога, столкновение.

Key words: road network, bus, minibus, traffic accidents, driver, pedestrian, environment, car, road, collision.

O'zbekiston Respublikasi mustaqillikka erishgandan so'ng, mamlakatimizda ijtimoiy-iqtisodiy o'zgarishlar hayotga joriy etila boshlandi. Chunonchi, avtomobil ishlab chiqarish sanoati yo'lga qo'yildi, yo'l qurilish sohasida keng o'zgarishlar ro'y berdi, shu bilan birga chet el davlatlari bilan savdo-sotiq aloqalari joriy etila boshlandi. Yana shuni aytib o'tish joizki mamlakat aholisining soni yildan-yilga ortib borishi bilan shahar hududi kengayib, aholining avtomobil transportiga bo'lgan ehtiyoji yanada ko'paymoqda. Bu esa tabiiy ravishda Respublika avtomobil yo'llarida, shu jumladan shahar magistral ko'chalarida harakat miqdorining yildan-yilga ortishiga olib keldi [1].

Shahar ko'cha-yo'l tarmoqlarining rejalashtirish yechimiga muvofiq shahar uchun 1000 kishiga avtomobillashtirish darajasi 170-180 ta avtomobil kritik miqdor hisoblanadi. Yaqin yillarda Jizzax shahrida avtomobillashtirish darajasi me'yoriy ko'rsatkichlardan oshib ketadi,

chunki hozirgi kunda har 1000 kishiga 125 ta avtomobil to'g'ri kelmoqda. Bundan ko'rinib turibdiki, transport vositalarining harakat miqdori jadal sur'atlar bilan ortib bormoqda. Shahar magistral ko'chalarida avtomobillar va jamoat transportlarining xavfsiz harakatlanishlarini tashkil etishda transport vositalari va piyodalar harakatini tavsiflovchi asosiy ko'rsatkichlardan biri harakat miqdoridir [3].

Kuzatish usuli orqali Jizzax shahrining magistral ko'chalarida avtomobillar va jamoat transporti aralash harakatlanadigan, hamda shaharning hozirgi kunda asosiy magistral ko'chalarida olib borildi. Olib borilgan tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, ushbu ko'chalarda harakat miqdori yo'lining ahamiyatiga, transport vositalarining tarkibiga, holatiga va shunga o'xshash bir qancha omillarga bog'liq bo'lib, bir-biridan farq qilishini ko'rish mumkin. Harakat miqdori va tarkibining o'zgarishi xarakat tezligi va yo'l -transport xodisalarining o'zgarishiga ta'sir qiladi. Shahar ko'chalarining tasmalarida harakat miqdori va uning tarkibining tez-tez o'zgaruvchanligi kuzatiladi. Yo'llarda xavfsiz harakatni tashkil etishda transport vositalari oqimini maksimal darajada yo'lining geometrik o'lcham imkoniyatlaridan foydalanib, uning har xil bo'laklarida xavfsiz harakat rejimini va yuqori o'tkazish qobiliyatini ta'minlashga qaratiladi.

Bunda transport vositalarini yuqori samaradorlik bilan harakatlanishiga qaratilgan tadbirlar tizimi ishlab chiqiladi. Transport oqimining o'zgarishi nafaqat harakat miqdorining o'zgarish natijalariga emas, balki yo'l sharoitining holatiga ham bog'liq. Ayniqsa transport vositalari aralash harakatlanadigan katta shahar ko'chalarida transport vositalarining asosiy xususiyatlarini o'rganishda katta ta'sir ko'rsatadi. Shuningdek uzun ko'chalarda yo'l sharoitining o'zgarishi transport oqimida harakatlanayotgan o'zaro ta'sirlashuvchi avtomobillarda og'ir kechadi. Avtomobil yo'llarida transport oqimining harakat tizimini o'rganishda eng ahamiyatli xususiyatlardan biri bu- transport oqimining harakat zichligidir. Transport oqimining harakat zichligi – transport vositalarining 1 km uzunlikdagi bitta harakat polasasiga joylashgan soni bilan o'lchanadi (q-km/dona) [5].

Bu ko'rsatkich harakat tarkibiga, uning tezligiga va yo'l sharoitiga nisbatan o'zgaradi. Yengil avtomobillardan iborat maksimal transport oqimining zichligi $q_{\text{mak}}=200$ avt/km, bunda tezlik $vq0$ km/soatga, transport oqimining optimal zichligi $q_{\text{opt}}=15-25$ avt/kmga ega bo'ladi.

Transport oqimining zichligi oshib borgan sari transport vositalari oraliq masofasi kamayishi, tezlikning kamayishi hamda haydovchilarning psixologik ish rejimining qiyinlashishi umumiy yo'l harakatining noqulayligiga olib keladi. Eng katta transport oqimining zichligi transport vositalarining to'htab qolish ("zator") holatida kuzatiladi. Transport oqimining zichligini quyidagicha baholash mumkin

$$Q = \frac{N}{V} \quad (1)$$

bu yerda: N- bitta polasadagi harakat miqdori, avt/km V-transport oqimining zichligi, km/soat.

Bu ko'rsatkich harakat miqdori "N" va yo'l sharoiti o'zgarishiga bog'liq, chunki "N" ko'rsatkichi o'zgaruvchan. Transport oqimining zichligini aerofotosyomka yoki yo'lining yon tarafidan baland joydan kinosyomka qilish orqali aniqlanadi. Transport oqimining zichligi yuqori bo'lgan paytlarda yo'lining yuklanganlik darajasi ortishiga, shu bilan birga transport oqimining tezligini kamayishiga olib keladi. Bu xollarda tabiiy ravishda transport vositalaridan atrof-muhitga chiqayotgan ortiqcha zaharli moddalar soni kattalashishiga olib keladi. Transport vositalaridan chiqayotgan chiqindi gazlarning kamaytirishda transport oqimining zichligini kichik ko'rsatkichga keltirish, buning uchun oraliq masofani saqlagan holda 40 dan 60 km/soatgacha tezlik bilan harakatlanishni ta'minlash kerak [6]. Xarkova milliy avtomobil – yo'llar univesiteti olimlari dots.L.A.Kovalenko, ass.S.N.Urdziklar transport oqimining harakat zichligi, harakat miqdori va tezligini bog'lovchi qonuniyatni ishlab chiqishdi:

$$N_{\max} = D_{\max} \cdot V \quad (2)$$

Bu yerda D_{\max} me'yoriy harakat miqdori, shahar ko'chalarida o'tkazuvchanlik qobiliyatini miqdorini belgilab beradi. Yilning har xil vaqtlarida olib borgan eksperimental tadqiq ishlariga asosan, harakat zichligi va harakat tezligi orasidagi bog'liqlikni quyidagicha shaklga keltirishdi:

quruq ob-havo sharoiti uchun

$$D_{\max} = 125 - 0,88 \cdot V \quad (3)$$

yog'ingarchilik sharoiti uchun

$$D_{\max} = 125 - 1,10 \cdot V \quad (4)$$

Shuni aytish kerakki, yog'ingarchilik sharoiti quruq havo sharoitiga nisbatan harakat zichligini, o'tkazish qobiliyati va transport oqimining tezligiga ko'proq ta'sir ko'rsatadi [11]. Shuning uchun transport oqimining harakatlanish xavfsizligi va uning holatini baholashda ko'proq miqdorda harakat zichligini va harakat tezligini yuqori aniqlikda aniqlash talab etiladi. Shahar ko'chalarida eksperimental kuzatishlar olib borishdan maqsad harakat tezligini o'zgarish qonuniyatini o'rganish, har xil sharoitlarda transport oqimining harakat zichligini o'zgarishini o'rganish hamda transport oqimining asosiy xususiyatlari orasidagi qonuniyatlarni o'rganishdir. Transport oqimining zichligi harakat tezligining pastligi va harakat notekisligi orqali ham xarakterlanadi. Transport oqimining harakat zichligini o'rganish uchun harakat zichligiga yo'l sharoitining ta'sirini va "tezlik-zichlik" bog'liqligini tadqiq qilinadi. Harakat zichligi vaqt davomida yo'lning ahamiyatiga bog'liq ravishda o'zgarib turadi. Harakat zichligining yuqori qiymatini ko'proq qiyaliklarga ko'tarilishlarda, temir yo'l kesishmalari atrofida, aholi yashash joylarining qatnov qismi tor bo'lgan ko'chalarida kuzatiladi. Balandliklarga ko'tarilishlarda harakat jadalligi ortishi bilan transport oqimining zichligi ortib boradi. Kesishmalar oldida harakat zichligi ortib boradi va yuqori darajaga etadi hamda kesishmalardan so'ng to'g'ri yo'l bo'laklari boshlanishi bilan kamayib boradi. Aholi yashash joylariga kirishdan 150-200 metrdan so'ng harakat zichligi yuqori ekanligini kuzatish mumkin. Harakat zichligi ortib borishi bilan xavfsizlik koeffitsiyenti kamayib boradi [12].

Transport oqimining zichligi bo'yicha eksperimental ilmiy izlanishlar olib borgan V.M.Trubunskiy [3] "tezlik - zichlik" bog'likligiga aniqlik kiritdi. "Tezlik-zichlik" bog'liqligi va avtomobillar oqimining asosiy xususiyatlari bilan bog'liklik darajasini quyidagi formula ko'rinishiga keltirdi:

$$N = v \cdot q \quad (5)$$

$$V = v_{cb} - \beta \cdot q + \alpha \cdot p \quad (6)$$

bu yerda: N - harakat miqdori, avt/ soat

q - harakat zichligi, avt/km

v - ko'rib chiqilayotgan jadallikdagi harakat tezligi, km/soat

v_{cb} - erkin sharoitdagi harakat tezligi, km/soat

α - harakat tarkibiga ta'sirini hisobga oluvchi koeffitsiyent

p - harakat tarkibidagi engil avtomobillar soni, %

Yo'l sharoiti har xil bo'lganda darajalanish koeffitsiyentini aniqlash:
to'g'ri yo'l bo'lagida

$$N = 81 \cdot v - 1,5 \cdot v^2 + 0,125 \cdot p \cdot v \quad (7)$$

radiusi 35 m bo'lgan rejadagi egrilikda

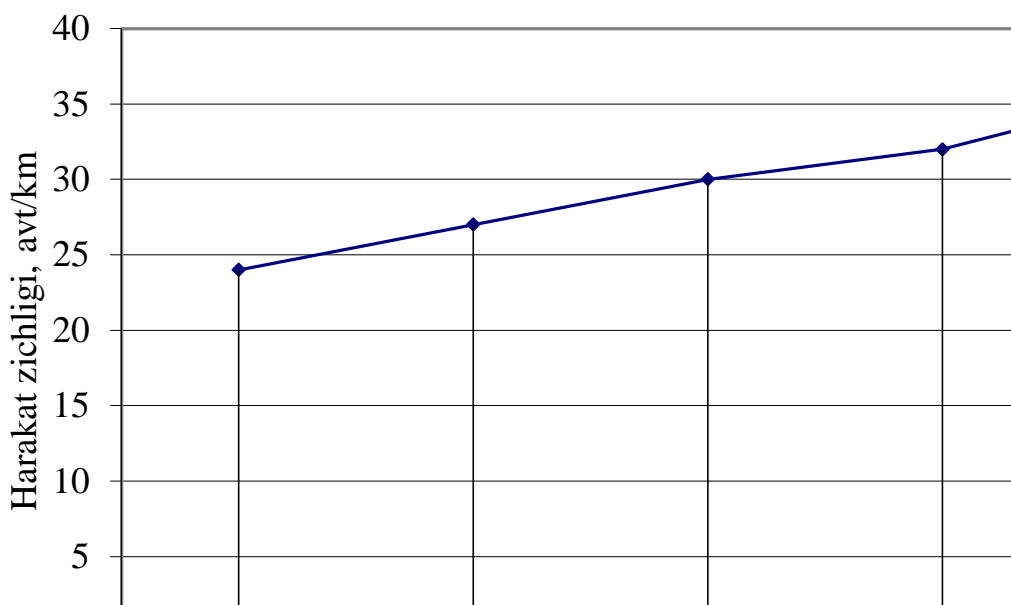
$$N = 96 \cdot v - 3,76 \cdot v^2 + 0,422 \cdot p \cdot v \quad (8)$$

50 % burchak ostida balandliklarga ko'tarilishlarda

$$N = 75 \cdot v - 1,73 \cdot v^2 + 0,175 \cdot p \cdot v \quad (9)$$

Bundan V.M.Trubunskiy yo'l sharoitining yuqori darajadagi harakat zichligiga bog'likligini quyidagicha izohladi: radiusi 35 m bo'lgan rejadagi egriliklarda 96 avt/km, 50 % burchak ostida balandliklarga ko'tarilishlarda 75 avt/km, to'g'ri yo'l bo'laklarida 81 avt/km ni tashkil etadi. Demak, transport oqimining zichligiga to'g'ri yo'l bo'laklariga qaraganda balandliklarga ko'tarilishlarda ko'proq ta'siri hamda asosan kichik radiusli egriliklarda ta'sir etishi aniqlandi. 2-rasmda olib borgan tadqiqot ishimga asosan Jizzax shahrining Sh.Rashidov ko'chasida harakat zichligining har xil vaqtlarda o'zgarish diagrammasi keltirilgan. Ushbu grafikdan tahlil qilib ko'rsak, harakat zichligi harakat miqdori ortgan sari ko'payib bormoqda. Ushbu ko'chada harakat miqdori eng kam bo'lganda, ya'ni 2725 avt/soat ni tashkil etganda, harakat zichligi o'rtacha 30 avt/kmni tashkil qildi. Xuddi shunday yo'l sharoitlarida kunning boshqa vaqtlarida harakat miqdori 2930, 4300 va 4600 avt/soatni tashkil etgan vaqtlarda harakat zichligi o'rtacha 38, 40 va 43 avt/km atrofida bo'lishi aniqlandi.

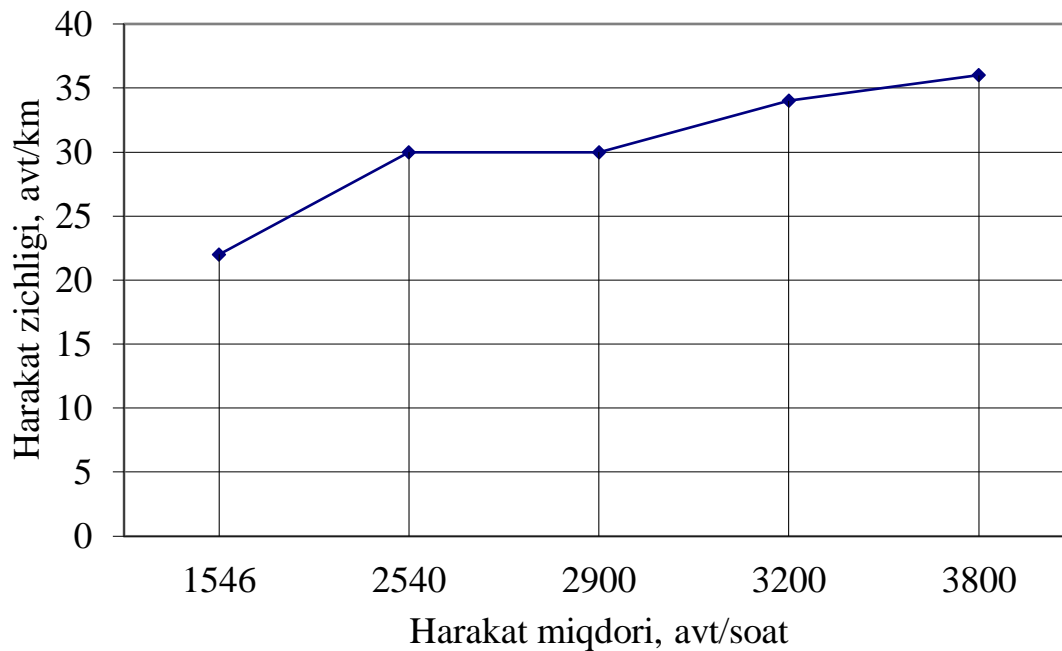
Harakat miqdori ancha jadallashgan vaqtlarda ya'ni 5200 avt/soat atrofida bo'lganda harakat zichligining eng yuqori qiymati 48 avt/km atrofida aniqlandi. Shuningdek, 3-rasmda Mustaqillik ko'chasida olib borgan tadqiq ishimga asosan harakat zizligining o'zgarish grafigi keltirilgan.



1-rasm. Mustaqillik ko'chasida harakat zichligining o'zgarishi

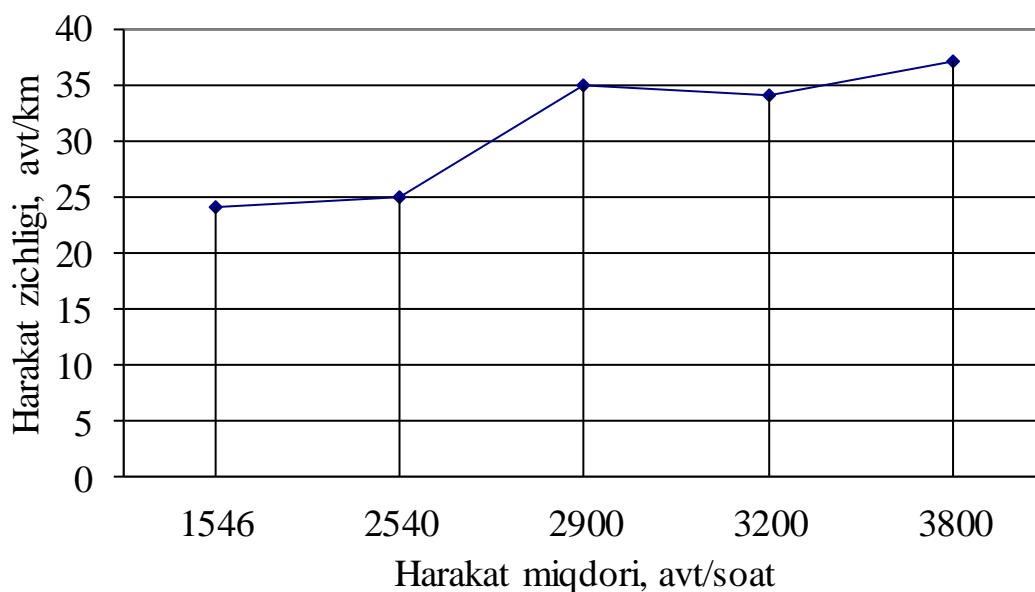
Mustaqillik ko'chasida harakat zichligi Sh.Rashidov ko'chasiga nisbatan kam ekanligini aytish mumkin. Ushbu ko'chada harakat miqdori 1546 avt/soat atrofida bo'lganda harakat zichligi 24 avt/kmni tashkil etishi aniqlandi. Harakat miqdori ortib borgan sari, ya'ni 2540, 2900 avt/soat bo'lgan holatlarda harakat zichligi 27, 30 avt/kmni tashkil etgan bo'lsa, harakat miqdori jadallashgan paytlarda, ya'ni, 3800 avt/soatda harakat zichligining yuqori qiymati 36 avt/km atrofida bo'lishi kuzatildi. I.Karimov ko'chasida zichlikning o'zgarishi grafigini 4-rasmda ko'rish mumkin. I.Karimov ko'chasida harakat miqdori eng kam bo'lganda, ya'ni 1546 avt/soat ni tashkil etganda, harakat zichligi o'rtacha 22 avt/kmni tashkil qildi. Xuddi shunday yo'l

sharoitlarida kunning boshqa vaqtlarida harakat miqdori 2540, 2900, 3200 va 3800 avt/soatni tashkil etgan vaqtlarda harakat zichligi o'rtacha 30, 30, 34 va 36 avt/km atrofida bo'lishi aniqlandi. Xuddi shunday yo'l sharoitlarida kunning boshqa vaqtlarida harakat miqdori 2540, 2900, 3200 va 3800 avt/soatni tashkil etgan vaqtlarda harakat zichligi o'rtacha 25, 35, 34 va 37 avt/km atrofida bo'lishi aniqlandi.



2-rasm. I.Karimov ko'chasida harakat zichligining o'zgarishi.

A.Navoiy ko'chasida zichlikning o'zgarishi grafigini 5-rasmda ko'rish mumkin. A.Navoiy ko'chasida harakat miqdori eng kam bo'lganda, ya'ni 1546 avt/soat ni tashkil etganda, harakat zichligi o'rtacha 24 avt/kmni tashkil qildi.



3-rasm. A.Navoiy ko'chasida harakat zichligining o'zgarishi.

Demak, harakat zichligi birinchi navbatda harakat miqdori bilan uzviy bog'liq ekan. Harakat miqdori o'zgarib borgan sari harakat zichligi ham o'zgarib borar ekan. Shuningdek harakat zichligi yo'l sharoitiga ham bog'liq ekanligini aytish mumkin. Yo'llarda xavfsiz harakatni ta'minlashda va yo'l harakatini tashkil etishda transport oqimi xususiyatlarini o'rganish muhim ekan.

XULOSALAR

Transport vositalarining tirbandligi kuzatilayotgan shahar ko'chalarida transport oqimining asosiy xususiyatlari quyidagilar hisoblanadi: transport oqimida harakatlanayotgan transport vositalari harakat tezligi, transport oqimining harakat zichligi, transport vositalarining oraliq masofasi.

Sh.Rashidov, Mustaqillik, I.Karimov va A.Navoiy ko'chalarida transport oqimining zichligini o'rganib tahlil qilganimda, transport oqimining harakat zichligi ortib borishi bilan xavfsizlik koeffitsiyenti kamayib boishni, shuningdek, harakat zichligi harakat miqdori hamda yo'l sharoiti bilan uzviy bog'liq ekanligini aniqladim.

ADABIYOTLAR

1. Sh. Mirziyoyev Buyuk kelajagimizni mard va oliyjanob xalqimiz bilan birga quramiz.–T: O'zbekiston, 2017. – 488 b.
2. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining "O'zbekiston Respublikasi transport vazirligi faoliyatini tashkil etish to'g'risida"gi 2019 yil 1 fevraldagi PQ №4143-sonli Qarori.
3. <http://mosprobki.narod.ru/>
4. Toshshaxartransxizmat uyushmasidan olingan ma'lumotlar.
5. VSN 25-05 Avtomobil yo'llarida harakat xavfsizligini ta'minlash bo'yicha ko'rsatmalar. Tashkent: Uzosstroy ,2005.-190s.
6. O'zbekiston avtomobil-yo'l kompleksining dolzarb vazifalari" respublika ilmiy-amaliy anjuman materiallari to'plami.Toshkent, TAYI. I qism, 2008 y., -440 b.
7. Rajapov A.D. «Transport vositalarining tirbandligini kamaytirishni taqiqot etish».«Avtomobil va yo'llar kompleksini rivojlantirishda kadrlarning tutgan o'rni» iqtidorli yoshlarning ilmiy-amaliy anjumani. Toshkent 2009 y.
8. Azizov Q.X., va boshqalar. YHQ va XHA ma'ruzalar matni. Toshkent. II qism, 2010 y., - 74 b.
9. Кременец Ю.А., Печерский М.П., Афанасьев М.Б. Технические средства организации дорожного движения.—М.:ИКЦ «Академкнига», 2005.—279 с.
10. Алимханов Х.А. Оптимизация программ жесткого светофорного регулирования дорожного движения на перекрестке. Автореферат диссертации на соискание уч. степени к.т.н. Москва. 2004-24 стр.
11. Umirov, I., Turushev, S., & Ravshanov, F. (2021). Yo'l bo'laklarining harakatlanish xavfsizligiga ta'sirini tahlil qilish. Academic research in educational sciences, 2(2).
12. Karimovich, A. A., & Abdukarimovich, U. B. (2021). Method of ensuring traffic safety on slippery roads.

УДК. 05.09.04

YANGI QURILGAN TURAR JOY BINOLARINII SUV BILAN TA'MINLASHDA QUVURLARDAN O'TUVCHI SUVNING HARAKAT DINAMIKASINI O'RGANISH

Karimov Komolxon Abbosovich

I.Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti. t.f.d. professor, komolxon.karimov@gmail.com

Toirov Murtoza Shavqidinovich

Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti PhD doktor, dotsent. toiro.murtoza@mail.ru

Annotatsiya. Ushbu maqolada mukammal arxitektura asosida qurilayotgan zamonaviy binolar va aholi turar joylarini suv bilan ta'minlashda suyuqlikning quvur ichidagi dinamik harakati, miyyoriy hujjatlar asosida yangi quvur tarmoqlarini barpo etish ishlari muhokama qilingan, shu bilan bir qatorda ushbu magistral quvurlardan otayotga bosim ostidagi suvni aholi turar joylari uchun kichik diametrli quvur tarmoslar orqali yetkazib berishda moderinizatsiyalangan ratsional tejamkor texnologiyalardan foydalanish yuqori tejamkorlikning ustivor tayanchi ekanligi haqida ma'lumotlar keltirilgan.

Аннотация. В данной статье рассматривается динамическое движение жидкости внутри труб при водоснабжении современных зданий и жилых массивов, возводимых на базе современной архитектуры, строительство новых сетей трубопроводов на основе нормативных документов, а также обеспечение воды под давлением из этих магистральных трубопроводов в жилые районы населения, что применение модернизированных рациональных экономически эффективных технологий при прокладке трубопроводов малого диаметра является основным обеспечением высокой экономической эффективности.

Abstract. This article examines the dynamic movement of liquid inside pipes during the water supply of modern buildings and residential areas built on the basis of modern architecture, the construction of new pipeline networks based on regulatory documents, as well as the provision of pressurized water from these main pipelines to residential areas of the population, which is the use of modernized rational, cost-effective technologies for laying small-diameter pipelines is the main guarantee of high economic efficiency.

Kalit so'zlar: magistral quvur tarmoqlari, yangi qurilayotgan binolar, suv taminoti, suyuqlikning harakat dinamikasi, vaqt tejamkorligi, moderinizatsiyalangan ratsional tejamkor texnologiyalar.

Ключевые слова: линия магистральных трубопроводов, новостройки, водоснабжение, динамические движения, жидкость полости трубопроводов, экономия времени, модернизированные рациональные экономичные технологии.

Key words: main pipeline line, new buildings, water supply, dynamic fluid movements inside the pipeline cavity, time saving, modernized rational economical technologies.

Kirish

Oxirgi o'n yillikni olib qaraganimizda, respublikamiz shaharlarida ko'p qavatli uylar qurilishini davlat dasturiga kiritilishi, yangidan-yangi mikrorayonlar va kichik shaharlarning paydo bo'lishiga olib keldi va olib kelmoqda, ushbu qurilgan ko'p qavatli uylarga komunal xizmatlarni ko'rsatishda esa bir qancha echimini kutib yotgan muammolar yuzaga kelib qolgan.

Ushbu muammolardan biri magistral quvur tarmoqlari bosimini tushirmasdan turib magistral quvurlarga teshik ochish va ushbu teshikka yangi quvur tarmog'ini flanetsli shtutser orqali ulashdir. Magistral quvur sirtida sifatli payvand chokini hosil qilish vaqt unimdorligini oshishiga olib keladi.

TEKNOLOGIYA

Sifatsiz payvand chokini hosil bo'lishi quvur ichidagi suvni tashqi atmosferaga chiqishiga olib keladi, natijada karroziya kuzatiladi, bu holat BCH 2-124-80 va BCH 171-84 yo'riqnomasi talablarida ham ko'rsatib o'tilgan (2-rasm).



1-rasm. Yangi qurilayotgan ko'p qavatli uylarga komunal xizmatlar ko'rsatish uchun qurilayotgan yangi magistral quvur tarmoqlari



2-rasm. Yangi qurilayotgan ko'p qavatli uylarning suv quvur tarmoqlarini magistral quvurga ulash jarayoni

Quvur tarmoqlariga yangi loyihalangan quvurlarni payvandlab o'rnatish uchun quvurlar BCH 2-124-80 va BCH 171-84 yo'riqnomasi boyicha quyidagi talablarga javob berishi shart [2,3]:

- quvur tipi (payvand chokli va payvand choksisiz) bo'ladi;
- quvur ichki diametridan o'tuvchi muhitning hajmi quvurning ichki diametriga to'g'ri kelishi shart;
 - quvur devorining qalinligi, o'tuvchi muhitning bosimiga qarab tanlanishi shart y'ani payvand chokli quvurlar 1,25%, payvand choksisiz quvurlar 1,5% zaxira koeffitsenti bilan bosimga bardoshliligi hisoblanib tarmoqlarga payvandlanadi;
 - quvurdan o'tuvchi muhitning quvur materiali karroziyaga uchramasligi BCH 2-124-80 va BCH 171-84 yo'riqnomasida ko'rsatilgan miqdordan oshmasligi shart.
 - quvur tashqi sirtini korroziyabardosh himoya qatlami BCH 2-124-80 va BCH 171-84 yo'riqnomasida ko'rsatilgan talablarga javob berishi shart.

TEKNOLOGIYA

Texnologik quvurlar deb quyidagilarga aytiladi:

- payvand choklari uchun ikki yon tarafida faskalari bor;
- turli tomonga yo'naltirish imkoniyatini beruvchi quvur detallari (otvod, rerexod, troynik, zaglushka) bo'lgan quvurlar;
- taglik, suyanchiqlari yoki ilmoqli ko'tarmalari bor bo'lgan quvurlar;
- briktiruvchi brikmalar (bolt, gayka, shpilka, shayba) bilan germetik zichlangan quvurlar;
- zaporli armaturalar (zadvijka, ventel, kranniklar) o'rnatilgan quvurlar;
- bosimni nazorat qiluvchi priborlar va ularni boshqaruvchi qurilmalari bor quvurlar;
- issiqlikni o'zida ushlovchi yoki korroziyadan himoyalangan quvurlar.

O'tkazayotgan muhitga qarab quvur tarmoqlari quyidagilarga bo'linadi:

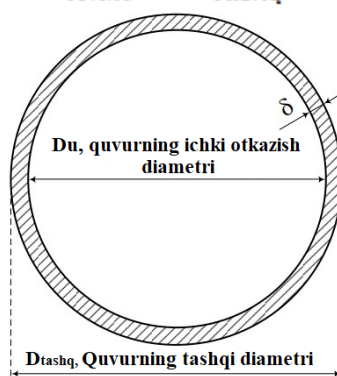
- suv o'tkazuvchi quvurlar;
- bug' o'tkazuvchi quvurlar;
- siqilgan havo o'tkazuvchi quvurlar;
- neft mahsulotlarini o'tkazuvchi quvurlar;
- moy o'tkazuvchi quvurlar;
- gaz o'tkazuvchi quvurlar va boshqalarga bo'linadi.

Geometrik tavsifiga ko'ra quyidagi o'lchamlari bor buyumlar quvurlar deb aytiladi:

- ichki o'tkazish diametriga ega bo'lgan (D_u);
- tashqi diametrga ega bo'lgan (D_{tashqi});
- ma'lum bir o'lchamdagi devorga ega bo'lgan (δ);
- ma'lum bir o'lchamdagi uzunlikka ega bo'lgan (L).

Quvurlar texnologik jarayonda bosimga bardoshlilik jihatidan ikki guruhga bo'linadi: 1) 0,1MPa – 10MPa bosimda ishlovchi quvurlar past bosimli quvurlar, 2) 10 MPa va undan yuqori bosimda ishlovchi quvurlar, yuqori bosimda ishlovchi quvurlar deb aytiladi. Quvurlarni ichki diametri o'zgaruvchan bo'lib tashqi diametri o'zgarmaydi, quvurlarni ichki diametrini topish uchun quyidagi formuladan foydalanamiz:

$$d_{ichki} = d_{tashqi} - 2 \cdot \delta; \quad (1)$$

**3-rasm. Quvur devorini aniqlash usuli.**

Quvur ichidan o'tayotgan muhitning hajmini aniqlash uchun, quvurning ichki diametriga, quvurdan o'tayotgan muhitning bosimiga va quvur ichidagi muhitning harakat tezligi bog'liq bo'ladi va buni quyidagi formula orqali aniqlaymiz:

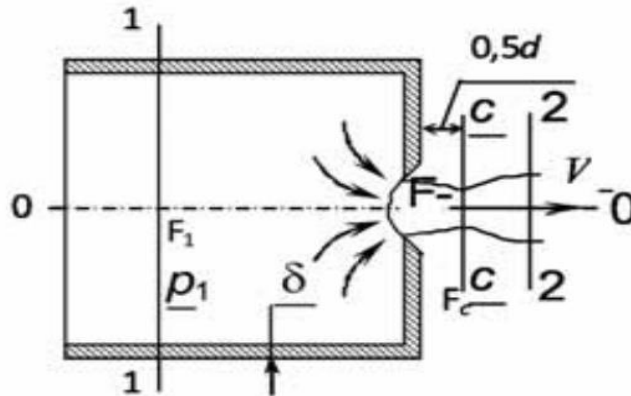
$$d = \sqrt{\frac{4V}{\pi w}}; \quad (2)$$

d — quvurning ichki diametri, m;

V — quvurdan o'tuvchi muhitning hajmi, m^3/c ;

w — quvurdan otuvchi muhitning o'rtacha tezligi, m/s .

Magistral quvur devoriga loyihada belgilangan teshikni ochib, so'ng teshikdan bosim ostida chiqayotgan suyuqlikning tezligini tahlil qilganimizda, bosimga ko'ra quvurga ochilgan teshikdan chiqayotgan muhitning tezligi doimiy yoki o'zgaruvchan bo'ladi. Bosim ostidagi muhit hosil qilingan teshikdan erkin atmosfera chiqsa ushbu muhit yuqori tezlik bilan harakat qiladi, aksincha, bo'lsa muhit tezligi atmosferaga tarqalish tezligidan past tezlikda harakatlanadi. Vakuum holatida esa qarshilikka uchramaydi, natijada tezlik yuqorida ko'rib o'tilgan holatdagilarga nisbatan yuqori tezlikda bo'ladi.



4-rasm. Quvur devoriga hosil qilingan teshikdan suyuqlikni bosim ostida chiqishining harakat yo'nalishi

Magistral quvurga hosil qilingan teshikdan, har qanday muhit bosim ostida chiqish jarayonida siqilib chiqayotgan muhitning siqilish koeffitsiyenti bo'ladi, ushbu koeffitsent ε harfi bilan belgilanadi, uni topish uchun (5.1.8- rasm)ga asoslanib quyidagi formula orqali topamiz, ε ning qiymati aylana shakildagi teshiklar uchun 0,64 ga teng.

$$\varepsilon = \frac{F_c}{F}; \quad (3)$$

F_s — teshikdan chiqayotgan muhit maydonining o'lchami (diametrni π ga kopaytmasi $\varnothing \cdot \pi = \text{mm}$), mm;

F — teshik maydonining o'lchami (diametrni π ga kopaytmasi $\varnothing \cdot \pi = \text{mm}$), mm.

Quvurdan chiqayotgan suyuqlik diametrining to'g'ri chiziq bo'ylab o'zgarmas quyamati quvurdagi suyuqlikning bosimiga va qarshilik kuchiga uzviy bog'liq. Suyuqlikning quvur ichida qarshilikka uchrashi quvur ichki sirtining g'adir-budirligiga bog'liq, quvur ichida korroziyalanish natijasida g'adir-budirlik (notekislik) qancha yuqori bo'lsa, quvur ichidan bosim ostida o'tuvchi suyuqlik shuncha ko'p qarshilikka uchraydi va biz bu qarshilikni Yulius Lyudbig Veysbax formulasi asosida (4- rasm)da ko'rsatilgan 1-1 va 2-2 ko'rinish orqali quyidagicha topamiz:

$$\Delta h_{\text{kirish}} = \xi_{\text{kirish}} \frac{v_s^2}{2g}; \quad (4)$$

ξ — quvur sirtida yangi ochilgan teshikdan bosim ostida chiquvchi

suyuqlikning qarshilik koeffitsiyenti;

V_s^2 – quvurdan 1 sekunda oqib o'tuvchi suyuqlikning hajmi;

g – erkin tushish tezligi.

Qur sirtida hosil qilingan teshikdan muhit chiqish jarayonida siqiladi va ma'lum bir masofagacha muhit diametri o'zgarasdan to'g'ri chiziq bo'ylab harakatlanadi, bosim ostida quvur teshigidan chiqayotgan muhit diametri (dastasi)ning to'g'ri chiziq bo'ylab harakatlanganda harakat uzunligini quyidagicha izohlaymiz ya'ni bosim ostidagi quvur sirtidan $0,5 \cdot d$ masofada oqim diametri o'zgaraydi va teshikdan uzoqlashgan sari muhitning diametri boshlang'ich o'lchamga nisbatan ozgaradi.

Bosim ostidagi quvur sirtida hosil qilingan teshikdan quvur ichi g'adir-budirligi natijasida mahalliy qarshilikga uchrab chiqayotgan suyuqlikning tezlik koeffitsiyenti φ quyidagi formula orqali topamiz:

$$\varphi = \frac{1}{\sqrt{1 + \xi_{kirish} - n^2 \cdot \varepsilon^2}}; \quad (5)$$

n – quvur sirtida yangi ochilgan teshikkacha bo'lgan oqimning tezlik koeffitsiyenti;

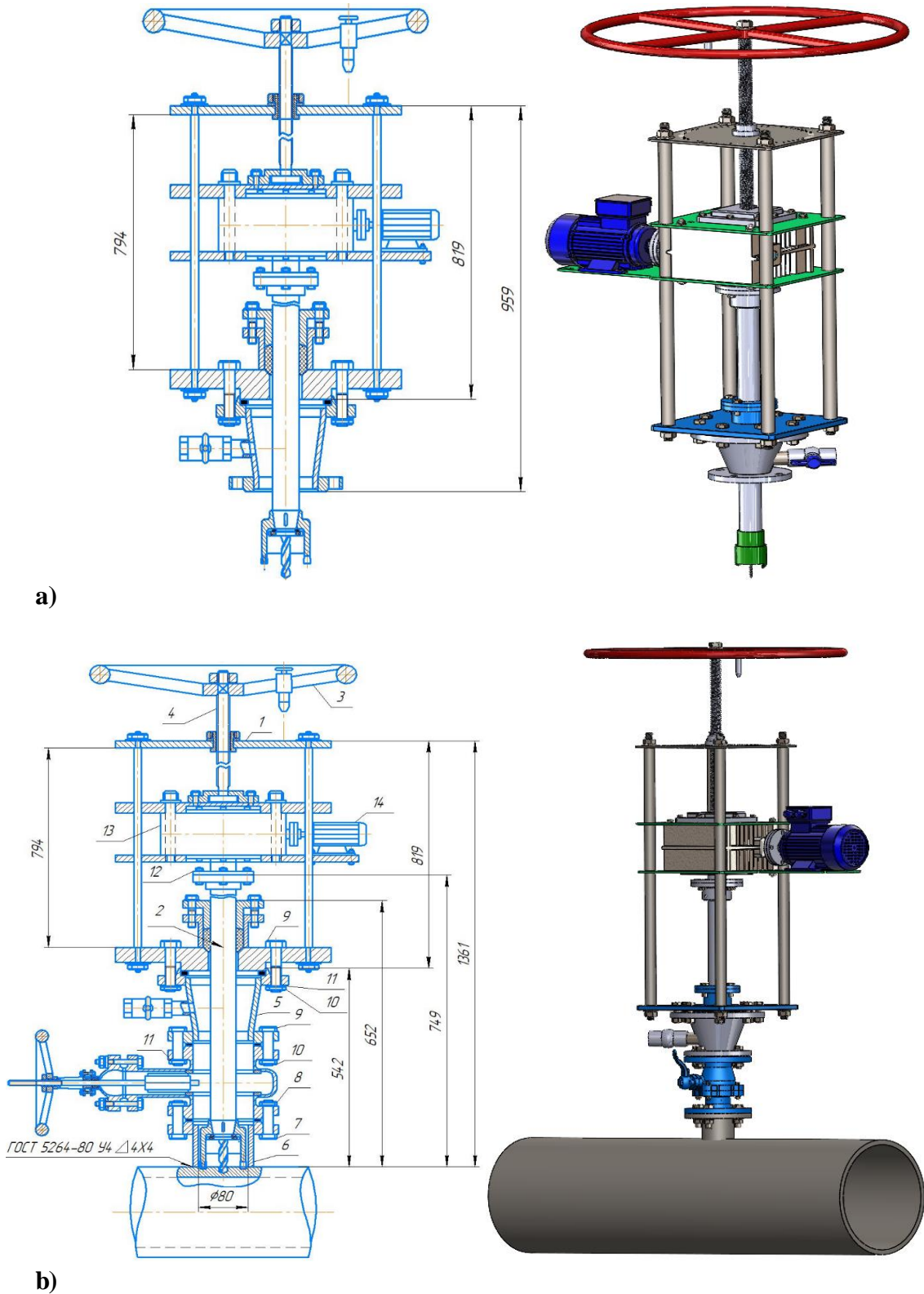
Quvur sirtida yangi ochilgan teshikdan bosim ostida chiquvchi muhitning tezlik koeffitsiyenti $\varphi \approx 0,97-0,98$ o'zgaruvchan qiymatga teng bo'ladi. Quvur sirtida yangi ochilgan teshikdan bosim ostida chiquvchi suyuqlikning qarshilik koeffitsiyenti $\xi = 0,06$ qiymatga teng. Suyuqlikning tezlik koeffitsiyenti φ topish orqali qarshilik koeffitsiyenti ξ topish mumkin.

$$\xi_{kirish} = \frac{1}{\varphi^2} - 1; \quad (6)$$

Korxonalarda va aholi ichimlik suvi va shaharlarni obodonlashtirish maqsadida foydalaniluvchi suvlardan foydalanganda, quvur tarmoqlari uchun yillik karroziya miqdori BCH 2-124-80 va BCH 171-84 yo'riqnomasi talablari bo'yicha o'rtacha 0,1mm qilib belgilangan.

Hozirgi vaqtda respublikamizda aholini sifatli ichimlik suvi bilan uzluksiz ravishda ta'minlash uchun juda katta e'tibor berilmoqda, shu bois mamlakatimizda iqtisodiy islohotlarni amalga oshirishda mazkur soha respublikamizda yettinchi asosiy ustuvor yo'nalish qilib belgilangan. Barchamizga ma'lumki eng muhim hayotiy ahamiyatga ega bo'lgan soha bu shahar aholisini ichimlik suvi va issiqlik manbai bilan ta'minlash bo'lib, bu sohada yillar davomida jiddiy muammolar to'planib qolgan va bu muammolar bugungi kunda o'z echimini kutmoqda. Ushbu echimini kutayotgan muammolardan asosiysi, respublikamiz shaharlarida barpo etilayotgan ko'p qavatli uylarni, ichimlik suvi va issiqlik ta'minotining magistral quvurlariga ulash jarayonida, quvurdan o'tuvchi muhit oqimini to'smasdan, to'xtatmasdan turib ulash korxonalarining eng dolzarb muammolardan biri to'lib qolmoqda.

Amaliyotdan bizga ma'lumki yangi quvur tarmoqlarini bosim ostidagi magistral quvur tarmoqlariga ulash uchun, quvurlardagi suv oqimini vaqtincha to'xtatish kerak bo'ladi. Misol tariqasida quyidagicha tushintiramiz, yilning sovuq fasillarida yangi qurilgan ko'p qavatli uylarni magistrall issiqlik manbai quvurlariga yoki ichimlik suvga ulash uchun, aholi yashash massivlariga magistral quvurlar orqali uzatilayotgan issiqlik manba va suvni vaqtincha to'xtatib, quvur ichidagi qoldiqni drenajlarga bo'shatish va undan so'ng yangi quvur tarmog'ini magistral quvurga payvandlab ulashga ruxsat etiladi. Taklif etilayotgan qurilma ana shunday qiyinchiliklarni oldini olib, ishchilar kuchini tejalishiga, mehnat unimdorligini oshirilishiga, material tejankorligiga olib keladi (5-rasm) [1,4].



5-rasm. Magistral quvur sirtiga teshik ochuvchi taklif etilayotgan qurilmaning umumiy ko‘rinishi: a) qurilmani quvurga ornatilmagan holatdagi umumiy chizma b) qurilmani quvurga ornatilgan holatining umumiy chizmasi

BCH 2-124-80 va BCH 171-84 yo‘riqnomasida ko‘rsatilgan karroziyalanish miqdori, uzoq yillar davomida doimiy ish faoliyatida bo‘lgan issiqlik manbasi quvurlariga o‘zining salbiy

TEKNOLOGIYA

tasirini ko'rsatadi. Ushbu salbiy tasirlar natijasida quvur tarmoqlariga o'rnatilgan zadvijkalar, sharli ventillar, bosimni ushlovchi klapanlarning germetikligi yoqoladi. Karroziya natijasida suv tarkibidagi tuzlarning kristall shaklga o'tishi yuqorida ko'rsatib o'tilgan quvur tarmoqlari jihozlarini germetikligini yo'qolishiga olib keladi. Magistral quvurlardagi bosimni ushlab turuvchi qurilmalar germetikligini yo'qolishi quvurlardan o'tuvchi issiq va sovuq suvni ma'lum bir miqdorda o'tkazib turishiga olib keladi, ushby holat o'tkazilgan kuzatuvlar va amaliy tajribalar natijasida aniqlandi.



6-rasm. Aholi yashash massivlari uchun qurilgan suv va issiqlik manbai uchun quvurlar

Yuqori haroratda ishlovchi quvur tarmoqlari uchun ГОСТ 8731-87 va ГОСТ 8732-78 standartlari asosida tayyorlangan СТ10, СТ2сп, СТ20, СТ4сп, 15XM markali quvurlardan foydalaniladi. Ushu markali quvurlar yuqori haroratda o'z mexanik xossalarini yo'qotmaydi, shuning uchun ham shahar isitish tarmoqlari va sanoat korxonalarining isitish tizimlari, texnologik jihozlar uchun issiq suv va bug'ni uzatishda markalari yuqorida ko'rsatilgan quvurlardan keng miqiyosda foydalaniladi. Quvurdan o'tuvchi issiq suvning hajmini topish uchun quyidagi formuladan foydalanamiz, m [5,6]:

$$D_{ichki} = \sqrt{\frac{4G}{\pi \cdot \omega \cdot \rho}}; \quad (7)$$

G — sarflanayotgan suv, kg/s;

ρ — suvning zichligi, kg/m³;

ω — suvning quvur ichidagi tezligi, m/s.

Issiq suv va bug' quvur tarmoqlari uchun quvur devorini tanlashda, quvur ichki diametri, bosimi, maksimal harorat va mexanik xossalarini inobatga olgan holda quvur tanlanadi, quvur devorini tanlashda quyidagi formuladan foydalanamiz:

$$S \geq \frac{pD_{tashqi}}{230\sigma_v + \rho} + S; \quad (8)$$

ρ — issiq suvning zichligi;

C — hisoblangan quvur devoriga qo'shilibchi qiymat, mm.

Bosim ostidagi quvurning ruxsat etilgan ishchi bosimi quyidagi formula orqali topiladi:

TEXNOLOGIYA

$$\rho \leq p_{rux} = \frac{2300 \cdot (S-C)}{D_{tashqi} - (S-C)} \cdot \sigma_v \quad (9)$$

Issiq suv, ichimlik suvi va bug‘ quvurlari uchun quvur devori S ni quyidagi formula orqali topamiz:

$$S = A_1 \cdot S_{hisob} \quad (10)$$

A_1 – payvand chokisiz quvurlarning texnologik jarayondagi vazifasiga ko‘ra, quvur devoriga qo‘shib hisoblanuvchi texnologik (dopusk) quyim (ruxsat etilgan chegaraviy o‘lcham).

1-jadval.

A_1	Ruxsat etilgan o‘lcham (nominal o‘lchamga nisbatan %)da
0,2	± 15
0,15	± 10
0,1	± 5

Payvand chokli quvur devorining qalinligi hisoblanganda nominal S o‘lchamga nisbatan C ruxsat etilgan chegaraviy o‘lcham qiymat 0,5mm.dan kam bo‘lmasligi kerak.

2-jadval

$C, \text{ mm}$	$S, \text{ mm}$
0,5	< 6
0,6	6-8
0,8	> 8

Amaliyotdan bizga ma’lumki, quvurdan o‘tuvchi bosim ostidagi issiq suvning haroratini oshishi, kinematik qovushqoqlikni ham kamaytiradi, ushbu holatda issiq suvning qarshiligi kamayishi natijasida quvur devori va issiq suv ortasida ishqalanish koeffitsenti pasayadi va buning natijasida issiq suvning harakati tezlashadi. Bundan xulosamiz shuki, issiq suv o‘tkazuvchi magistral quvurlardagi issiq suvning tezligi, sovuq suv o‘tkazuvchi quvurlardagi suvning tezligiga qaraganda yuqori bo‘ladi.

Knimatik qovushqoqlikni haroratga bog‘liqligini quyidagi jadvalda ko‘rib chiqamiz.

3-jadval

Harorat $^{\circ}\text{C}$	Kinematik qovushqoqlik
	$\text{m}^2/\text{s} \quad [\cdot 10^{-6}]$
0	1,787
5	1,519
10	1,307
20	1,004
30	0,801
40	0,658
50	0,658
60	0,475
70	0,413
80	0,365
90	0,326
100	0,294

TEKNOLOGIYA

Magistral quvurlarga, tavsiya etilayotgan teshik ochish qurilmasi yordamida teshik ochib quvur ichki muhitini atmosferaga chiqishini oldini olish maqsadida qurilma germetikligini ta'minlash uchun, zichlama o'rnatiluvchi korpus va grundbuksa loyihaga kiritilgan. Zichlama grundbuksa bilan siqilishi natijasida qurilma vali atrofida zichlanish hosil bo'ladi va qurilma germetikligi nazoratga olinadi. Magistral quvur tarmoqlariga yangi quvur tarmog'ini ulash uchun (5-rasmda ko'rsatilgan) СТП 17-50-88 talablari boyicha flanetsli yoki rezbali shtutser magistral quvur sirtiga payvandlanadi [4].



7-rasm. Magistral suv quvuriga shtutser va sharli vintelni o'rnatilishi.

Xulosa:

- yangi qurilgan va qurilayotgan kop qavatli uylarni suv quvurlarini magistral quvur tarmoqlariga ulashda vaqt va material tejamkorligiga erishiladi;
- xorijiy davlatlarda ishlab chiqarilgan shu tipdagi qurilmalarni sotib olish bartaraf etiladi va valyuta tejamkorligiga erishiladi;
- mahalliy mashinasozlik korxonalarida ishlab chiqarish uchun murakkab texnologiyalarni talab etmaydi;
- tavsiya etiluvchi qurilma bilan magistral quvur tarmoqlariga teshik ochish ishlari olib borilganda ishchi kuchini tejalishiga olib keladi;
- magistral quvur tarmoqlari sirtiga flanetsli shtutser paybandlanganda sifatli payvand choklari yaratiladi.

ADABIYOTLAR

1. Костив В.М. Влияние механических характеристик инструментальных твердых сплавов на работоспособность металлорежущих инструментов: Дисс.. канд. техн. наук. Тюмень, 2002. - 119 с.
2. ВСН 2-124-80 Инструкция по технологии сварки магистральных трубопроводов.
3. ВСН 171-84 Инструкция по технологии сварки контролю качества сварных соединений промышленных трубопроводов.
4. Разумов М.С. Разработка высокоэффективной ресурсосберегающей технологии упрочнения наплавленных режущих кромок / М.С. Разумов // Наука и инновации в технических университетах: материалы III всероссийского форума студентов, аспирантов и молодых ученых. - СПб. - 2009. - С. 100-101.

TEKNOLOGIYA

5. РД 153-34.1-003 01 Сварка, термообработка и контроль фубных систем котлов и трубопроводов при монтаже и ремонте энергетического оборудования. (РТМ-1 с). М: ПИО ОБТ. - 2001. - 21 Зс.

6. Эфрон Л.И., Ильинский В.И., Голованов А.В., Морозов Ю.Д. Металловедческие основы получения хладостойких трубных сталей высокотемпературной контролируемой прокатки // Сталь. 2003. №6. с.69-72.

UDK: 621.314

**ZAMONAVIY ELEKTR TARMOQLARINI SHAKLLANTIRISHDA MAVJUD
IMKONIYATLAR VA ULARDAN FOYDALANISH ISTIQBOLLARI**

Muratov Hakim Maxmudovich

O‘zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasi Energetika muammolari instituti direktori, – t.f.d., professor,
e-mail: hakimmuratov0228@mail.ru

Turaev Akramjon Ikromjonovich

O‘zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasi Energetika muammolari instituti erkin tadqiqotchisi, PhD,
e-mail: akrom0228@gmail.com

Turaev A‘zam Ikromjonovich

O‘zbekiston Respublikasi shimoli-g‘arbiy okrugi Davlat texnik nazorati va texnika xavsizligi bo‘limi boshlig‘i, e-
mail: azamikromjonovich8@gmail.com

Muradov Raximjon Hakimjonovich

Namangan mahandislik-qurilish instituti Qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalashtirish kafedrasini mudiri, dotsent. e-
mail: mxrahimjon@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada O‘zbekistonda qayta tiklanadigan energiya manbalaridan foydalanishga alohida e‘tibor qaratgan holda zamonaviy elektr tarmoqlarini barpo etish natijasida yuzaga keladigan imkoniyatlarni o‘rganilgan. Qayta tiklanadigan energiyani ushbu tarmoqlarga integratsiyalashning istiqbollari va potentsial afzalliklarini o‘rganilar ekan, maqola O‘zbekiston energetika sektori, iqtisodiyoti va atrof-muhitga o‘zgartiruvchi ta‘sirini bildiradi. Mavjud qayta tiklanadigan energiya landshaftini va kelajakdagi imkoniyatlarni har tomonlama tahlil qilish orqali ushbu maqola barqaror rivojlanishni qo‘llab-quvvatlash va yashil energiyaga asoslangan energiya ishlab chiqarishni takomillashtirish uchun ushbu imkoniyatlardan foydalanish muhimligini ta’kidlashga qaratilgan.

Аннотация. В данной статье рассматриваются возможности, которые появятся в результате создания современных электрических сетей в Узбекистане с особым акцентом на использование возобновляемых источников энергии. Исследуя перспективы и потенциальные выгоды от интеграции возобновляемых источников энергии в этом сектора, статья описывает трансформационное воздействие на энергетический сектор, экономику и окружающую среду Узбекистана. Благодаря всестороннему анализу текущего состояния возобновляемой энергетики и будущих возможностей, данная работа призвана подчеркнуть важность использования этих возможностей для поддержки устойчивого развития и совершенствования производства энергии на основе "зеленой" энергии.

Annotation. This article examines the opportunities that will arise from the establishment of modern electricity networks in Uzbekistan, with a particular focus on the use of renewable energy sources. Exploring the prospects and potential benefits of integrating renewable energy into these sectors, the paper outlines the transformative impact on Uzbekistan's energy sector, economy and environment. Through a comprehensive analysis of the current renewable energy landscape and future opportunities, this paper aims to highlight the importance of harnessing these opportunities to support sustainable development and improve green energy-based energy production.

Kalit so‘zlar: zamonaviy elektr tarmog‘i, elektr energiyasi iste‘molchilari, kichik quvvat,

TEKNOLOGIYA

shamol elektr stantsiyalari, qayta tiklanadigan energiya, markazlashtirilmagan ishlab chiqarish, texnologik yutuqlar, atrof-muhitga foyda, tarmoq integratsiyasi, barqaror elektr ta'minoti.

Ключевые слова: современная электросеть, Потребители электроэнергии, Малая энергетика, Ветряные электростанции, возобновляемые источники энергии, децентрализованная генерация, технологический прогресс, экологические преимущества, интеграция сетей, устойчивое электроснабжение.

Key words: modern power grid, Electricity consumers, Small-power, Wind power plants, Renewable energy, Decentralized generation, Technological advancements, Environmental benefits, Grid integration, Sustainable electricity supply.

Jahonda elektr energiyasi iste'molchilarini ishonchli va uzluksiz ta'minlash borasida maqsadli ishlar olib borilmoqda [1; 2]. Xususan, elektr energiyasini uzatishda zamonaviy elektr tarmoqlarini shakllantirish uchun so'nggi energiya tejamkor texnologiyalardan foydalanish, iste'molchilar yaqinida taqsimlangan generatsiyalarni o'rnatish, elektr energiyasi isrofini kamaytirish, yuklamalarning pik davrida elektr energetika tizimida kuzatiladigan ortiqcha yuklanishlarni aniqlash, elektr energetika tarmog'ining turg'unligini oshirish usullarini takomillashtirish masalalariga jiddiy e'tibor qaratilmoqda [3].

Respublikamizda yashil iqtisodiyotga o'tish, uning tarmoqlarini kengaytirish, investitsiya jozibadorligini oshirish va bu borada tadbirkorlik faoliyatini qo'llab quvvatlash, kichik biznes va xizmat ko'rsatish sohaslarini kengaytirishga qaratilgan keng ko'lamli islohotlar amalga oshirilmoqda. O'zbekistonda 2024 yil uchun bir kunda o'rtacha elektr energiya iste'moli 227,6 mln. kVt·soatni tashkil etgan bo'lsa, bu ko'rsatkich 2021 yil (205 mln. kVt·soat)ga nisbatan 11.2% oshganligini ko'rsatadi [4; 5; 6].

Qayta tiklanadigan energiyaning keng integratsiyalashuvi, elektr energiyasiga bo'lgan talabning ortishi va elektr tarmoqlarida avariya uchishlarning tusatdan paydo bo'lishi tufayli butun dunyo bo'ylab elektr energetika tizimlarining transformatsiyasi sezilarli o'zgarishlarni boshdan kechirmoqda. Bu o'zgarishlar elektr tizimlarida kelgusi o'n-yigirma yilliklarda qayta tiklanadigan energiyaning katta qismini tashkil etishi bilan yaqqol namoyon bo'lmoqda. Ushbu o'zgarishlar, birinchi navbatda, inertsiya va qisqa tutashuv darajalarining pasayishi tufayli tizim barqarorligi va boshqaruvi nuqtai nazaridan yangi muammolarni keltirib chiqardi [18].

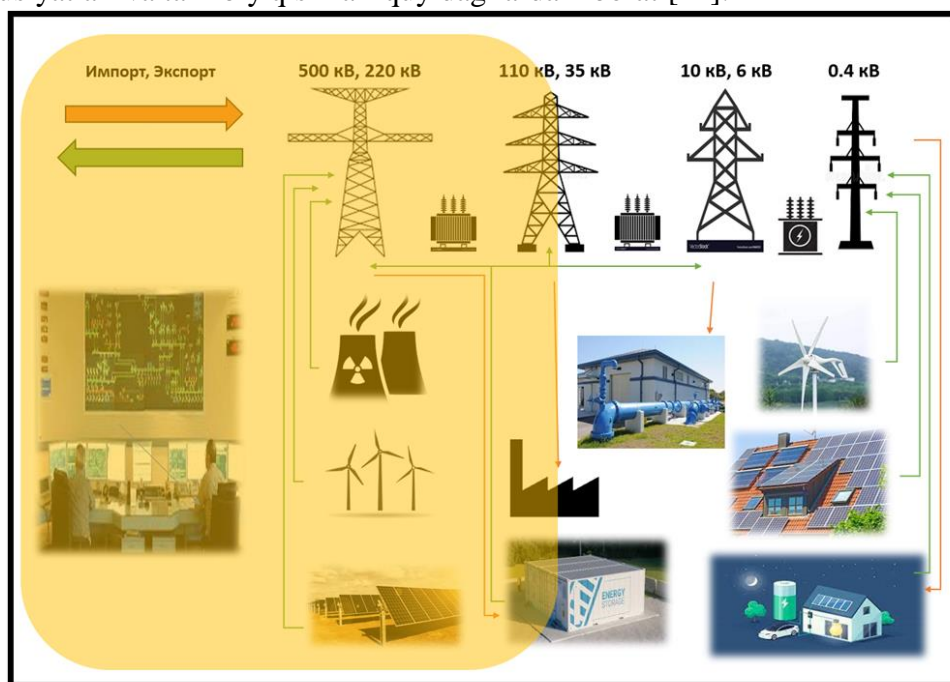
Bir qator mamlakatlar ananaviy yoqilg'iga asoslangan energiya manbalariga bo'lgan qaramligini kamaytirish va shamol, quyosh, geotermal, gidro, okean va biomassani o'z ichiga olgan qayta tiklanadigan energiya manbalari (QTEM) integratsiyasini kuchaytirish bo'yicha maqsadlar qo'ydi [7]. Yevropa Ittifoqi 2025 yilga kelib 25%, 2040 yilga kelib 30% va 2050 yilga kelib 40% ga bosqichma-bosqich o'sish bilan QTEM integratsiyasining aniq maqsadlarini belgilab qo'ydi. Bu maqsadlar barcha a'zo davlatlarni qamrab oldi, ularning har biri o'z siyosati va maqsadlarini ishlab chiqdi. Misol uchun, Italiya 2040 yilga borib energiya iste'molidagi QTEM ulushini 40% ga yetkazishni maqsad qilgan, Germaniya va Angliya esa elektr energiyasi iste'molini 65% va 40% ulushini aynan QTEM yordamida ta'minlashni maqsad qilgan [19].

Ushbu ulkan maqsadlarga erishish uchun keng ko'lamli texnologiyalar, tizim konfiguratsiyasi va yuqori kuchlanishli o'zgarimas tok tarmoqlari (HVDC- high voltage direct current), mikrotarmoqlar, raqamli elektr stantsiyalari va podstantsiyalari kabi elementlarni o'z ichiga olgan elektr tarmoqlarining real modellarini ishlab chiqish juda muhim deb topildi [11;12]. Ushbu modellar mahalliy ob-havo sharoiti, energiya resurslarning mavjudligi va mavsumiy elektr va issiqlik energiyasi talabining o'zgarishini hisobga oladigan turli xil kelajakdagi stsenariylarni hisobga olishi kerak. SHvetsiya, Buyuk Britaniya, AQSH, Kanada, Xitoy, Yaponiya, Koreya, Germaniya, Hindiston, Saudiya Arabistoni va Birlashgan Arab Amirliklari kabi mintaqalar va mamlakatlarda ko'plab tadqiqotlar o'tkazildi, bu davlatlarning ko'pchiligi to'liq QTEM integratsiyasini maqsad qilgan [8; 9; 10].

TEKNOLOGIYA

Ushbu tadqiqotlar soni ortib borayotganligi sababli, ishlab chiqarishni kengaytirishni rejalashtirish va QTEM loyihalashda yordam berish uchun turli xil vositalar va usullar taklif qilindi. Biroq, ushbu tadqiqotlarning aksariyati elektr tarmog'ining rolini hisobga olmagan holda qayta tiklanadigan manbalarga e'tibor qaratadi. Aslida, tarmoq ham, resurslar ham zamonaviy elektr tizimining stsenariylarini belgilash uchun ajralmas hisoblanadi va mavjud usullar va yondashuvlarning ko'pligi tufayli oqilona qarorlar qabul qilish uchun optimallashtirish usullari talab qilinadi [20]. Bundan tashqari, optimallashtirish metodologiyasi qayta tiklanadigan elektr stantsiyalarining hajmini har xil misollarda, xarajat va daromadni hisobga olgan holda qo'llaniladi. Ushbu umumiy ko'rinish qayta tiklanadigan energiya ishlab chiqarishning turli texnologiyalarini birlashtirishning afzalliklarini ko'rsatadi, boshqalari esa yuqori xarajat bilan boshqariladiganlikni ta'minlaydi, lekin keng tarqalgan qayta tiklanadigan integratsiya uchun bu juda zarur.

1-rasmda zamonaviy elektr tarmoqlarining tarkibiy tuzulishi keltirilgan. Jahonda zamonaviy elektr tarmoqlari va tizimlari ishonchli, samarali va barqaror elektr ta'minotiga bo'lgan ortib borayotgan talablarni qondirish uchun yillar davomida sezilarli darajada rivojlandi. Bu tizimlar ilg'or texnologiyalar, keng infratuzilma va ekologik barqarorlikka katta e'tibor qaratilishi bilan ajralib turadi. Rivojlangan mamlakatlarda zamonaviy energiya tizimlarining asosiy xususiyatlari va tarkibiy qismlari quyidagilardan iborat [21]:



1-rasm. Zamonaviy elektr tarmoqlarining tarkibiy tuzulishi

- Takomillashtirilgan tarmoq infratuzilmasi: Germaniyada da yaxshi tashkil etilgan va o'zaro bog'langan elektr tarmoqlari mavjud. Bu tarmoqlar elektr energiyasini elektr stantsiyalaridan taqsimlovchi nimstantsiyalarga yetkazuvchi yuqori kuchlanishli elektr uzatish liniyalaridan hamda barcha elektr energiyasi iste'molchilariga quvvat yetkazib beruvchi past kuchlanishli taqsimlash tarmoqlaridan iborat [22].

- Turli energiya manbalari: Hindiston zamonaviy elektr tizimi odatda energiya manbalarini, jumladan, qazib olinadigan yoqilg'ilarni (tabiiy gaz, ko'mir), atom energiyasini va qayta tiklanadigan energiyani (quyosh, shamol, gidro va geotermal) o'z ichiga oladi. Qayta tiklanadigan energiya manbalariga bo'lgan ishonch tobora ortib borayotganligi sababli, asosiy e'tibor toza va barqarorroq manbalarga qaratilmoqda [23].

TEKNOLOGIYA

- "Smart-Grid" texnologiyasi: Koreya respublikasida tarmoqning chidamliligini oshirish, energiya samaradorligini oshirish va qayta tiklanadigan energiya manbalarini yaxshiroq integratsiyalashuvini ta'minlash uchun aqlli tarmoq texnologiyasiga sarmoya kiritmoqda. Quvvat taqsimotini kuzatish va optimallashtirish uchun aqlli hisoblagichlar, sensorlar va boshqaruv tizimlari qo'llaniladi [24].

- Tarmoqning yuqori ishonchligi: Angliya elektr tarmog'ining ishonchligiga katta e'tibor beradi va elektr ta'minotidagi uzilishlarni minimallashtirish uchun infratuzilmaga sarmoya kiritadi. Bu muammolarni tezda aniqlash va ularga javob berish uchun muntazam texnik xizmat ko'rsatish, tarmoq zaxiralari va murakkab monitoring tizimlarini o'z ichiga oladi [13].

- Energiyani saqlash bo'yicha yechimlar: AQSHda akkumulyatsion batareyalar va boshqa energiya saqlash texnologiyalari zamonaviy elektr tarmoqlari va tizimlariga integratsiya qilinmoqda, chunki pik bo'lmagan soatlarda hosil bo'lgan ortiqcha energiyani saqlash va eng yuqori talab paytida uni chiqarish, tarmoqning moslashuvchanligini oshirish [14].

- Energiya samaradorligi bo'yicha chora-tadbirlar: energiya sarfini kamaytirish uchun energiya samaradorligi dasturlari Xitoy davlatida keng tarqalgan. Ular energiya tejaydigan qurilmalar, yorug'lik va energiya tejamkor qurilishni talab qiladigan qurilish me'yorlari uchun imtiyozlarni o'z ichiga olishi mumkin.

- Atrof-muhitning barqarorligi: Yevropadaa elektr tizimlarining atrof-muhitga ta'sirini kamaytirishga ustuvor ahamiyat berishadi. Bu issiqxona gazlari chiqindilarini kamaytirish, havo va suv ifloslanishini minimallashtirish va toza energiya manbalariga o'tishni o'z ichiga oladi [15].

- Markazlashtirilmagan energiya ishlab chiqarish: Yaponiya uylarining tom qismida quyosh panellari, kichik o'lchamli shamol turbinalari va mahalliy energiya ishlab chiqarishni qo'llab-quvvatlovchi siyosat orqali markazlashtirilmagan (taqsimlangan generatsiya manbalari) energiya ishlab chiqarishni rag'batlantiradi, markazlashtirilgan elektr stantsiyalariga qaramlikni kamaytiradi [25].

- O'zaro bog'lanish va transchegaraviy tarmoqlar: Yevropa davlatlari ko'pincha qo'shni davlatlar bilan elektr tarmoqlari o'rtasida o'zaro aloqalarni yaratish uchun hamkorlik qiladilar. Bu tarmoq barqarorligini oshiradi va elektr energiyasi almashinuviga imkon beradi, ayniqsa, bir mamlakatda energiya ortiqchaligi yoki taqchilligi ko'zatilganda [26].

- Normativ nazorat: Kanada davlati elektr energetika sanoati samarali va adolatli ishlashini ta'minlash uchun mustahkam me'yoriy-huquqiy bazalar mavjud. Ushbu qoidalar narxlashdan tortib atrof-muhit standartlarigacha bo'lgan hamma narsani o'z ichiga oladi [16].

- Ilmiy tadqiqot va ishlanmalar: AQSHda davom etayotgan tadqiqot va ishlanmalar energiya texnologiyalarini takomillashtirish, tarmoq boshqaruvini takomillashtirish va barqaror energiya kelajagi uchun innovatsion yechimlarni o'rganishga qaratilgan [17].

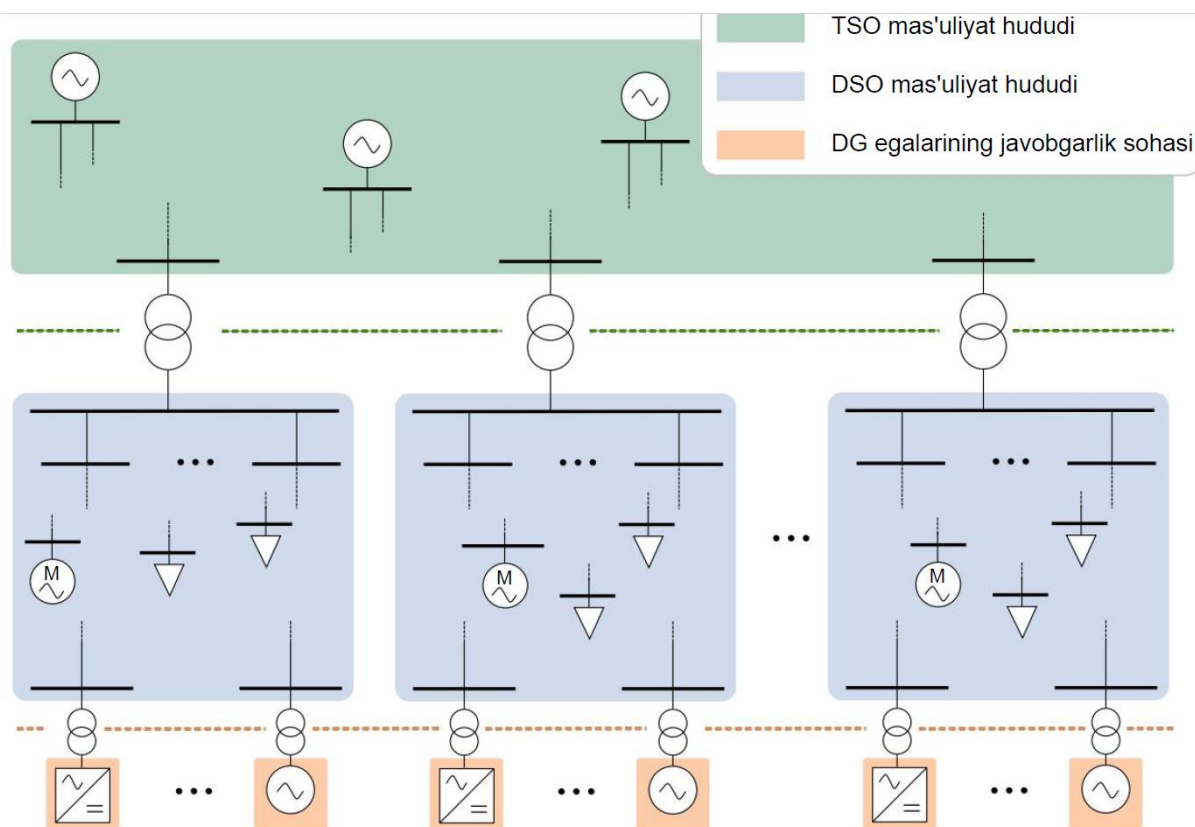
- Elektr transport vositalari infratuzilmasi: Xitoy elektr transportiga o'tishni qo'llab-quvvatlash uchun elektr transport vositalari (EV-electric vehicle) infratuzilmasiga, jumladan, zaryadlash stantsiyalariga sarmoya kiritmoqda [27].

- CHidamlilik va tabiiy ofatlarga tayyorlik: Zamonaviy elektr tizimlari tabiiy ofatlar va boshqa favqulodda vaziyatlarga bardosh berishga mo'ljallangan. Bunga zaxira quvvat tizimlari, falokatlarini tiklash rejaları va tarmoqni mustahkamlash choralari kiradi [28].

Rivojlangan mamlakatlardagi zamonaviy elektr tizimlari ishonchlik, barqarorlik va texnologik innovatsiyalarga e'tibor qaratishlari bilan ajralib turadi. Ular o'zgaruvchan energiya landshaftiga moslashish va atrof-muhitga ta'sirni minimallashtirish bilan izchil va toza elektr ta'minotini ta'minlashga qaratilgan. Ushbu tizimlar iqtisodiy rivojlanishni qo'llab-quvvatlash va aholining hayot sifatini yaxshilashda hal qiluvchi rol o'ynaydi.

TEKNOLOGIYA

Ushbu dissertatsiya ishi keyingi yuqori darajadagi QTEM integratsiyasiga ega bo'lgan kelajakdagi elektr tizimlarining stsenariylarini har tomonlama o'rganishni taklif qiladigan tadqiqotlar uchun asos bo'la oladi. Taqimlangan generatsiyalar asosida QTEM mavjud texnologiyalarini to'liq ko'rib chiqish, ularni nazorat qilish imkoniyati asosida tasniflash va kelajak stsenariylari haqida tushuncha berish bu ishning asosiy vazifasi hisoblanadi. Tadqiqot shuningdek, Christian Breyer, Siavash Khalili olimlarning "On the History and Future of 100% Renewable Energy Systems Research" va boshqalarning ishida ko'rsatilganidek, QTEM ga asoslangan zamonaviy elektr tarmoqlari va tizimlarining murakkab va rivojlanayotgan landshaftini shakllantirishga yordam beradi [30].



2-rasm. Zamonaviy elektr tarmoqlarining boshqaruv pog'onalari[29]

Elektr tarmoqlari va tizimlarining boshqaruv tamoyillari 2-rasda ko'rsatilgandek darajalarga ega. Bunga ko'ra taqsimlangan generatsiya egalari ham tizim turg'unligiga javobgar bo'ladilar.

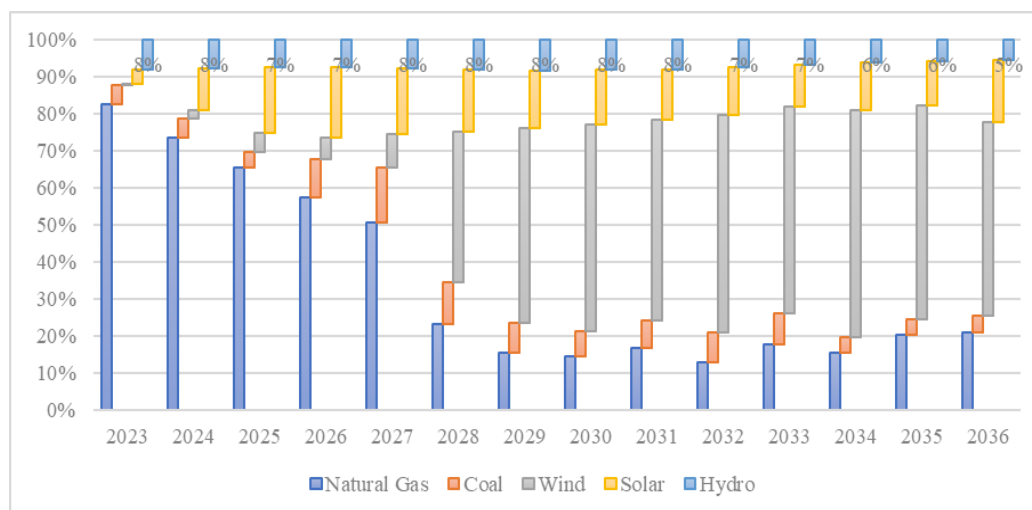
Carlos Collados-Rodriguez o'zining "Definition of Scenarios for Modern Power Systems with a High Renewable Energy Share" nomli maqolasida quyidagilarni taqdim etdi [31]:

Oxirgi atrof-muhit, ekologiya siyosati akademik, sanoat yo'nalishlarida davlatlar o'rtasida kelajakdagi energiya tizimlarida qayta tiklanadigan energiya manbalarining muhim mavjudligini hisobga olgan holda strategiyalarni ishlab chiqish uchun hamkorlikni kuchaytirishdi. Energiya barqarorligini ta'minlash, iste'mol talabning mavsumiy o'zgarishlarini bartaraf etish va asosan QTEMga asoslangan energiya tarmoqlarida iqtisodiy barqarorlikni saqlashga chorladi [29]. Turli kattalikdagi generatsiyalar, ishlab chiqarish texnologiyalari va tarmoq konfiguratsiyasini o'z ichiga olgan variantlarni o'rganish uchun turli energiya stsenariylarini ko'rib chiqdi. Ushbu stsenariylar tadqiqot diqqat markazida bo'lib, optimallashtirishga asoslangan algoritm yordamida miqdoriy jihatdan baholandi. Yevropa mamlakatlarining sinov elektr tarmoqlari topologiyalari

QTEM mavjudligi va energiya talabiga oid haqiqiy ma'lumotlarni o'z ichiga olai. Bir qator QTEM texnologiyalari turli vaqt oralig'ida tarmoq integratsiyasini osonlashtirish uchun ko'rib chiqildi va eng istiqbolli stsenariyda qayta tiklanadigan manbalarga 100% gacha bo'lgan ishonchni kengaytirdi.

Optimallashtirish algoritmi uchta alohida stsenariyda qo'llanildi, bu esa quyosh fotovoltai va shamol energiyasi birlamchi qayta tiklanadigan manbani tashkil qilishi mumkin bo'lsada, ularning moslashuvchanlikdagi cheklovlari elektr taminotida juda yuqori ulushlarga erishishga to'sqinlik qilishini ko'rsatdi. Ushbu muammoni bartaraf etish uchun quyosh issiqlik va nasosli gidrotexnologiyalar, generatsiyalarning eng yuqori darajalariga erishishda muhim komponentlar sifatida paydo bo'ldi. Ushbu texnologiyalar qayta tiklanadigan energiyaning yuqori ulushi uchun zarur bo'lgan asosiy moslashuvchanlikni taklif qildi, garchi qimmatroq bo'lsa ham, uzluksiz elektr taminotini taminlab bera oldi.

O'zbekistonda optimal energiya tannarxiga erishish uchun qayta tiklanadigan energiya manbalarining mamlakat energetika tarkibidagi hissasini oshirish zarur. Quyidagi 3-rasmda optimal energiya tannarxiga erishish va resurslardan unumli foydalanish uchun taklif etilgan generatsiyalar ko'rsatib o'tilgan.

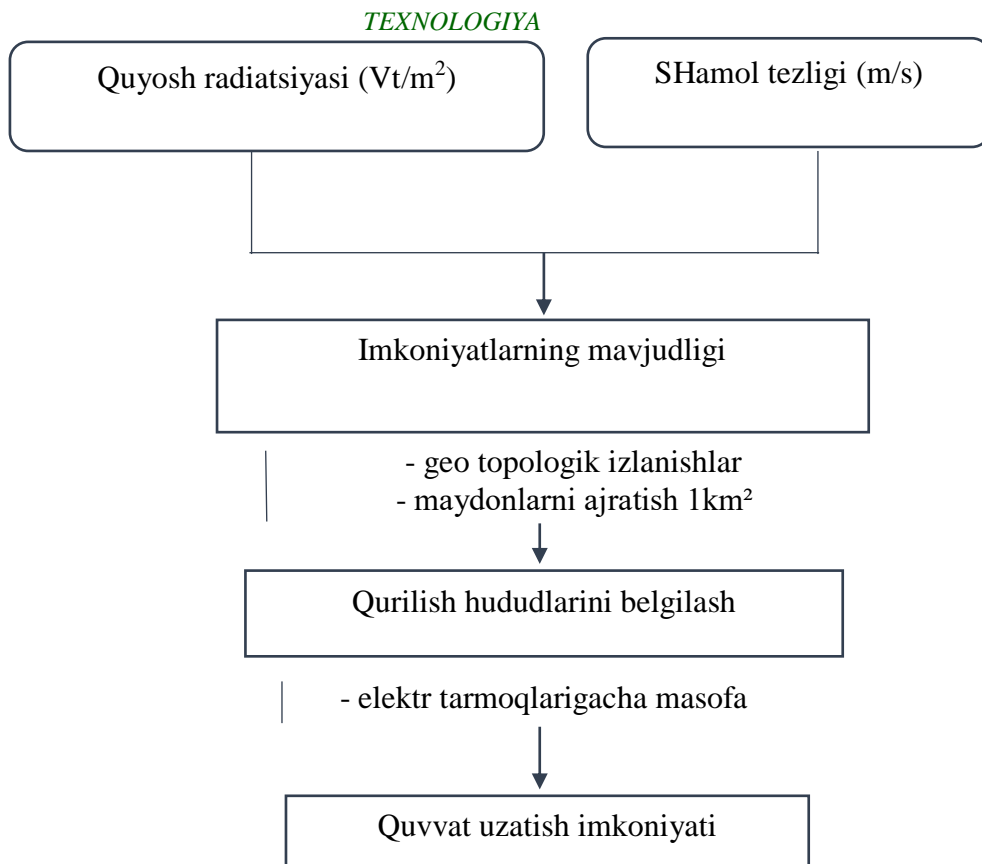


3-rasm. Taklif qilingan energoresurslar [35].

Noananaviy energiya shamol, quyosh va gidroenergetika o'rtacha 2026 yilga kelib energiyaning 12% va 2030 yilga kelib 30% qismini tashkil etishi rejalashtirildi [35]. Shamol energiyasidan quyosh energiyasiga nisbatan kattaroq qiymatga egaligi va uning elektr tizimlarida qo'shgan hissasi o'rtacha 2026 yilga kelib 6% va 2030 yilga kelib 25%ni tashkil etadi. Issiqlik elektr stantsiyalaridan foydalanishni qisqartirish zarur deb topildi.

Quyosh fotoelektrik stantsiyalarining o'sishi 2026 yilgacha juda yuqori, ammo bu qiymatning 8.8 GVt ga yetishi biz uchun juda katta ko'rsatgich hisoblanadi (3-rasm). Shamol elektrostantsiyalari esa 2026 yilgacha 2.6 GVt 2036 yilga kelib esa keskin oshirilishi hamda 5 GVt ga yetkazilishi rejalashtirildi. O'zbekistonning umumiy elektr energiyasini ishlab chiqarish imkoniyati 19 GVt ekanligini inobatga olinsa bu juda katta ko'rsatgich hisoblanadi. Bundan tashqari, BESS (Battery Energy Storage System) energiya saqlash qurilmalari ham 2.4 mln. kVt*soat gacha foydalanish nazarda tutilgan.

Elektr energiyasi iste'moli o'tgan yaqin yillar davomida 6.5-7% ni tashkil etdi. Ammo bu o'zgarish doimiy saqlanib qolishini anglatmaydi. Uzoq yillik dasturlar uchun, iste'mol talabi 5-5.5 % qilib belgilanadi.



4-rasm. QTEM imkoniyatini aniqlash metodologiyasi

SHamol va quyosh elektr stantsiyalari imkoniyatini baholash metodologiyasi 4-rasmda keltirib o'tildi.

Xulosa qilib aytganda, O'zbekistonda qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish bilan birgalikda zamonaviy elektr tarmoqlarini shakllantirish ko'plab istiqbolli imkoniyatlarni taqdim etadi. Ushbu imkoniyatlardan foydalangan holda O'zbekiston o'z energetika sohasida sezilarli yutuqlarga erisha oladi, bu esa iqtisodiy o'sishga, infratuzilmaning yaxshilanishiga va atrof-muhitning tozalanishiga olib keladi. Qayta tiklanadigan energiyaning elektr tarmoqlariga integratsiyalashuvi nafaqat mamlakatning qazib olinadigan yoqilg'iga qaramligini kamaytiradi, balki barqaror rivojlanishga hissa qo'shadi va iqlim o'zgarishi ta'sirini yumshatadi. O'zbekiston uchun bu imkoniyatlardan foydalanish, qayta tiklanadigan energiya infratuzilmasiga sarmoya kiritish va zamonaviy elektr tarmoqlari imkoniyatlaridan to'liq foydalanish uchun xalqaro hamkorlar bilan hamkorlik qilish zarur. Bu orqali O'zbekiston o'zini toza energiya bo'yicha mintaqaviy yetakchi sifatida ko'rsatishi va barqaror va mustahkam elektr tarmog'idan uzoq muddatli foyda olish imkoniyatiga ega bo'ladi.

ADABIYOTLAR

1. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 27.03.2019 yildagi PQ-4249-sonli qarori, 3-b.
2. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 28.12.2022 yildagi PQ-459-sonli qarori, 5-6 b.
3. 2020-2030 yillarda O'zbekiston Respublikasini elektr energiyasi bilan ta'minlash kontsepsiyasi 2020 y, 4-b.
4. O'zbekiston energetika vazirligi ma'lumotlari <https://minenergy.uz/uz> (01.05.2023).

TEKNOLOGIYA

5. O‘zbekiston “Milliy elektr tarmoqlari” AJ ma’lumotlari
<https://www.uzbekistonmet.uz/uz> (05.04.2023).
6. O‘zbekiston “Hududiy elektr tarmoqlari” AJ ma’lumotlari
https://www.het.uz/oz/pages/view/general_info (09.06.2023).
7. <https://www.elektro-expo.ru/ru/articles/transformatornaya-podstaniya/> (10.09.2023).
8. Гуляян Геворг Борисович. "Распределенные сети: современные технологии и основы проектирования." Прикладная информатика, №. 6, 2007, pp. 52-73.
9. А.Л. Кислицын «Трансформаторы», Учебное пособие по курсу «Электромеханика», Ульяновск 2001.
10. Лебедев И. А. Электрический счётчик // Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона : в 86 т. (82 т. и 4 доп.). — СПб., 1890—1907.
11. Jihua Xie, Chang Chen, Huan Long, "A Loss Reduction Optimization Method for Distribution Network Based on Combined Power Loss Reduction Strategy", Complexity, vol. 2021, Article ID 9475754, 13 pages, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/9475754>.
12. <https://www.nrel.gov/grid/renewable-energy-integration.html> (05.01.2024).
13. S.R. Sivarasu, E. Chandira Sekaran, P. Karthik, “Development of renewable energy based microgrid project implementations for residential consumers in India: Scope, challenges and possibilities”, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 50, 2015, Pages 256-269, ISSN 1364-0321, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.04.118>.
14. <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=42915>. (28.08.2023)
15. Qusay Hassan, Sameer Algburi, Aws Zuhair Sameen, Hayder M. Salman, Marek Jaszczur, “A review of hybrid renewable energy systems: Solar and wind-powered solutions: Challenges, opportunities, and policy implications”, Results in Engineering, Volume 20, 2023, 101621, ISSN 2590-1230, <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2023.101621>.
16. <https://arka360.com/ros/solar-energy-intermittency-strategies/> (14.11.2023)
17. <https://kun.uz/en/63276122#!> (05.02.2024)
18. International Energy Agency “Power systems in transition, Challenges and opportunities ahead for electricity security”, October 2020.
19. Ralph Sims (New Zealand), Pedro Mercado (Argentina), Wolfram Krewitt (Germany), “Integration of Renewable Energy into Present and Future Energy Systems”, Chapter 8, 2018.
20. Morteza Nazari-Heris, Behnam Mohammadi-Ivatloo, “Chapter 2 - Application of Robust Optimization Method to Power System Problems”, Classical and Recent Aspects of Power System Optimization, Academic Press, 2018, Pages 19-32, ISBN 9780128124413, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812441-3.00002-1>.
21. Osama Majeed Butt, Muhammad Zulqarnain, Tallal Majeed Butt, “Recent advancement in smart grid technology: Future prospects in the electrical power network”, Ain Shams Engineering Journal, Volume 12, Issue 1, 2021, Pages 687-695, ISSN 2090-4479, <https://doi.org/10.1016/j.asej.2020.05.004>.
22. Waldemar Dolega, “Development of electric power network infrastructure in aspect of electric energy supply security – case study Poland”, E3S Web of Conferences 84, 0 2019) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20198402002>.
23. <https://ourworldindata.org/energy-mix> (01.10.2023).
24. https://www.smartgrid.gov/the_smart_grid/smart_grid.html (25.07.2023).
25. Fereidoon P. Sioshansi, Chapter 1 - Decentralized Energy: Is It as Imminent or Serious as Claimed?, Editor(s): Fereidoon P. Sioshansi, Distributed Generation and its Implications for the Utility Industry, Academic Press, 2014, Pages 3-32, ISBN 9780128002407, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800240-7.00001-1>.

TEKNOLOGIYA

26. <https://www.next-kraftwerke.com/knowledge/cross-border-interconnectors>
27. H.S. Das, M.M. Rahman, S. Li, C.W. Tan, “Electric vehicles standards, charging infrastructure, and impact on grid integration: A technological review”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 120, 2020, 109618, ISSN 1364-0321, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109618>.
28. Muhammad Waseem, Saeed D. Manshadi, “Electricity grid resilience amid various natural disasters: Challenges and solutions”, *The Electricity Journal*, Volume 33, Issue 10, 2020, 106864, ISSN 1040-6190, <https://doi.org/10.1016/j.tej.2020.106864>.
29. Aggelos, S., Bouhouras., Paschalis, A., Gkaidatzis., Dimitris, P., Labridis. Network Reconfiguration in Modern Power Distribution Networks. (2020). doi: 10.1007/978-3-030-36115-0_7.
30. Christian Breyer, Siavash Khalili, Dmitrii Bogdanov, Manish Ram, Ayobami Solomon Oyewo, “On the History and Future of 100% Renewable Energy Systems Research”, *IEEE Access* 10(1):1-1, January 2022, doi:10.1109/ACCESS.2022.3193402.
31. Yunis Khan, Deepak Singh, Hakan Caliskan, Hiki Hong, Exergoeconomic and Thermodynamic Analyses of Solar Power Tower Based Novel Combined Helium Brayton Cycle-Transcritical CO₂ Cycle for Carbon Free Power Generation, *Global Challenges*, 10.1002/gch2.202300191, 7, 12, (2023).
32. 2020-2030 yillarda O‘zbekiston Respublikasini elektr energiyasi bilan ta‘minlash kontseptsiyasi, 4-b.
33. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining “2030 yilgacha O‘zbekiston Respublikasining «yashil» iqtisodiyotga o‘tishiga qaratilgan islohotlar samaradorligini oshirish bo‘yicha chora-tadbirlar to‘g‘risida” 2022 yil 2 dekabrda PQ-436-sonli qarori.
34. O‘zbekiston “Issiqlik elektr stantsiyalari” AJ ma‘lumotlari <https://tpp.uz/uz/>.
35. International energy agency, “Uzbekistan 2022 Energy Policy Review”, Co-funded by the European Union, June 2022.

UDK 631.365.

BARABANLI QURITGICHNING GIDRODINAMIK REJIMLARINI NAZARIY TADQIQ ETISH

Mansurov M.T.

Namangan muhandislik-qurilish instituti t.f.d., professor

Abdukodirov N.SH.

Namangan muhandislik-qurilish instituti, Tayanch doktorant, nurzodqodirov1991@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada qishloq xo‘jalik mahsulotlari, jumladan, boshhoqli usimliklarni quritish jarayoni va unda qo‘llaniladigan qurilmalarning taxlili, jarayondagi mavjud muammolar va ularning maqbul yechimlari taxlil qilingan. Taxlillar asosida sholi donlarini quritish jarayonini intensivlash va issiqlik almashinish yuzalarini ko‘paytirish maqsadi belgilangan hamda issiqlik almashinish yuzalarini hosil qiluvchi setkali kronshayn konstruksiyasi va quritgichning laboratoriya nusxasi ishlab chiqilgan. Barabanli quritgichning gidrodinamik rejimlari tadqiq qilingan. Qurilmaning umumiy gidravlik qarshiligi va kontakt elementning qarshilik koeffitsientini aniqlovchi tenglama tavsiya etilgan.

Аннотация. В статье анализируется процесс сушки сельскохозяйственной продукции, в том числе растений кукурузы, и используемое в нем оборудование, существующие проблемы в процессе и их оптимальные решения. На основе анализа определена цель интенсификации процесса сушки рисового зерна и увеличения поверхностей теплообмена, а также разработан лабораторный экземпляр сушилки и конструкция соединительного кронштейна, образующего поверхности теплообмена. Изучены гидродинамические режимы барабанной сушилки. Рекомендуется уравнение, определяющее общее гидравлическое сопротивление устройства и коэффициент сопротивления контактного элемента.

Abstract. The article analyzes the process of drying agricultural products, including corn plants, and the equipment used in it, the existing problems in the process and their optimal solutions. Based on the analysis, the purpose of intensifying the drying process of rice grains and increasing the heat exchange surfaces was determined, and a laboratory copy of the dryer and the construction of the connecting bracket forming the heat exchange surfaces were developed. The hydrodynamic regimes of the drum dryer were studied. The equation that determines the total hydraulic resistance of the device and the resistance coefficient of the contact element is recommended.

Kalit so‘zlar: kontaktli, konvektiv, barabanli quritgich, setkali kronshayn, kontakt element, gidravlik qarshilik, gidrodinamik rejim, kontakt yuza, issiqlik almashinish.

Ключевые слова: контакт, конвекция, барабанная сушилка, контактный кронштейн, контактный элемент, гидравлическое сопротивление, гидродинамический режим, контактная поверхность, теплообмен.

Key words: contact, convective, drum dryer, contact bracket, contact element, hydraulic resistance, hydrodynamic regime, contact surface, heat exchange.

Kirish.

Qishloq xo‘jalik mahsulotlari, jumladan, boshhoqli o‘simliklarni termik ishlov berib quritish texnologik chiziqda muhim jarayonlardan biri hisoblanadi. Bu jarayondan foydalanish tayyor mahsulot sifatini belgilash uchun zarurdir. Termik quritish xarajatlari jarayonga ishlov berishda umumiy qiymatning 10 % tashkil etadi [1;2;3]. Bunday sharoitda yuqori samarali,

TEKNOLOGIYA

energiyani tejaydigan quritish rejimlarini yaratish va quritish apparatlarida issiqlik almashinish jarayonlarini tartibga solish hamda optimallashtirish dolzarb hisoblanadi.

Yuqorida takidlanganidek quritish jarayoni material namligi, o'lchami, ularni barabanda harakatlanish usuliga, quritish agenti bilan materialning harakat gidrodinamikasiga va ichki hamda tashqi muhit parametrlariga bog'liq ekanligi ma'lum. Ushbu omillarning kombinatsiyasi quritish jarayonining sharoitini belgilaydi. SHu bois jarayonda quritiladigan materialning fizik, kimyoviy va mexanik xossalari ko'ra turli usullar va qurilmalardan foydalaniladi.

Yuqorida ta'kidlangan usul va qurilmalarning eng ko'p tarqalgan turi bu konvektiv quritish usuli bo'lib, bu jarayonda qo'llaniladigan barabanli quritgichlar konstruksiyasining soddaligi, yuqori ish unumdorlik va universalligi bilan alohida o'rin tutadi. SHu sababli hozirda ushbu quritish agregatlaridan xalq xo'jaligining turli tarmoqlarida foydalanish tendensiyasi kengayib bormoqda. Ammo bu turdagi quritgichlarning xam o'ziga xos kamchiliklari mavjud.

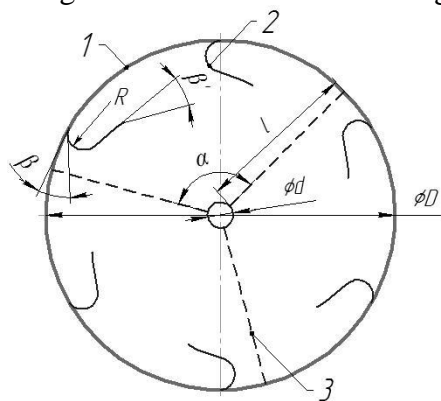
Masalan, quritish intensivligini ta'minlash, quritish uchun sarflanadigan issiqlik agentidan oqilona foydalanish, gidrodinamik parametrlarni maqbullash va sarflanadigan energiya iste'molini minimallashtirish kabi bir muncha murakkab jarayonlarni aytish mumkin. SHu sababli bu turdagi qurilmalarda maqbul parametrlarini aniqlash va asoslash masalalari dolzarbdir.

Ma'lumki, barabanli quritgichda issiqlik almashinuvining ikki turi - kontakt va konvektiv usullari mavjud. Lekin, quritilgan materialga uzatilgan issiqlikning katta miqdori konvektiv issiqlik almashinuvi orqali amalga oshiriladi. Barabanli quritgichda quritilayotgan materialga konvektiv usul bilan uzatilayotgan issiqlik miqdori kontakt usuli bilan uzatilayotgan issiqlik miqdoridan 20 martagacha yuqori bo'ladi. Barabanli quritgichda konvektiv issiqlik berish intensivligi, o'z navbatida, zarralar yuzasining ochilishiga va zarraning median o'lchamiga bevosita bog'liq. Material baraban yuzasi bo'ylab qancha ko'p tarqalsa, konvektiv issiqlik almashinuvi maydoni shuncha katta bo'ladi.

Keltirilgan omillarning maqbul parametrlarini aniqlash bo'yicha ko'plab ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilgan [4,5]. Ammo quritgich gidravlik qarshiligi, issiqlik almashinuvchi kontakt elementi (nasadkalar) va issiqlik almashinish jarayonlarining maqbul parametrlarini asoslovchi to'liq yechimlar ishlab chiqilmagan.

Tadqiqot ob'ekti.

Yuqoridagilardan kelib chiqib boshqoqli o'simlik hisoblangan sholi donini quritish jarayonini intensivlashtirish va quritgichda issiqlik almashinish yuzalarini ko'paytirish maqsadida issiqlik almashinish yuzalarini hosil qiluvchi V simon nasadka va unga yordamchi qurilma sifatida qo'llaniladigan kronshteynning konstruktiv sxemasi ishlab chiqildi. 1-rasmda V simon nasadka va kronshteynning qurilmaga o'rnatilish sxemasi keltirilgan.



1-baraban korpusi; 2- V simon tipdagi nasadka; 3-kronshteyn.

1-rasm. Taklif etilayotgan V simon nasadka va kronshteynning qurilmaga o'rnatilish sxemasi

Nazariy tadqiqot natijalari:

Ma'lumki barabanli quritgichlarda issiqlik tashuvchi agent quritgich ichida va kanallarda harakat qilganda gidravlik qarshilikka uchraydi. Ular ishqalanish P_{ishq} , mahalliy P_{max} , quritgich nasadkalarining ishchi yuzalarida P_{nas} , kronshteynda P_{kr} va kaloriferda P_k . U holda qurilmaning umumiy gidravlik qarshiligini ΔP quyidagicha yozish mumkin bo'ladi, Pa;

$$\Delta P = P_{ishq} + P_{max} + P_k + P_{nas} + P_{kr} \quad (1)$$

bunda P_{ishq} - qurilmada harakatlanayotgan issiqlik agenti oqimining ishqalanish kuchi tufayli yo'qotilgan bosimi bo'lib, u quyidagi tenglama orqali aniqlanadi, Pa [6];

$$P_{uuk} = \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{w^2 \cdot \rho}{2} \quad (2)$$

bunda l – quritgichning uzunligi, m; λ - ishqalanish qarshiligi koeffitsienti bo'lib, u oqimning xarakat rejimiga bog'liq bo'ladi va uni Blazius tenglamasi orqali aniqlanadi [6;7];

$$\lambda = \frac{1}{\sqrt[4]{Re}} \quad (3)$$

Bu tenglamada Reynolds soni quyidagiga teng bo'ladi;

$$Re = \frac{w \cdot d \cdot \rho}{\mu} \quad (4)$$

U holda (3) tenglamaga (4) tenglamani qo'ysak quyidagi ko'rinishga keladi;

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{\mu}{w \cdot d \cdot \rho}} \quad (5)$$

bunda w -qurituvchi agentning tezligi, m/s.

Odatda uni 5-20 m/s atrofida olish mumkin; d – kalorifer quvirining diametri bo'lib, uni sekundli sarf tenglamasidan aniqlanadi, m;

$$d = \sqrt{\frac{V_c}{0,785 \cdot w}} \quad (6)$$

bunda V_c – qurituvchi agentning sekundli xajmiy sarfi, m³/s; ρ -qurituvchi agent zichligi.

U holda (2) tenglamada matematik amallarni bajarsak quyidagi ko'rinishga keladi;

$$P_{uuk} = \sqrt[4]{\frac{\mu}{w \cdot \rho} \sqrt{\frac{V_c}{0,785 \cdot w}}} \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{w^2 \rho}{2}, \quad (7)$$

P_{max} -quritgichdagi mahalliy yo'qotilgan bosim bo'lib, u quyidagi tenglama bo'yicha aniqlanadi, Pa;

$$P_{max} = \zeta_{max} \cdot \frac{w^2 \cdot \rho}{2} \quad (8)$$

P_k -kaloriyferdagi yo'qotilgan bosim bo'lib, Pa. Uni aniqlashda quritgichga tanlanadigan kalorifer markasi xisobga olinadi va gidravlik qarshilik qiymatlari kaloriferi hisoblash jadvalidan olinadi.

P_k -quritgich koloreyferidagi yo'qotilgan bosim bo'lib, u quyidagi tenglama bo'yicha aniqlanadi, Pa;

$$P_k = \xi_k \cdot \frac{w^2 \rho}{2}, \quad (9)$$

P_k -kaloriyferdagi yo'qotilgan bosim bo'lib, Pa. Uni aniqlashda quritgichga tanlanadigan

TEKNOLOGIYA

kalorifer markasi xisobga olinadi va gidravlik qarshilik qiymatlari kaloriferni hisoblash jadvalidan olinadi.

P_{nac} -qurituvchi agentning qurilma nasadkasi ishchi yuzalaridagi yo‘qotilgan bosimi bo‘lib, u quyidagi tenglama orqali aniqlanadi, Pa;

$$P_{nac} = \xi_{nac} \frac{w^2 \rho}{2}, \quad (10)$$

bunda ξ_{nac} -ishchi yuzaning qarshilik koeffitsienti bo‘lib, u bir necha faktorlarga bog‘liq. Uni aniqlash murakkab va turli chetga chiqishlarni talab etadi. Tadqiq etilayotgan quritgichda ishchi yuzaning qarshilik koeffitsientini aniqlashni soddalashtirish maqsadida R.X. Mirsharipovning dissertatsiya ishida keltirilgan aniqlash usuli, ya‘ni baraban yuzasining issiqlik agentidan foydalanilmagan yuzasiga nisbati bo‘yicha aniqlash tenglamasidan foydalanish mumkin [8];

$$\xi_{nac} = n \cdot \alpha \cdot \frac{S_B}{S_{\Phi IO}} \cdot Z, \quad (11)$$

bunda S_B -barabanning ko‘ndalang kesimi bo‘yicha yuzasi, m^2 ; $S_{\Phi IO}$ -quritgichning issiqlik agentidan foydalanilmagan yuzasi bo‘lib, u tanlangan nasadkaning konstruksiyasiga, quritgichni to‘lirish yuzasiga va xarakat sxemasiga bog‘liq holda aniqlanadi, n- barabanning aylanishlar soni, ayl/min; Z-setkali kronshtayn pog‘analar soni.

(10) tenglamadagi qarshilik koeffitsienti ξ_{nac} o‘rniga (11) tenglamani qo‘ysak, u holda (10) tenglama quyidagi ko‘rinishga keladi, Pa;

$$P_{nac} = n \cdot \alpha \cdot \frac{S_B}{S_{\Phi IO}} \cdot Z \cdot \frac{w^2 \rho}{2}, \quad (12)$$

Olingan nazariy natijalardan foydalanib (1) tenglamani quyidagicha yozish mumkin bo‘ladi, Pa;

$$\Delta P = \left[\sqrt[4]{\frac{\mu}{w \cdot \rho \sqrt{0,785 \cdot w}}} \cdot \frac{l}{d} + \xi_{max} + \xi_{\kappa} + n \cdot \alpha \cdot \frac{S_B}{S_{\Phi IO}} \cdot Z + \xi_{\kappa p} \right] \frac{w^2 \rho}{2}, \quad (13)$$

Keltirilgan (13) tenglama bo‘yicha ikki qisimli nasadka bilan jihozlangan barabanli quritgichning umumiy gidravlik qarshiligini aniqlash imkoniga ega bo‘lamiz.

Xulosa:

Tadqiqotchilar materialning barabanning ichki yuzasi bo‘yicha taqsimlanishini samaradorligi belgilash uchun bir xillik taqsimlanish koeffitsienti K_r bilan baholashadi, bu material taqsimotining muvofiqligini miqdoriy baholash koeffitsienti hisoblanadi [9,10,11].

Turli nasadkali elementlar bilan barabanlarning samaradorligini qiyosiy baholash materialning bir tekis taqsimlanish koeffitsientini tajriba yo‘li bilan olingan materialning taqsimlanishini baholash imkonini beradi [12,13,14].

U quritish barabanining bo‘ylama va yuza kesimlarida bir vaqtning o‘zida zarrachalarni nasadka elementlar bilan sochish samaradorligini tavsiflovchi yig‘ma parametrdir. Bu esa o‘z navbatida gidravlik qarshilikka ham bog‘liq bo‘ladi.

ADABIYOTLAR

1. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. – Москва: Химия, 1973. – 752 с.

TEKNOLOGIYA

2. Salimov.Z. Kimyoviy texnologiyaning asosiy jarayonlari va qurilmalari. Tom–2.– Toshkent: O‘zbekiston, 1995. – 238 b.
3. Плановский А.Н., Николаев П.И. Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии. – Москва: Химия, 1987. – 496 с.
4. Yusupbekov N.R., Nurmuhamedov H.S., Zokirov S.G. Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalari. – Toshkent: Fan va texnologiya-lar, 2015. – 848 b.
5. Latipov K.SH. Gidravlika, gidromashinalar va gidroyuritmalar. – Toshkent: O‘qituvchi, 1992. –405 b.
6. Salimov. Z. Kimyoviy texnologiyaning asosiy jarayonlari va qurilmalari. Tom–1.– Toshkent: O‘zbekiston, 1994. – 366 b.
7. Tojiyev R. J., Akhunbaev A. A., Mirsharipov R. X. Research of hydrodynamic processes when drying mineral fertilizers in drum dryers //Scientific-technical journal. – 2021. – Т. 4. – №. 4. – С. 10-16.
8. Mirsharipov R.X. Mineral o‘g‘itlarni qurituvchi barabanli quritgich konstruksiyalarini quritish jarayonini intensivlash. Dissertatsiya Farg‘ona 2021
9. Mirsharipov R. H., Akhunbaev A. A. Research of Hydrodynamic Parameters of Drum Dryer //International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. – 2020. – Т. 7. – №. 11. – С. 15683.
10. Тожиев Р. Д. и др. Исследование гидродинамических процессов при сушке минеральных удобрений в барабанных сушилках //Научнотехнический журнал. – 2021. – Т. 4. – №. 4. – С. 15.
11. Mansurov Muxtorjon Tohirjonovich, Tojiyev Rasul Jumaboyevich, & Abduqodirov Nurzod Shavkatjon O‘G‘Li (2022). Qishloq xo‘jaligida donlarni barabanli qurutgichda quritish. Механика и технология, 2 (7), 177-182.
12. Mansurov Muxtorjon Tohirjonovich, Axunbaev Adil Alimovich, Abduqodirov Nurzod SHavkatjon O‘g‘li Barabanli quritgichda materialning bo‘ylama aralashish jarayonini tadqiq qilish // Механика i texnologiya. 2022. №9. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/barabanli-uritgichda-materialning-b-ylama-aralashish-zharayonini-tad-i-ilish>
13. Abducodirov N., Okyulov K. IMPROVEMENT OF DRUM DRYER DESIGN // Экономика и социум. 2021. №4-1 (83). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/improvement-of-drum-dryer-design>
14. Н.Ш.Абдукодиров, М.Т.Мансуров, С.С.Ахтамбаев Сушка зерна в конвекционных сушилках // Science and Education. 2023. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sushka-zerna-v-konveksionnyh-sushilkah>

UDK. 621.362

TERMOELEKTRIK GENERATORLARNI ISHLAB CHIQRISH KORXONALARIDA QO‘LLASH MASALALARI

Kasimaxunova Anarxan Mamasodikovna
Farg‘ona politexnika instituti, nmasudjon@gmail.com

Norbutaev Ma‘sudjon Abdurasulovich
Farg‘ona politexnika instituti, nmasudjon@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada elektr ta‘minoti tizimini o‘zgarmas tok manbai bilan ta‘minlashga xizmat qiladigan kondensator batareyalarini o‘zgarmas tok manbai bilan ta‘minlash uchun termoelektrik generatorlardan foydalanish masalalari tadqiq qilingan.

Аннотация. В данной статье рассматриваются вопросы использования термоэлектрических генераторов для обеспечения источника постоянного тока конденсаторных батарей, служащих для обеспечения источника постоянного тока системы электроснабжения.

Abstract. This article examines the issues of using thermoelectric generators to provide a constant current source to capacitor banks that serve to provide a constant current source to the power supply system.

Kalit so‘zlar: termoelektrik generator, termoelement, Zeebek effekti, termoelektrik yurituvchi kuchlar, elektr toki, issiqlik manbai, Pельте effekti, rele himoyasi, kondensator batareyasi, ZU-400, himoya vositalari, operativ tok manbai, foydali ish ko‘effitsienti.

Ключевые слова: термоэлектрический генератор, термоэлемент, эффект Зеебека, термоэлектрические движущие силы, электрический ток, источник тепла, эффект Пельте, релейная защита, конденсаторная батарея, ЗУ-400, устройства защиты, оперативный источник тока, коэффициент полезной работы.

Key words: thermoelectric generator, thermoelement, Zeebeck effect, thermoelectric driving forces, electric current, heat source, Pelte effect, relay protection, capacitor battery, ZU-400, protection devices, operational current source, useful work coefficient.

Kirish

Garchi termoelektrik generatorlar (TEG) dunyo miqyosida ma‘lum bir darajada tadqiqotchi fiziklarning diqqat e‘tibori markazida bo‘lishsa-da, bizning mamlakatimizda hali keng quloch yoygani yo‘q. Balki bunga sabab shu soha mutaxassislarining kamligidir. Termoelektrik energetikaning fan sohasida o‘rin topishi, asosan, Sankt-Peterburglik olimlarning bu jarayonga bo‘lgan katta qiziqishi bilan bog‘liqdir. Hozirgi paytda TE, yetarlicha darajada, boshqa turdagi ayrim muqobil energiya manbalari bilan raqobatbardosh desa xato bo‘lmaydi. Uning bir qancha ijobiy xususiyatlari, avtonom energiya manbai sifatida ishlatish fikrlariga tadqiqotchilarni jalb etgan. Hozirda fizika sohasining yarim o‘tkazgichlar fizikasi ixtisosligi bo‘yicha tadqiqot ishlarini olib borayotgan, yosh iqtidorli izlanuvchilar, o‘zlarining diqqatini shu termoelektrik energetika sohasida olib borilayotgan ilmiy ishlarga qaratsa, foydadan holi bo‘lmas edi. Xo‘sh, madomiki biz TE xaqida tavsiya ishlarini olib borar ekanmiz, unda qisqacha ravishda TE xaqida ma‘lumot berish juda muhimdir.

TEGlarni asosiy vazifasi issiqlik energiyasini elektr energiyasiga aylantirishdir [1÷5]. Hozirgi paytda, bir marotaba ishlatilib bo‘lingan issiqlik energiyasini salmoqli miqdori, tashlab yuborilayotgani sir emas. Albatta xorijiy olimlar ulardan foydalanish maqsadida, ma‘lum bir ishlarni amalga oshirmoqdalar. Ammo O‘zbekiston sharoitida, mavjud ishlab chiqarish

TEKNOLOGIYA

korxonalaridagi sovutish tizimi sifatida qo'llanilgan suv energiyalari, quyosh energiyasi yoki issiqlik elektr stantsiyalaridan chiqayotgan, sovub suvga aylangan bug'lar energiyasidan hali unumli foydalanilmaydi. Aynan shu energiyalarni elektrga aylantirishda TEG lar katta va hal qiluvchi rol o'ynaydi. TEG bu - bir nechta termoelektrik batareyani (TB) ma'lum bir sodda sxema asosida yig'ilishidan hosil bo'ladi. TB ham xuddi shunday tarzda termoelementlarni (TE) yig'ish orqali tayyorlanadi. TE ikkita yarim o'tkazgichli materialdan tayyorlangan, elektron va teshikli o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan yarim shoxchalarni, kommutatsion plastinalar orqali tutashtirilib olinadi. Asosiy fizik jarayonlar aynan shu termoelementlar hajmida yuzberadi. Bu fizik jarayon Zeebek effekti [6] deb atalib, uni mohiyati shundan iboratki, ikki xil jinsli materiallarni uchlarini birlashtirib, shu birlashtirilgan uchlarning birini qizdirib, ikkinchisini sovuq holda ushlab turilsa, termoelektrik yurituvchi kuchlar (α) hosil bo'ladi. Agar zanjirga yuklama ulansa, u holda zanjirda elektr toki (I) hosil bo'ladi. Bu konstruksiyada, termoelementlarni tutashgan bir tomonini qizdirish uchun, har qanday issiqlik manbaidan foydalanish mumkin: alanga, quyosh nuri, ikkilamchi energiya turlari, radioaktiv moddalarning parchalanishi tufayli ajralib chiqayotgan issiqlik va hokazo. Hozirda, hatto inson organizmi issiqligidan foydalangan holda ham, termoelektrik batareyalar ishlab chiqarilmoqda [7]. Agar biz xorijiy davlatlarda TEGlardan imkon qadar keng miqyosda foydalanishga bo'lgan intilishlarni [8÷10] nazardan chetda qoldirmasak, o'ylaymizki ma'lum darajada yutuqlarga erishishimiz, shu bilan bir qatorda, hozirda juda dolzarb bo'lgan energiya yetishmovchiligi va muqobil energiya manbalaridan foydalanish masalalarini amalga oshirishga kirishgan bo'lamiz. Chunki hozirda ham, fikrimizcha termobatareyalarni qo'llash darajasi o'zining eng yuqori cho'qqisiga chiqqani yo'q va undan foydalanish mumkin bo'lan sohalar ko'p. Qolaversa bu manbalarni o'zgarmas tok ishlab chiqara olishini, amalda esa o'zgarmas tok ishlab chiqarish iqtisodiy muammolar bilan bog'liqligini nazarda tutsak, bu sohaga ko'proq kirishish juda ham muhimdir.

Masalaning qo'yilishi

TEGlarni ishlab chiqarishga tadbir etishdan avval bir qancha mavjud bo'lgan muammo va talablarni o'rganib chiqish zarur [11÷13]. Masalan, birinchidan, TEGlar qanday imkoniyatlarga ega, ularni quvvati qaysi iste'molchi turini qanoatlantira oladi, hajm va gabarit tavsiflari talablarga javob beradimi, qaysi korxonalar o'zining "issiqlik manbai" ga ega, ularni yasash va tayyorlash texnologiyalari, kadrlar masalasi, texnologik jihozlarning mavjudligi va hokazo bo'lsa, ikkinchidan, mavjud texnologiyalar ichida samarador texnologiya sifatida qaysi metodni olish mumkin, materiallar bormi, qanday foydali ish koeffitsientiga (f.i.k.) ega bo'lgan TEG yarata olish mumkin, texnik-iqtisodiy masalalari kabilardir.

Mavjud horijiy [14-17] va ayrim, kam sonli bo'lsa-da, mamlakatimizdagi ilmiy nashrlarga ko'ra, ular texnika va texnologiyani ko'p sohalarida qo'llanilib, o'zlarini ma'lum bir darajada oqlaganini ko'rish mumkin. Ayniqsa, Pelte effektiga asoslangan [18] termoelektrik sovutgichlar ham juda qulay va xaridorgir bo'lib, ularni o'rni meditsinada beqiyos o'rin tutgan [19]. Bir necha yillar avval ishlab chiqilgan dastlabki modeldagi sovutgichlar ham buning isbotidir [2]. Lekin, ta'kidlab o'tish joizki, ekspluatatsiya uchun imkon qadar ekologik nuqtai-nazaridan toza va inson hayoti uchun xavfli bo'lmagan konstruktiv yechimlar zarur. SHuning uchun hozirgi paytda radioiztop issiqlik energiyasi manbalaridan foydalanish ko'p ham tavsiya etilavermaydi [2]. Boisi, avariya holati yuz berganida, atrof-muhit radioaktiv moddalar bilan zaharlanishi tufayli halokatli ta'siri kuzatiladi.

TEGlarni barq urib avj ola olmaganligining yana bir muhim sababi - uning f.i.k.ining pastligidir. Hozirgi paytdagi mavjud TEGlar, ishchi haroratlarini qiymatlariga qarab, qaysi toifaga kirishiga mos ravishda 5-6% (quyi haroratlarda ishlovchi termoelektrik energiya o'zgartirgichlar) toki 12-15% gacha (yuqori haroratli materiallarda) bo'lishi mumkin. Ularni bu ko'rsatkichlarini ko'tarish ustida ham izlanishlar ketmoqda. TEGlarni yaratish va ishlab

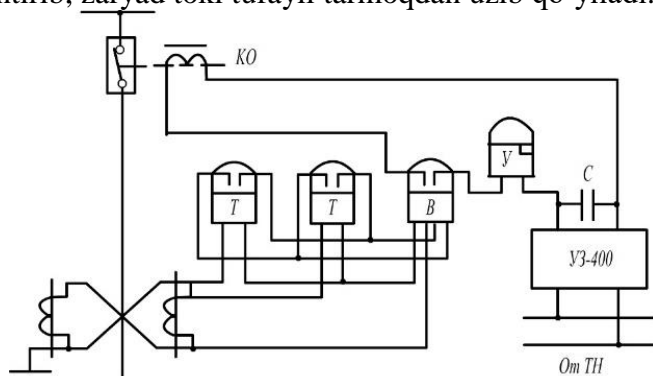
TEKNOLOGIYA

chiqarishga keng tadbir etilishida yaxshi termoelektrik xususiyatga ega bo'lgan materiallardan foydalanish katta ahamiyatga molik. Yarim o'tkazgichli materialni elektrofizik xususiyatlarini yaxshilash ularni texnologiyasini takomillashtirish, tarkibiga kiritmalar kiritish, yangi moddalar olish bilan bevosita bog'liq [20].

Yuqoridagi muammolarni bar tarafga qo'yib turib, asosiy maqsad bo'lgan TEGlarni ishlab chiqarishda qo'llash masalasiga qaytadigan bo'lsak, u holda hozirgi paytda shu narsa ma'lumki, TEGlar avtonom energiya manbai hamda ixcham sovutish elementlari sifatida (Релте elementi) aholi ichida, mashinasozlikda, meditsinada, fazo apparatlarida, suzish kemalarida keng qo'llanilmoqda [21÷23]. Lekin ishlab chiqarishda yana bir soha borki, bu sohani talablarini bajarmay turib, elektr energiyasini uzluksizligini ta'minlab bo'lmaydi. Bu soha rele himoyasi va avtomatika (RH va A) sohasidir [24]. RH va A sohasi elektr ta'minoti tizimida tinimsiz ravishda ro'y berishi mumkin bo'lgan avariya holatlarini oldini oladi, zarar yetishidan va eng muhimi - inson hayoti xavf ostida qolishidan saqlaydi. Bu himoya tizimining bir qismi, o'zgarmas tok manbai ishlab chiqarib beradigan operativ zanjirlar orqali, oziqlantiriladi. Ularga qo'yilgan asosiy talablarga uzluksiz ishlash, ishonchlilik, tezkorlik, sezgirlik va tanlovchanlik kiradi.

Tadqiqot ob'ekti

Tadqiqot ob'ekti sifatida elektr ta'minoti tizimini o'zgarmas tok manbai bilan ta'minlashga xizmat qiladigan kondensator batareyalarini olamiz. Aynan shu maqsadda akkumulyator batareyalarini ham olishimiz mumkin. Chunki ular tinimsiz ravishda o'zgaruvchan tok tarmog'iga ulangan holda zaryadlanib turadi va tarmoqda avriya hodisasi ro'y bergudek bo'lsa, rele himoyasi elementlariga kerakli ozuqani beradi. Quyidagi 1-rasmda an'anaviy usulda kondensator batareyasining tarmoqqa ulanishi va undan elektr energiyasini olgan holda maksimal tok himoyasi (MTH)ning ishlash printsipi ko'rsatilgan. Ushbu sxemadagi MTH tomonidan himoya qilinayotgan liniyada qisqa tutashuv (QT) yuz berganida, uni qizib, erib ketib uzilishidan saqlash uchun ishlaydigan himoyaning o'chirgichi, kondensator batareyasi S da zaxiralanib saqlanayotgan energiya hisobiga, amalga oshiriladi. Sxema ikkita tok relesi va vaqt relelaridan tashkil topib, odatiy ulanishlar asosida bajarilgan. Kondensator S zaryadlangan holatdadir. Uni zaryadlash zaryadlovchi qurilma ZU-400 orqali amalga oshiriladi. Zaryadlash qurilmasi, o'z navbatida, o'lchovchi kuchlanish transformatori yoki xususiy ehtiyoj transformatori orqali oziqlantiriladi. QT yuz berganida ishga tushirish relesi ulanib, vaqt relesi cho'lg'amining zanjirini ulaydi. Vaqt relesi sabr vaqtini o'tkazgach kondensator S ni o'chirish g'altagi (KO)ni oziqlantirib, zaryad toki tufayli tarmoqdan uzib qo'yiladi.



1-rasm. Zaryadlangan kondensatordan oziqlantirilayotgan maksimal tok himoyasining sxemasi.

Keyingi 2-rasmda zaryadlovchi qurilma UZ-400 ning sxemasi keltirilgan bo'lib, u kuchaytiruvchi transformator TN, to'g'rilagich V va ikkita yordamchi relelar: qutblangan rele RP hamda minimal kuchlanish relesi RN lardan tashkil topgan.

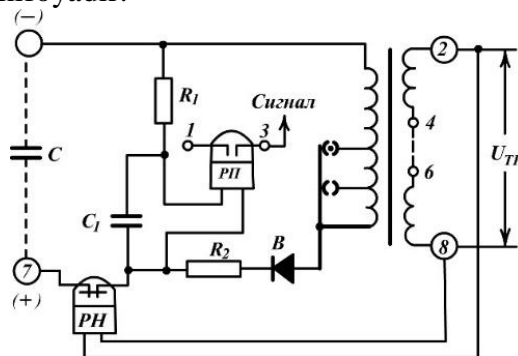
Kuchlanish transformatori orqali kelayotgan kuchlanish 2-8 bo'g'inlarga uzatiladi.

TEKNOLOGIYA

Uni qiymati 400V gacha orttiriladi va RN relening ajraluvchi kontaktlariorqali chiqish bo'g'inlari 5-7 ga uzatiladi. Bu bo'g'inga kondensator S ulangan. Kuchlanishni 400Vgacha ko'tarilishi kondensatorni sig'imini kamaytirishni imkonini beradi, chunki kondensator tomonidan to'plangan energiya kuchlanishni kvadratiga proporsionaldir:

$$W = U^2C/2.$$

To'g'rilagich V kondensatorni zaryadlash uchun kerak, negaki kondensatorni o'zgaruvchan tok bilan mo'tadil qiymatigacha zaryadlashni imkoniyati yo'q. RP rele 5-7 chiqish bo'g'inlaridagi kuchlanishni bor, yoki yo'qligini nazorat qilish uchun ham ishlatiladi. Kondensator yoki to'g'rilagich buzilib qolishi tufayli kuchlanish yo'qolib qolgan taqdirda, yoki oziqlantiruvchi liniya kuchlanishi to'xtasa RP releedagi tok yo'qoladi va u ishga tushadi. S₁ kondensator to'g'rilangan tokani lippilab o'zgarishini silliqlashga xizmat qiladi. RN relesi zaryadlovchi qurilmaning kirishida kuchlanishni nazorat qiladi va kuchlanish yo'qolib qolgan taqdirda kondensatorni zaryadlash qurilmasidan uzib qo'yadi. SHu jarayon bilan oziqlantiruvchi manba qarshiligi orqali kondensatorni razryadlanishini ogohlantiradi. UZ-400 qurilmasi sig'imi 500 mkF gacha bo'lgan kondensatorlarni zaryadlashga mo'ljallangan. Qurilmaning PS-10 namunasidagi yuritmasini ishga tushirish uchun 75 mkF li kondensator kifoyadir.



2-rasm. UZ-400 zaryadlash qurilmasining sxemasi.

Tadqiqot ob'ektining yana bir tashkil etuvchisi bu uch qorishmali vismut surma selen tellurididan ($\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{-Bi}_2\text{Sb}_3$ –p-tipli teshikli o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan va $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{-Bi}_2\text{Sb}_3$ -n tipli elektron o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan yarim o'tkazgichli termoelektrik materiallardan) tayyorlangan batareyadir.

Ekspirimentlar o'tkazish va natijalar tahlili

Tadqiqotning mohiyati, yuqorida bayon etilgan qurilma vazifasini termoelektrik generatorlarga almashtirish va uni ekspluatatsion tavsiflari bo'yicha xulosalar qilishdan iborat. Albatta taklif etilayotgan innovatsion variantda, o'zgarmas tok manbai vazifasini bajarish uchun xizmat qilayotgan qurilma, barcha uni tashkil etuvchilari bilan olinib tashlab, shu o'zgarmas tok TB dan olinishi rejalashtirildi. Rele himoyasi va avtomatikasi fanidan ma'lum, masofalarga uzatilayotgan elektr toklarini o'tkazuvchi sim va kabellar bir necha turdagi himoya vositalari yordamida foydalaniladi va bu himoya vositalari o'zlarining funktsional vazifalarini bajarish uchun operativ tok manbalaridan foydalanadi. O'zgaruvchan tok operativ tok manbalariga to'xtalmaymiz. Agar himoya turlarini ko'radigan bo'lsak, masalan mavjud maksimal tok himoyasi, tok otsechkasi, differentsial himoyalar, masofaviy himoyalar yoki boshqa turlari ham bevosita operativ tok manbalarini bilan bog'liq. SHuning uchun ularni turlarini inobatga olish shart emas. Bu yerda manba tanlashdagi asosiy mezon - shu rele himoyasi vositalarini mukammal ishlashliklari uchun kerakli bo'lgan energiya miqdorini o'z vaqtida yetkazib bera olishdir. Ushbu mushohadadan kelib chiqqan holda, an'anaviy usulda kondensator batareyasiga yetkazib beriladigan zaryad miqdorini, kondensatorni quvvatidan kelib chiqqan holda tanlaymiz. Masalan, maksimal tok himoyasi (MTH) uchun 50 kVar quvvatga ega bo'lgan kondensator batareyasi

TEKNOLOGIYA

zaryadlanishi termobatareya tomonidan amalga oshirishini eksperimental usulda tekshirildi. Buning uchun har bir elektron va teshikli o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan shoxchalarning geometrik uzunliklari $4 \times 4 \times 4 \text{ mm}^3$ ni tashkil etgan termoelementlardan yasalgan termoelektrik energiya o'zgartirgich qabul qilindi. SHoxchalarning bunday kubsimon o'lchamlari matematik modellashtirish yo'li bilan bajarilgan nazariy hisoblashlardan kelib chiqib tanlab olindi. Chunki shu o'lcham, batareyadan oqayotgan ishchi tok bilan optimal tok o'rtasidagi tafovutlarni minimal miqdorda ta'minlanishi aniqlandi. Ishchi tok qiymati esa, kondensator batareyasining quvvati asosida aniqlandi. Termobatareyaning nominal qiymatdagi, kondensator batareyasi kirishlaridagi kuchlanish va tokni ta'minlash, termoelement juftlarni bir nechtasini paralell va bir nechtasini ketma-ket ulashlar orqali (Om qonuniga binoan!) amalga oshirildi. Eng muhim masala- TB uchun issiqlik manbai sifatida kimyoviy korxonada ichida texnologik jarayonni amalga oshirilishidagi rezervuarlarni sovutish tizimi uchun foydalanilayotgan novsimon konstruktsiyalarining tashqi devor qismlari tanlanib, termobatareya bu novga issiqlikni yaxshi o'tkazuvchi, elektr tokini o'tkazmaydigan KTP-4 namunasidagi pastadan foydalanilib birlashtirildi. Termobatareyani vazni bilan bog'liq muammo (ya'ni, TB og'irligini ko'tara olmay, tushib ketish masalasi) uni tagiga taxtadan maxsus tayyorlangan taglik bilan ko'tarib qo'yish orqali hal qilindi. Nov temirdan tayyorlangan bo'lib, uni termobatareya ulangan tomoni ochiq qoldirilgan bo'lsa-da, shu TB ulangan joygacha bo'lgan masofa (taxminan $1 \div 1,5 \text{ m}$) issiqlikni izolyatsiya qiluvchi tarkibida shisha kukuni bo'lgan paxta (steklovata) bilan o'raldi. Bu holat, shu masofa ichida ham issiqlik yo'qotilishini kamayishini imkonini berdi. TB ulangan joydan keyingi qismi bizni tajribada uncha ahamiyatga molik bo'lmaganligi uchun ochiq qoldirildi. TB ni kondensatorga va issiqlik manbaiga ulanish sxemasi 3-rasmda keltirilgan.



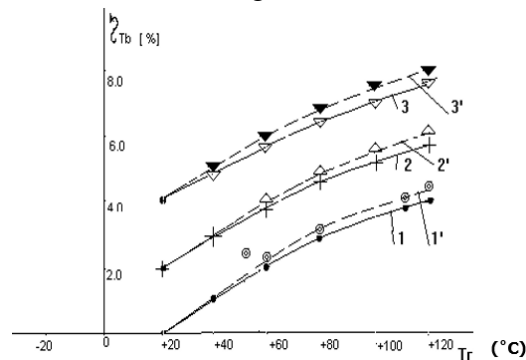
3-rasm. TBlarni kondensator batareyasiga ulanish sxemasi. 1, 4-mos holda, TELarning issiq va sovuq uchlaridagi kommutatsion plastinalar (Fe va Ni), 3-r – va n-tipli termoelementning yarim shoxchalari (Bi_2Te_3 – BiSb_3 Bi_2Te_3 – Bi_2Se_3), 5-TB ni ko'tarib turish uchun taxta tirkamalar, 6-KB turgan yer sathi

Tajriba jarayonida termoelektrik batareya hajmidan oqayotgan tok hamda chiqishlaridagi kuchlanish miqdori elektr o'lchash asboblari yordamida nazorat qilib borish bilan birga, avtomatik tarzda o'zi yozuvchi asbob orqali yozib, diagrammasi chizib borildi. Suv oqimining tezligi o'zgarmas va texnologik jarayonning davomiyligi uzluksiz bo'lganligi uchun, suv haroratining farqi tajrib o'tkazilgan uch kun davomida $\approx \pm 1.0 \div 1,4\%$ dan ortiq o'zgarmadi. To'liq zaryadlash vaqti davomiyligi 45 minutni, rele himoyasi bir marta ishga tushganidan so'ng qoldiq zaryadni to'ldirish vaqti esa 3 minutni tashkil etdi. Bu ishonchlilik talablarini qanoatlantiradi.

Shu o'rinda aytib o'tish kerakki, sxemada kondensator to'liq zaryadlanib bo'lgach, uni avtomatik tarzda termobatareyadan uzish masalasi ham ko'zda tutilgan. Bunday "tanaffus" paytida termobatareyadan chiqayotgan elektr quvvatni boshqa iste'molchilarga ham ulab foydalanish mumkin. Bu o'sha korxonaning ichida mavjud bo'lgan o'zgarmas tok iste'molchilarining ehtiyojiga bog'liq. Ammo bu iste'molchilar katta quvvatli bo'lsa, u holda

TEKNOLOGIYA

TEG ni konstruktiv jihati javob bermasligi mumkin. SHuning uchun undan kichik va o'rtacha quvvatli iste'molchilar uchun foydalanish mumkin xolos. Quyidagi grafiklarda TB ni sovuq uchlaridagi haroratni o'zgarishi undan ajralib chiqayotgan quvvat miqdoriga, hamda shunga mos ravishda generatorning foydali ish koeffitsientiga ta'sir ko'rsatishi beltilgan (4-rasm).



4-rasm. Termobataryaning f.i.k. ini uni sovuq uchlaridagi haroratni o'zgarishiga bog'liqligini ko'rsatuvchi grafik. 1,1' - $T_s = +20^{\circ}\text{S}$; 2,2' - $T_s = -20^{\circ}\text{S}$; 3,3' - $T_s = -60^{\circ}\text{S}$; Punktir chiziqlarda modellashtirish orqali nazariy hisoblashlar qiymati, uzluksiz chiziqlarda esa tajriba natijalari keltirilgan.

SHu o'rinda TB ni sovuq uchlarini sovutish masalasi qanday hal etildi degan savol tug'ilishi mumkin. Eksperimentlar azot ishlab chiqarish birlashmasi tsexlarida qo'llashni nazarda tutgan holda va u yerda azot masalasi bilan bog'liq bo'lgan muammolar bo'lmasligini nazarda tutib, TEning sovuq uchlarini suyuq azot bilan sovutish maqsadga muvofiq hisoblandi. SHuning uchun tajribalar davomida TE larni sovuq uchlarini tomoni bilan sovutgich moslamasiga payvandlab turib, unga suyuq azot bug'lari haydaldi. Bug'larni haydash uchun Dbyuar termosini ichiga quyilgan suyuq azot ichiga maxsus yasalgan qizdirish elementi joylashtirildi va undan sekin astalik bilan tok o'tkazildi. Tokni miqdorini kattalashtirish, undagi bug'lanish jarayonini tezlashishiga va sovuq uchlardagi haroratni ko'proq olib keta olganligi uchun, chuqur sovushiga olib keldi. Rasmdan ko'rinib turibdiki, sovuq uchlardagi harorat qanchalik kichik bo'lsa shunchalik f.i.k. yuqori bo'ladi. Bu xodisani albatta, Zeebek effekti hodisasi bilan tushuntirish mumkin, ya'ni issiq va sovuq uchlardagi haroratlar farqi qancha katta bo'lsa, e.yu.k miqdori, va shunga mos ravishda TB chiqishlaridagi quvvat hajmi ortib boradi [25].

Xulosa

Tajribalarni ko'rsatishicha, xaqiqatdan ham qanday sharoitda termoelektrik generatorlardan foydalanilganida, agar uni parazit haroratlar ta'siridan va tokni keraksiz tomonga oqib ketishidan asragan holda ekspluatatsiya qilinsa, u o'zini elektr xususiyatlarini o'zgartirmagan holda faoliyat ko'rsatishi mumkin ekan. Kimeviy zavod yoki ishlab chiqarishlardan tashqari sharoitlarda ham qo'llash mumkin. Masalan, issiqlik elektr stantsiyalarida foydalanilib bo'lingan bug'lar harorati juda yuqori bo'lganligi sababli, TE ning shoxchalari bo'ylab ancha katta bo'lgan haroratlar farqini saqlash mumkin. Bu esa, uni sovuq uchlarini qo'shimcha sovutish tizimisiz ham yaxshi ish rejimlarini olish imkoniyatlarini beradi. Termoelektrik bataeyalarni mexanik mustahkamligi ham bir muncha yuqori. Undan yanada samarali foydalanish uchun yarim o'tkazgich materiallarni yanada elektrofizik xususiyatlarini yaxshilash ustida ishlash kerak. Qolaversa, fikrimizcha, termoelektrik materiallarga atrof muhitda mavjud bo'lgan kimeviy moddalarni ta'sirini o'rganish va buni ustida tadqiqotlar olib borish ham foydadan holi emas. CHunki atmosferada mavjud bo'lgan gazlar, changlar tarkibida kimeviy moddalar ham mavjud bo'lib, bizni mamlakatimiz yoki yurtimiz mintaqasida yoz mavsumida o'rin tutadigan jazirama issiq havo, ularni kimyoviy birikishlariga va parametrlariga ta'sir ko'rsatishi mumkin.

TEKNOLOGIYA
ADABIYOTLAR

1. Иоффе А.Ф. Полупроводниковые термоэлементы. Изд. АН СССР, М. —Л . , 1956, стр. 103.
2. Иорданишвили Е.К. Термоэлектрические источники питания. Изд-во “Советское радио”. 1968г.
3. Охотин А.С., Пушкарский А.С., Термоэлектрические генераторы. Изд-во: «Энергоатомиздат». 1998г.
4. Х.Ф.Ченг, С.Х.Лю, Й.Й.Йан. К.Ванг. Обзор исследований термоэлектриков- последние разработки и возможности для применения в устойчивых и возобновляемых источниках энергии. *Renew Sustain Energy Rev*, 32(2014), снх/486-503/.
5. Булат Л.П., Иорданишвили Е.К., Пустовалов А.А., Федоров М.И. Термоэлектричество в России: история и современное состояние. *Термоэлектричество* №4, 2009г. Стр. 7-25.
6. Seebeck, T. J. (1825). "Magnetische Polarisation der Metalle und Erze durch Temperatur-Differenz (Magnetic polarization of metals and minerals by temperature differences)". *Abhandlungen der Königlich Akademie der Wissenschaften zu Berlin (Treatises of the Royal Academy of Sciences in Berlin)*. pp. 265–373.
7. Чанг, Эмили (17 июня 2014 г.). «Девушка из Британской Колумбии изобретает налобный фонарь, работающий от тепла тела» . *Новости Си-Би-Си*.
8. Лю, Липэн (2014). «Возможность создания крупных электростанций на основе термоэлектрических эффектов». *Новый журнал физики*. 16 (12): 123019. Бибкод: 2014NJPh...16I3019L. doi: 10.1088/1367-2630/16/12/123019.
9. "Thermoelectric Generator Market Analysis - 2030 | By Material, Application". *Allied Market Research*. Retrieved 2022-11-11.
10. "Thermoelectric Generators Market Worth 547.7 Million USD by 2020". *www.prnewswire.com* (Press release). Retrieved 2015-10-28.
11. Jump up to:^a ^b Kim, Sang (2015). "Dense dislocation arrays embedded in grain boundaries for high-performance bulk thermoelectrics" (PDF). *Science*. **348** (6230): 109-114. Bibcode:2015Sci...348..109K. doi:10.1126/science.aaa4166. PMID 25838382. S2CID 31412977.
12. Chen, Meng (2015-04-29). "The Deep Sea Water and Heat Energy of Thermoelectric Generation Study". *ECS Meeting Abstracts*. The Electrochemical Society. MA2015-01 (3): 706. doi:10.1149/MA2015-01/3/706. Retrieved 11 March 2019.
13. Tang, Shuang; Dresselhaus, Mildred (2014). "Building the Principle of Thermoelectric ZT Enhancement". *arXiv:1406.1842 [cond-mat.mtrl-sci]*.
14. Liu, Weishu (2017). "New trends, strategies and opportunities in thermoelectric materials: A perspective". *Materials Today Physics*. **1**: 50–60. doi:10.1016/j.mtphys.2017.06.001.
15. Biswas, Kanishka; He, Jiaqing; Blum, Ivan D.; Wu, Chun-I; Hogan, Timothy P.; Seidman, David N.; Dravid, Vinayak P.; Kanatzidis, Mercouri G. (2012). "High-performance bulk thermoelectrics with all-scale hierarchical architectures". *Nature*. **489**(7416):414–418. Bibcode:2012Natur.489..414B. doi:10.1038/nature11439. PMID 22996556. S2CID 4394616.
16. Kraemer, Daniel; Poudel, Bed; Feng, Hsien-Ping; Caylor, J. Christopher; Yu, Bo; Yan, Xiao; Ma, Yi; Wang, Xiaowei; Wang, Dezhi; Muto, Andrew; McEnaney, Kenneth; Chiesa, Matteo; Ren, Zhifeng; Chen, Gang (July 2011). "High-performance flat-panel solar thermoelectric generators with high thermal concentration". *Nature Materials*. **10** (7): 532–538. Bibcode:2011NatMa..10..532K. doi:10.1038/nmat3013. PMID 21532584.
17. Jaziri, Nesrine; Boughamoura, Ayda; Müller, Jens; Mezghani, Brahim; Tounsi,

TEKNOLOGIYA

Fares; Ismail, Mohammed (2020-12-01). "A comprehensive review of Thermoelectric Generators: Technologies and common applications". Energy Reports. SI:Energy Storage - driving towards a clean energy future. **6**: 264–287. doi:10.1016/j.egy.2019.12.011. S2CID 212902804.

18. Peltier (1834). "Nouvelles expériences sur la calorificité des courants électrique (New experiments on the heat effects of electric currents)". Annales de Chimie et de Physique. **56**: 371–386.

19. Kumar, Palanisamy Mohan; Jagadeesh Babu, Veluru; Subramanian, Arjun; Bandla, Aishwarya; Thakor, Nitish; Ramakrishna, Seeram; Wei, He (June 2019). "The Design of a Thermoelectric Generator and Its Medical Applications". Designs. **3** (2): 22. doi:10.3390/designs3020022.

20. Cojocar-Mirédin, Oana. "Thermoelectric Materials Design by controlling the microstructure and composition". Max-Planck Institut. Retrieved 8 November 2016.

21. Fernández-Yáñez, P.; Armas, O.; Kiwan, R.; Stefanopoulou, A.; Boehman, A.L. (2018). "A thermoelectric generator in exhaust systems of spark-ignition and compression-ignition engines. A comparison with an electric turbo-generator". Applied Energy. **229**: 80–87. doi:10.1016/j.apenergy.2018.07.107. S2CID 116417579.

22. John, Fairbanks (2014). "Automotive Thermoelectric Generators and HVAC" (PDF). Department of Energy. Retrieved 11 March 2019.

23. "Advanced Thermoelectric Technology: Powering Spacecraft and Instruments to Explore the Solar System". NASA. Retrieved 11 March 2019.

24. А.М.Касимахунова, И.Сиддиков. Электр таъминоти тизимининг реле ҳимояси ва автоматикаси. 2021й. "Алоқачи", Тошкент ш. 496 бет.

25. Х.О.Олимов, А.М.Касимахунова. Термоэлектрик энергия ўзгартиргичлар. Ўқув қўлланма. Типография Фер ПИ. 1994й. 212 бет.

УДК:621.893.677.21

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СОДЕРЖАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Мухитдинов М.Б

Наманганский инженерно-строительный институт Доктор философий по технических наук
e-mail: muzaffarbek0047@gmail.com

Аннотация. В данной статье рассматриваются результаты исследований влияния содержания наполнителей на интенсивность изнашивания и физико-механические свойства композиционных полимерных материалов, в частности износостойкости, твердости, динамического модуля упругости, прочность на разрыв и удар, теплопроводность и объемное сопротивление указанных материалов, работающих в контактном взаимодействии с бетоном.

Abstract. This article discusses the results of studies of the influence of filler content on the wear rate and physical and mechanical properties of composite polymer materials, in particular wear resistance, hardness, dynamic modulus of elasticity, tensile and impact strength, thermal conductivity and volumetric resistance of these materials working in contact interaction with concrete

Annotatsiya. Ushbu maqolada to'ldiruvchilarning yeyilish intensivligi va kompozitsion polimer materiallarning fizik-mexanik xossalriga ta'siri, xususan yeyilishbardoshliligi, qattqlik, dinamik elastiklik moduli, tortishish va zarba kuchiga mustaxkamligi, issiqlik o'tkazuvchanligi va beton bilan o'zaro ta'sirida ushbu materiallarning hajmiy qarshiligi bo'yicha tadqiqotlar natijalari ko'rib chiqiladi.

Ключевые слова: Композиция, наполнители, полимерные материалы, твердость, динамический модуль упругости, прочность на разрыв и удар, теплопроводность, объемное электрическое сопротивление, износостойкость материала.

Keywords: Composition, fillers, polymer materials, hardness, dynamic modulus of elasticity, tensile and impact strength, thermal conductivity, volumetric electrical resistance, wear resistance of the material

Калит so'zlar: Kompozitsiya, to'ldiruvchi, polimer materiallar, qattqlik, dinamik elastik modul, kuchlanish va zarbga mustahkamligi, issiqlik o'tkazuvchanligi, hajmli elektr qarshiligi, materialning yeyilishbardoshliligi.

Введение. На сегодняшний день в мире железобетонные изделия широко применяются в строительстве зданий, мостов и сооружений, где из года в год спрос на них растет. Одной из важнейших задач в этом направлении является значительное повышение качества сборных железобетонных изделий, при одновременном снижении стоимости строительных конструкций, трудоемкости и энергозатрат путем применения полимерных материалов в рабочих поверхностях металлической оснастки железобетонных изделий.

В мировом масштабе для повышения эффективности и работоспособности металлической оснастки для изготовления железобетонных изделий актуально и необходимо создание эффективных триботехнических модифицированных композиционных терморезистивных эпоксидных полимерных материалов для получения покрытий с высокими адгезионными свойствами и износостойкостью. В этом аспекте актуальным и необходимым является повышение адгезионной прочности и износостойкости композиционных терморезистивных эпоксидных полимерных материалов и покрытий на их основе с высокими

физико-механическими свойствами для применения на рабочих поверхностях оснастки железобетонных изделий [1-10].

В этом аспекте в данной статье приводятся результаты исследований по влиянию содержания различных наполнителей на износостойкость и другие механические свойства композиционных эпоксидных полимерных материалов, работающих в контактном взаимодействии с бетоном.

Объект и методика исследования. Объектом являются два вида основного состава (ОС) связующего из 100 масс.ч. эпоксидной смолы ЭД-16, 12 масс.ч. отвердителя-полиэтиленалонамина, 20 масс.ч. пластификатора-дибутилфталата - ОС-1 и из 100 масс.ч. ЭД-16, 7 масс.ч. отвердителя-пиперидина, 20 масс.ч. алифатической низкомолекулярной эпоксидной смолы - ОС-2. Выбор связующего на основе ЭД-16 обусловлен его технологичностью, сравнительно высокими физико-механическими свойствами и теплостойкостью и возможностью получения покрытий как при холодном, так и горячем отверждении. Для наполнения эпоксидных композиций были выбраны выпускаемые промышленностью дисперсные и волокнистые наполнители органического, неорганического, синтетического и минерального происхождения, а также графит зернистый и пластинчатый, углеродные волокна, сажа, железный порошок, цемент, тальк, каолин, стекловолокно, фторопласт, полиэтилен высокой плотности.

Методы исследования. При выполнении диссертационной работы использованы, в основном, стандартные методы установки. Так, адгезионная прочность по ГОСТ 14-760-69, прочность при изгибе по ГОСТ 4648-71. Износостойкие свойства композиционных терморезистивных эпоксидных полимерных материалов при взаимодействии с бетоном были изучены на дисковом трибометре UzDST3330:2018.

Результаты исследований и их обсуждение. Результаты исследования по предыдущему разделу работы показали, что наиболее износостойкими являются композиции, наполненные стекловолокном, углеграфитовым волокном, железным порошком и цементом. Промежуточное положение по износостойкости занимают композиции, наполненные сажой, графитом зернистым и чешуйчатым, тальком и каолином. Наименее износостойкие при наполнении фторопластом и полиэтиленом.

Если проанализировать полученные результаты в целом, то видно, что каждый вводимый в состав эпоксидной композиции наполнитель имеет свои преимущества и недостатки. Например, композиции наполненные фторопластом и полиэтиленом, наряду с рядом их недостатков по физико-механическим свойствам имеют наименьшую адгезию к бетону, что очень важно для повышения эффективности форм. Эпоксидные композиции, наполненные цементом и железным порошком обладают противоположными характеристиками по сравнению с фторопластом и полиэтиленовыми композициями. Преимущество эпоксидных композиций, наполненных углеграфитовым волокном, бесспорно, но этот материал дефицитен и к тому же очень дорог, что ограничивает его практическое применение.

Исходя из этих соображений, а также с целью сокращения количества экспериментальных исследований при изучении влияния содержания наполнителя на износостойкость эпоксидных композиций, нами были выбраны такие наполнители, как: полиэтилен (ПЭВП), железный порошок, графит порошок, тальк, стекловолокно, т.е. представители различной природы, вида, структур и свойств. Вместе с этим они доступны и, главное, недороги, что упрощает внедрение композиционных полимерных материалов с использованием этих наполнителей. А результаты теоретических экспериментальных исследований, несомненно, будут полезными для прогнозирования долговечности покрытий из полимерных материалов в условиях работы форм для

производства бетонных плит облицовочно- декоративного назначения.

Результаты экспериментального исследования износостойкости к другим эксплуатационным и физико-механическим свойствам эпоксидных композиций в зависимости от содержания наполнителя представлены на рис.1-2 и табл. 1. Видно, что с увеличением содержания полиэтилена, интенсивность изнашивания эпоксидных композиций увеличивается независимо от вида связующего. При увеличении содержания железного порошка и стекловолокна интенсивность изнашивания эпоксидных композиций проходит через минимум в области содержания 20-30 об.ч. Увеличение содержания графита и талька в эпоксидной композиции до 20-30 об.ч. практически не изменяет интенсивности ее изнашивания, а при последующих значениях содержания (30-40 об.ч.) наблюдается резкое повышение интенсивности изнашивания композиции. Следует отметить, что закономерность изменения интенсивности изнашивания эпоксидных композиций на основе связующего ОС-1 и ОС-2 от содержания наполнителя имеет одинаковый характер, но она значительно отличается по абсолютным значениям и положениям экстремумов при равных прочих условиях (см.рис.1).

При этом износостойкость композиций на основе связующего ОС-1 всегда выше, чем у композиций на основе ОС-2. Кроме того, характерные участки в зависимости интенсивности изнашивания от содержания наполнителя (см.рис.1), т.е. экстремум при введении железного порошка и стекловолокна и резкое повышение при высоких содержаниях всех наполнителей у композиций на основе ОС-1 смещено в сторону увеличения содержания по сравнению с композициями на основе ОС-2. Это объясняется тем, что эпоксидное связующее ОС-1 имеет сравнительно меньшую вязкость, чем ОС-2, благодаря чему обладает высокой смачиваемостью наполнителей и, в результате, композиции на основе ОС-1 обладают высокой износостойкостью и лучшими эксплуатационными и физико-механическими свойствами.

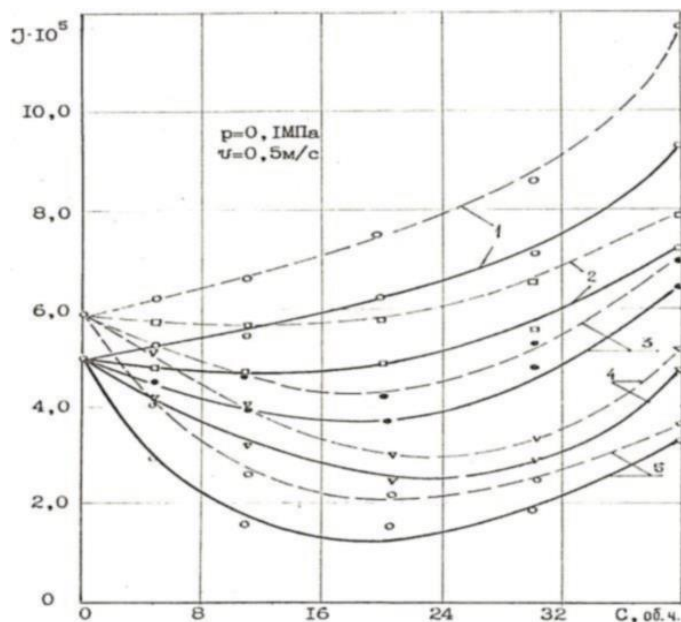


Рис.1. Зависимость интенсивности изнашивания эпоксидных композиций на основе ОС-1 (сплошные кривые) и ОС-2 по абразивному полотну от содержания и вида наполнителей: 1- полиэтилен; 2-тальк; 3-графит; 4-железный порошок; 5-стекловолокно

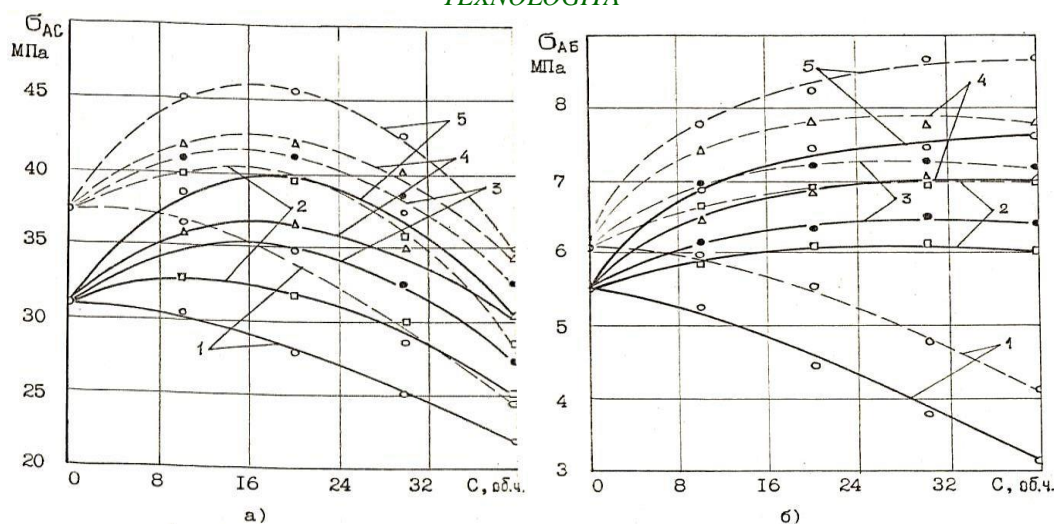


Рис.2. Зависимость адгезионной прочности к стали(а) и бетону (б) эпоксидных композиций на основе ОС-№1 (сплошные кривые) и ОС-№2 от содержания и вида наполнителей: 1-ПЭП; 2- стекловолокно; 3-графит; 4-тальк; 5-железный порошок

Уменьшение износостойкости эпоксидных композиций, наполненных полиэтиленом, можно объяснить снижением физико-механических свойств, а именно снижением твердости композиций (см. рис.1 и табл. 1). При этом также наблюдается значительное снижение адгезионной прочности, как к стали, так и к поверхности бетона, что можно объяснить инертностью полиэтилена при взаимодействии с другими телами, благодаря симметрично расположенным этильным группам, обеспечивающим нулевую полярность вдоль макромолекулярной цепи полимера [3,4,7,9].

Незначительное снижение интенсивности изнашивания эпоксидных композиций при наполнении графитом до 20-30 об.ч. несмотря на существенное увеличение комплекса физико-механических свойств можно объяснить природой самого наполнителя-графита и его структурной особенностью. Известно, что графит имеет слоистую структуру и благодаря этому обладает анизотропными механическими свойствами по нормали и тангенсам. Сила взаимодействия между слоями значительно меньше и поэтому при взаимодействии композиций с абразивами происходит отделение частиц, объем которого растет с увеличением содержания наполнителя, что видно из результатов исследования. В частности значительное снижение адгезионной прочности эпоксидных композиций при высоких содержаниях графита также может служить в качестве доказательства вышесказанного.

Несколько неожиданным выглядят результаты исследования при увеличении содержания минерального наполнителя талька, имеющего значительно меньшую твердость (10-30 МПа) по сравнению с самим связующим (180-190 МПа). С увеличением содержания талька уменьшается твердость композиции, что должно было бы значительно снизить ее износостойкость. Но этого не наблюдается, что вероятно можно объяснить некоторым увеличением прочности композиции на разрыв, способствующей повышению износостойкости. Следует отметить, что с увеличением содержания талька до 20-30 об.ч. значительно повышается адгезионная прочность эпоксидных композиций. Это происходит на наш взгляд по тому, что мелкодисперсный минерал тальк обладает хорошей смачиваемостью связующего, образуя прочные связи в разделе фаз наполнитель- полимер.

Увеличение износостойкости эпоксидных композиций с увеличением содержания до 30 об.ч. железного порошка и стекловолокна, главным образом, объясняется улучшением комплекса физико-механических свойств, особенно твердости и прочности на разрыв. Эти

характеристики композиций улучшаются как за счет высоких свойств самих наполнителей, так и за счет лучшего взаимодействия полимера с наполнителем. Очевидно, одним из бесспорных причин в повышения износостойкости композиций, наполненных стекловолокном, является армирующая способность последнего.

В частности, высокая адгезионная прочность эпоксидных композиций со сталью в нашем случае и по данным работ [5,6] и с поверхностью стекла [8,9] является ярким доказательством вышесказанного наличия высокой силы взаимодействия эпоксидного полимера с материалами из стекла и стали.

Вместе с этим высокую адгезию к бетону у композиций, наполненных железным порошком, и сравнительно низкие ее значения у композиций, наполненных стекловолокном, можно объяснить, исходя из низкой чувствительности к влаге стали и высокой - стекла [8,9].

Некоторое увеличение интенсивности изнашивания эпоксидных композиций при высоких содержаниях 30-40 об.ч. стекловолокна и железного порошка и резкое увеличение интенсивности изнашивания эпоксидных композиций при аналогичных содержаниях полиэтилена, талька и графита, главным образом, объясняется некоторым снижением твердости и других прочностных свойств композиций за счет ухудшения условий взаимодействия в разделе фаз наполнитель-связующий. Как показали результаты исследования, при высоком содержании наполнителей значительно ухудшается технология получения заливочных композиций и покрытий из них вследствие увеличения вязкости композиций. При этом повышается возможность микропорообразования в композиции. Кроме того, как показали результаты исследований электронного микроскопа, поверхности наполнителей, особенно порошкообразных, наполнители имеющие сильную шероховатость, к тому же, имеют микропоры, которые остаются недосмоченными связующими. Чем больше содержание наполнителей и выше их дисперсность, тем больше вероятности образования дефектов в композиции [1-4] и, следовательно, снижаются прочностные свойства материала, что подтверждается результатами исследования.

В частности, как видно из табл.1, с увеличением содержания наполнителя увеличивается разность между расчетной и экспериментальной плотностью композиции. Величина этой разности особенно резко возрастает при содержании наполнителя 30-40 об.ч. и имеет тенденцию к дальнейшему росту в сторону увеличения содержания наполнителя, что коррелирует с существенным снижением эксплуатационных и прочностных свойств эпоксидных композиций.

Известно [1-4], что микропорообразование высоконаполненных композиций можно устранить добавлением в них быстро летучих жидкостей и вакуумированием. Однако, применение быстро летучих жидкостей нецелесообразно тем, что в процессе эксплуатации полимера по мере испарения жидкости образуется дефект в материале, что способствует снижению его эксплуатационных свойств [3,4].

Таблица 1

Физико-механические свойства эпоксидных композиций в зависимости от вида и содержания наполнителя

Состав композиции	Содержание наполнителя, С.ч.	Физико-механические свойства						
		Твердость на НВ МПа	Динамический модуль упругости Е, МПа	Прочность на		Коэффициент теплопроводности	Объемное электрическое сопротивление, P_v , Ом·см	Разност. расч. и экс. в %
				Разрыв σ_p , МПа	Удар $\sigma_{уд}$, Н.м			
1	2	3	4	5	6	7	8	9

TEKNOLOGIYA

ОС+графит	10	195	420	39	3,5	14	$8 \cdot 10^8$	2
		180	460	34	3,1	16	$6,5 \cdot 10^8$	
	20	202	560	41	3,6	30	$6 \cdot 10^4$	4
		185	540	36	3,4	32	$5 \cdot 10^4$	
	30	186	640	36	3,4	38	$1,2 \cdot 10^2$	7
		165	630	30	3,2	41	$1,3 \cdot 10^2$	
40	168	500	31	2,6	40	$0,5 \cdot 10^2$	15	
	145	550	28	2,7	42	$0,6 \cdot 10^2$		
ОС+талък	10		390	38	2,8	3,6	$7 \cdot 10^{13}$	1
			380	36	2,4	3,8	$6 \cdot 10^{14}$	
	20		400	39	2,9	4,1	$4 \cdot 10^{13}$	3
			480	37	2,5	4,4	$3 \cdot 10^{13}$	
	30		410	40	3,1	5,5	$1,5 \cdot 10^{13}$	6
			470	36	3,0	6,5	$1,1 \cdot 10^{13}$	
40		420	34	3,4	5,6	$1,0 \cdot 10^{13}$	12	
		465	32	3,2	7,1	$1,0 \cdot 10^{13}$		
ОС+железны й порошок	10	210	460	40	2,5	16	$6 \cdot 10^{11}$	1
		195	520	36	2,4	18	$4 \cdot 10^{11}$	
	20	261	790	44	2,4	32	$8 \cdot 10^8$	2
		234	860	39	2,1	34	$9 \cdot 10^8$	
	30	285	930	51	2,1	42	$5 \cdot 10^5$	6
		240	900	48	2,2	44	$3 \cdot 10^5$	
40	260	950	49	1,6	41	$2 \cdot 10^5$	12	
	230	980	43	1,4	42	$1,0 \cdot 10^5$		
ОС+стекло- волокно	10	210	1050	46	3,5	14	$1,4 \cdot 10^{12}$	2
		200	900	41	3,8	13	$0,9 \cdot 10^{14}$	
	20	230	1400	52	4,0	28	$6,9 \cdot 10^{11}$	4
		210	1350	46	4,1	25	$6,5 \cdot 10^{11}$	
	30	253	1600	60	4,2	36	$6,1 \cdot 10^4$	8
		221	1650	54 w*X	4,3	39	$6,2 \cdot 10^4$	
40	230	1500	54	4,2	44	$6,4 \cdot 10^{11}$	12	
	196	1530	51	4,3	51	$6,1 \cdot 10^{11}$		
ОС+поли- этилен	10	170	380	33	3,5	2,4 2,6	$6,0 \cdot 10^{13}$	1
		139	400	30	3,8	2,6	$4,0 \cdot 10^{13}$	
	20	145	450	31	4,0	2,9	$8 \cdot 10^{13}$	3
		116	420	29	4,1	3,1	$6 \cdot 10^{13}$	
	30	120	300	28	4,2	3,3	$9 \cdot 10^{13}$	6
		90	310	26	4,3	3,6	$8 \cdot 10^{13}$	
40	100	250	25	4,4	3,5	$1,1 \cdot 10^{14}$	12	
	82	290	23	4,6	3,8	$0,9 \cdot 10^{14}$		

Примечание: в числителе композиции на основе ОС-1, в знаменателе ОС-2.

Это для нашего случая вообще не приемлемо, т.к. оснастки с полимерными материалами работают при больших перепадах температуры, давления бетонной смеси и скорости их перемещения, что нами было отмечено ранее в работе [10] и в главе 1 данной работы.

TEKNOLOGIYA

Поэтому нами не применялись быстро летучие жидкости в высоконаполненных композициях.

Выводы. Таким образом, на основе проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

На износостойкость и другие эксплуатационные и физико-механические свойства эпоксидных композиций существенное влияние оказывает содержание наполнителя. Увеличение содержания полиэтилена снижает износостойкость и другие свойства композиций, обратный эффект наблюдается при увеличении содержания наполнителей стекловолокна и железного порошка. Влияние содержания наполнителей талька и графита на износостойкость композиций незначительно, несмотря на улучшение некоторых физико-механических свойств, особенно при наполнении графитом.

Композиции на основе связующего ОС-1 имеют высокую износостойкость по сравнению с ОС-2 и оптимальное значение содержания наполнителя, обеспечивающего достаточную или минимальную интенсивность изнашивания у композиций на основе связующего ОС-1 смещается в сторону увеличения содержания.

Наибольшая адгезионная прочность к стали наблюдается у композиций на основе ОС-2, а наименьшая к бетону - у композиций на основе ОС-1 при наполнении железным порошком и полиэтиленом соответственно.

Оптимальным содержанием наполнителей, обеспечивающим комплекс необходимых эксплуатационных и физико-механических свойств композициям, является 30-35 и 25-30 об.ч., соответственно для связующих ОС-1 и ОС-2.

Таким образом, результаты исследования показывают, что увеличение содержания наполнителей по-разному влияет на эксплуатационные и физико-механические свойства композиций. Наиболее эффективными по износостойкости являются железный порошок и стекловолокно. Однако композиции, наполненные только железным порошком, имеют высокую адгезию с бетоном, что целесообразно для применения таких композиций в бетонных и железобетонных конструкциях. Применение эпоксидных композиций, наполненных только стекловолокном, также связано с определенными недостатками с точки зрения не технологичности при высоких содержаниях наполнителя и низкими электрофизическими свойствами, которые необходимы в условиях работы конструкции, где возможно накопление электростатических зарядов.

В связи с этим возникает необходимость найти оптимальное сочетание нескольких наполнителей, их соотношение и разработать композиции с направленными эксплуатационными свойствами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Липатов Ю.С. Физическая химия наполненных полимеров. М., "Химия", 1977, 304 с.
2. Гуль В.Е, Структура и прочность полимеров. М., "Химия", 1978, 327 с.
3. Справочник по пластическим массам. М., "Химия", 1975, т.1, 447 с, т.П, 567 с.
4. Энциклопедия полимеров (в трех томах), 1980, 1170 с.
5. Негматов С.С. Технология получения полимерных покрытий. Ташкент, "Узбекистан", 1975, 232 с.
6. Белый В.А. и др. Тонкослойные полимерные покрытия. Минск, "Наука и техника", 1976, 431 с.
7. Розенберг Л.Д. Физические основы ультразвуковой технологии. М., "Наука", 1970, 688 с.
8. Раджабов, Ё. С., Аликобилов, Ш. А., Негматов, С. С., Камолов, Т. О.,

TEKNOLOGIYA

Мухитдинов, М. Б., & Улмасов, Т. У. КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ФОРМИРУЮЩИХ ОСНАСТОК В ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И ИЗДЕЛИЙ, ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ИХ ЭФФЕКТИВНОСТИ. *KOMPOZITSION MATERIALLAR*, 172.

9. Негматов, С. С., Абед, Н. С., Улмасов, Т. У., Аликабулов, Ш. А., Ражабов, Ё. С. У., & Мухиддинов, М. Б. (2022). ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ НА ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ. *Universum: технические науки*, (11-5 (104)), 54-59.

10. Аликобилов, Ш. А., Раджабов, Ё. С., Абед, Н. С., Мухитдинов, М. Б., Камолов, Т. О., & Улмасов, Т. У. ПРИМЕНЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ФОРМАХ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ. *KOMPOZITSION MATERIALLAR*, 169.

11. Негматов, С. С., Абед, Н. С., Имомназаров, С. К., Аликобилов, Ш. А., Умирова, Н. О., Мухитдинов, М. Б., ... & Улмасов, Т. У. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СОДЕРЖАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ И ДРУГИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОМ-ПОЗИЦИОННЫХ ЭПОКСИДНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ. *KOMPOZITSION MATERIALLAR*, 72.

12. Rizaev, B. SH., Mamadaliev, A. T., & Muxitdinov, M. B. (2022). Quruq issiq iqlim sharoitini temir-beton elementlar ishiga ta'sirini taxlili. *barqarorlik va yetakchi tadqiqotlar onlayn ilmiy jurnali*, 2(7), 75-84.

13. Shamsitdinovich, R. B., & Bakhtiyorovich, M. M. (2023). Air Temperature and Humidity in Experimental Testing of Building Materials Used in the Climate of the Republic of Uzbekistan. *Web of Synergy: International Interdisciplinary Research Journal*, 2(4), 591-598.

14. Ризаев, Б. Ш., & Мухитдинов, М. Б. (2023). ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НАШЕЙ РЕСПУБЛИКИ НА РАБОТУ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ. *Scientific Impulse*, 1(9), 186-195.

STUDY OF HYDRAULIC RESISTANCE OF ROTOR-FILTER APPARATUS

Isomidinov Azizjon

Ferghana Polytechnic Institute, on technical sciences. PhD, a.s.isomidinov@ferpi.uz, isomidinov1985@mail.ru

Xomidov Xushnodbek

Tashkent State Technical University, Kokand branch assistant, xomidovxushnodbek207@gmail.comxushnodbek.xomidov@bk.ru

Annotation. The article presents the results of experimental research on determining the hydraulic resistance of the rotor-filter apparatus that cleans dusty air in a wet way. A formula that determines the coefficient of hydraulic resistance depending on the ratio of active and passive surfaces of the filter mesh material coated on the rotor of the device is recommended. Based on the results obtained in the experiment, the total lost pressure in the apparatus was determined depending on the diameter of the filter mesh material hole.

Аннотация. В статье представлены результаты экспериментальных исследований по определению гидравлического сопротивления роторно-фильтровального аппарата, очищающего запыленный воздух мокрым способом. Рекомендована формула, определяющая коэффициент гидравлического сопротивления в зависимости от соотношения активных и пассивных поверхностей материала фильтрующей сетки, нанесенного на ротор устройства. По результатам эксперимента определена общая потеря давления в аппарате в зависимости от диаметра отверстия материала фильтрующей сетки.

Annotasiya. Maqolada changli havoni nam usulda tozalovchi rotor-filtr apparatining gidravlik qarshiligini aniqlash bo'yicha eksperimental tadqiqotlar natijalari keltirilgan. Qurilmaning rotoriga qoplangan filtrli mash materialining faol va passiv sirlarining nisbatiga qarab gidravlik qarshilik koeffitsientini aniqlaydigan formuladan foydalanish tavsiya etiladi. Tajribada olingan natijalarga ko'ra, filtr to'r materiali teshigining diametriga qarab apparatdagi umumiy yo'qolgan bosim aniqlandi.

Keyword: active and passive surface, rotor-filter, hydraulic resistance, flow rate, dusty air, secondary gas, resistance coefficient, diffuser, confuser, filter mesh material.

Ключевое слово: активная и пассивная поверхность, ротор-фильтр, гидравлическое сопротивление, расход, запыленный воздух, вторичный газ, коэффициент сопротивления, диффузор, конфузор, материал фильтрующей сетки.

Kalit so'zlar: faol va passiv sirt, rotor-filtr, gidravlik qarshilik, oqim tezligi, changli havo, ikkilamchi gaz, qarshilik koeffitsienti, diffuzor, konfuzor, filtr to'r materiali.

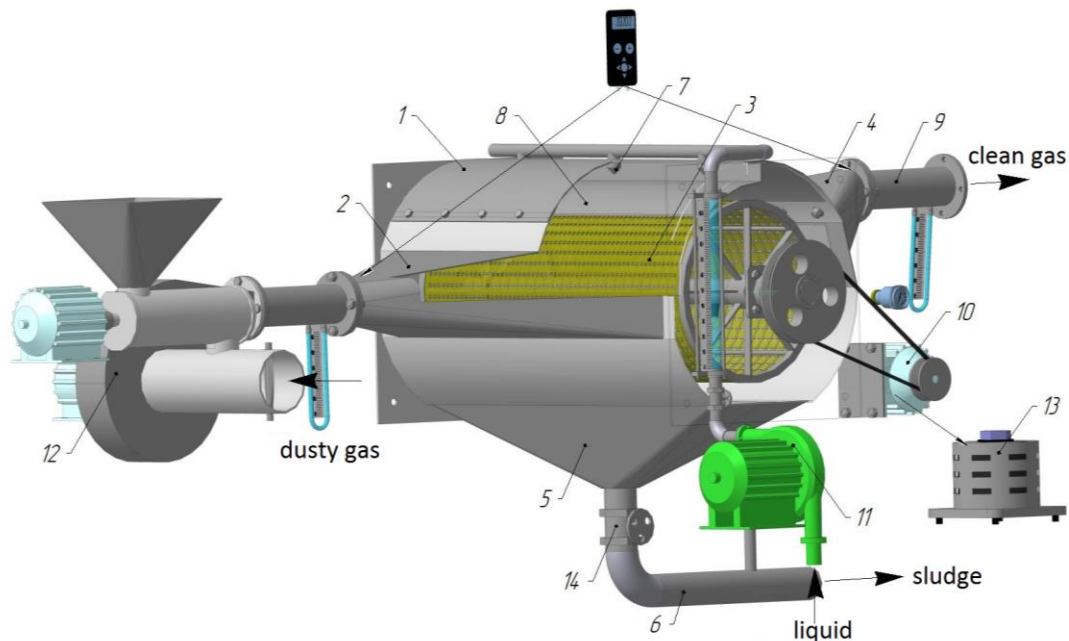
Introduction. One of the main characteristics is the choice of optimal values of the loads that affect the speed of the dusty air flow moving in the wet air cleaning devices in the working bodies of the device. This characteristic determines the hydraulic resistance of the device and the permissible value of the droplet of the working fluid leaving the device with air [1,3,4]. In addition, the increase of hydraulic resistance in the working bodies of the apparatus affects the improvement of the cleaning efficiency, it causes a decrease in the work efficiency and causes dust particles to clog the pipes. This, in turn, increases energy consumption.

Many scientific and research works have been carried out to determine the optimal values of the mentioned factors [5,6,7, etc.]. However, a complete solution for achieving maximum cleaning efficiency and increasing productivity at minimum values of hydraulic resistance has not been developed.

By studying these problems in general, a rotor-filter apparatus for cleaning dusty air and toxic gases by wet method was created [2], experimental studies were conducted to determine

the hydraulic resistance of the apparatus and to study the effect on cleaning efficiency and productivity. Figure 1 shows an overview of the experimental setup.

Experiments were carried out at different parameters and with the following limits: Diameter of the hole of filter mesh material coated on the rotor $d_f = 2,3,4$ mm; The rotation frequency of the rotor is 15, 25, 35 rev/min; The speed of the gas supplied to the device $v_{gas} = 7.67 \div 34.4$ m/s (The range of speeds is chosen close to the range of speeds that are loaded on wet vacuum cleaners used in industry); The diameter of the orifice of the nozzle that disperses the liquid $d_{noz} = 1;2;3$ mm. Experiments were conducted in air and water system at a temperature of 20 ± 20 C.



1-hardware body; 2-diffuser; 3-rotor-filter; 4-confuser; 5-working liquid bath; 6-sludge pipe; 7-liquid nozzle; 8- umbrella; 9th prandl tube; 10-electric motor; 11- pump; 12- fan; 13- electromotor speed control device; 14-working fluid adjustment switch.

Figure 1. Overview of the experimental device.

RESEARCH OBJECT AND METHOD.

In all types of dusty air cleaners, there is a loss of pressure when the dusty air is moved. This situation is explained by the constructive structure of the apparatus and the number of working bodies.

The created rotor-filter apparatus consists of a diffuser 2, working surfaces A and B of the filter 3, and a confuser 4. When the dusty air stream moving in the apparatus passes through the diffuser 2, the flow is observed and it moves in a straight line on the working surfaces A and B of the filter 2. The rectilinear movement of the flow on the working surfaces is provided by the liquid distribution zone 8 and the cleaning liquid 5 in the apparatus bath. Air cleaned of dust particles on the working surfaces of the filter 3 is discharged through the confuser 4. The dusty air moving in the apparatus is subject to hydraulic resistance due to local resistance and frictional forces in the diffuser, working surfaces and mixer. This condition is called the loss of pressure in the working organs.

Then the total hydraulic resistance of the apparatus can be written as follows [8].

$$\Delta P_{com} = P_{dif} + P_{kon} + P_{ws}, \quad \text{Pa} \quad (1)$$

There: ΔP_{com} - total hydraulic resistance of the apparatus, Pa; P_{dif} -hydraulic resistance in

TEKNOLOGIYA

the diffuser of the apparatus, Pa; P_{kon} –hydraulic resistance in the device's condenser, Pa; P_{ws} – hydraulic resistance of the working surfaces of the device, Pa. It is determined by the following formula.

$$P_{ws} = P_1 + P_2, Pa \quad (2)$$

There: P_1 - hydraulic resistance on the working surface A of the device, Pa; P_2 - hydraulic resistance of the device on the working surface B, Pa;

The studies on determining the total hydraulic resistance of the rotor-filter apparatus were carried out in the case of no liquid supply.

The hydraulic resistance of the rotor-filter apparatus without liquid is determined from the Darcy-Weissbach formula:

$$\Delta P_{s.b.} = \xi_{s.b.} \frac{\rho_{gas} \cdot v_{gas}^2}{2}, Pa \quad (3)$$

There; ρ_{gas} -gas density, kg/m³; v_{gas} - gas velocity lost in the working bodies of the apparatus $\xi_{s.b.}$ - total resistance coefficient of the apparatus.

Since the determination and calculation of the coefficient of resistance is complicated and requires various deviations, it can only be found by experiment.

It was studied that the total resistance coefficient depends on the above-mentioned factors in the case where no liquid is supplied to the rotor-filter apparatus. In that case, the formula for determining the overall resistance coefficient acting on the dusty air flow in the apparatus in the working bodies can be written as follows [8].

$$\xi_{s.b.} = \xi_{dif} + \xi_{konf} + \xi_{ws} \quad (4)$$

There: ξ_{dif} -is the resistance coefficient of the diffuser, it is determined according to the approximate formula of I.E. Idelchik and Flinger[9].

$$\xi_{dif} = \frac{\lambda_{dif}}{8 \sin \frac{\alpha_{a.e.}}{2}} \left(1 - \frac{1}{n_{dif}^2} \right) + \sin \frac{\alpha_{a.e.}}{2} \left(1 - \frac{1}{n_{dif}} \right)^2 \quad (5)$$

There: λ_{dif} -coefficient of friction in the diffuser; n_{dif} -the degree of expansion of the diffuser; $\alpha_{a.e.}$ -diffuser expansion angle;

ξ_{konf} -is the coefficient of resistance of the confusor, it is determined according to the following formula.

$$\xi_{konf} = \frac{\lambda_{konf}}{8 \sin \frac{\alpha_{t.a.}}{2}} \left(1 - \frac{1}{n_{konf}^2} \right) \quad (6)$$

There: λ_{konf} --coefficient of friction in the mixer; $\alpha_{t.a.}$ -the taper angle of the confusor; n_{konf} -degree of narrowing of the confusor.

Resistance coefficients in the diffuser and confusor of the rotor-filter apparatus were determined experimentally according to formulas (4) and (5) above.

The values of the coefficient of hydraulic resistance are given in Table 1.

1-table

$v_{gas}, m/s$	34,4	28	23,8	18,79	7,67
λ_{dif}	0.5	0.3	0.3	0.3	0.4
λ_{konf}	0.0006	0.0005	0.0004	0.0005	0.0005

From the values presented in Table 1, it can be seen that the values of the local resistance coefficients in the mixer have an insignificant effect on the air flow being characterized. One of the main reasons for this can be said to be the reduction of the frictional force due to the sharp expansion of the air conditioner. local resistance coefficients in the confusor can be ignored in calculations. In this case, the coefficient of local resistance in the diffuser can be taken as 0.3 with sufficient accuracy and average value.

ξ_{ws} -is the resistance coefficient of the working surface, which is determined depending on the ratio of the active surface of the filtering mesh material to the passive surface [10].

$$\xi_{ws} = \Delta k \frac{\sum S_{a.s.}}{\sum S_{p.s.}}, \quad (7)$$

Here: $S_{a.s}$ -non-perforated surface of the filter mesh material of the apparatus, $S_{p.s}$ -perforated surface of the filter mesh material of the apparatus, Δk - is the correction factor, which was determined experimentally. Δk

The values of are determined experimentally depending on the ratio of the active surface to the passive surface. Figure 1.

It can be seen from Figure 1 that an increase in the active surface causes a decrease in the value of the correction coefficient ($\frac{\sum S_{a.s.}}{\sum S_{p.s.}} = 1,65$ equal to $\Delta k = 1,1$, $\frac{\sum S_{a.s.}}{\sum S_{p.s.}} = 2,38$ equal to $\Delta k = 0,91$, $\frac{\sum S_{a.s.}}{\sum S_{p.s.}} = 4,7$ equal to $\Delta k = 0,48$). This situation is related to the correct proportionality of the total resistance coefficient to the active area. picture 1 .

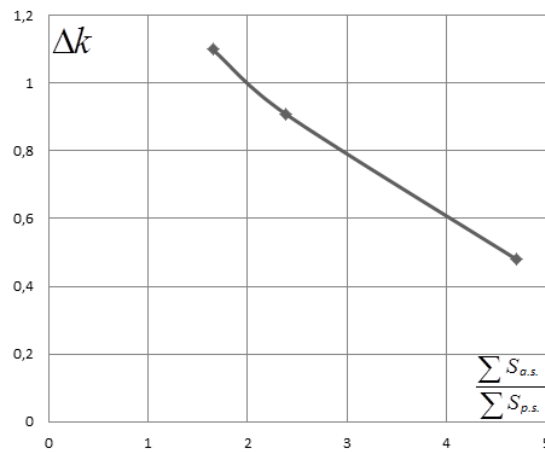


Figure 1. The graph of the change of the correction coefficient depending on the ratio of the active surface to the passive surface.

Then formula (3) can be written as follows.

$$\xi_{s.b.} = 0.3 + \Delta k \frac{\sum S_{a.s.}}{\sum S_{p.s.}} \quad (8)$$

(8)from the formula, it will be possible to determine the total resistance coefficient of the apparatus without liquid.

The total resistance coefficient was determined by the ratio of the active surface of the filter mesh to the passive surface. Figure 2.

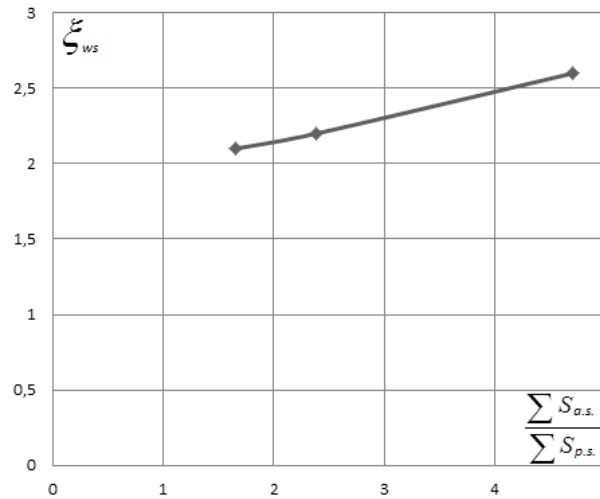


Figure 2. The graph of the change of the resistance coefficient depending on the ratio of the active surface to the passive surface of the filter mesh material of the rotor-filter apparatus.

Figure 2 shows that the increase in the active surface causes an increase in the resistance of the device ($\sum S_{a.s.} = 0,268.M^2$ да $\xi_{ws} = 2,1$, $\sum S_{a.s.} = 0,229.M^2$ $\xi_{ws} = 2,2$, $\sum S_{a.s.} = 0,202.M^2$ да $\xi_{ws} = 2,6$).

Using the obtained experimental values, the hydraulic resistance of the apparatus without liquid was determined according to the formula (3). Fig. 3. The fixed frequency of rotations of the rotor provides an imperceptible hydraulic resistance to the air flow, that is, an increase in the frequency of rotations does not create a ventilation effect. Therefore, when calculating hydraulic resistance, the frequency of revolutions of the rotor can be ignored. But the frequency of rotations of the rotor ensures a quick change of the working surface and an increase in the contact surface.

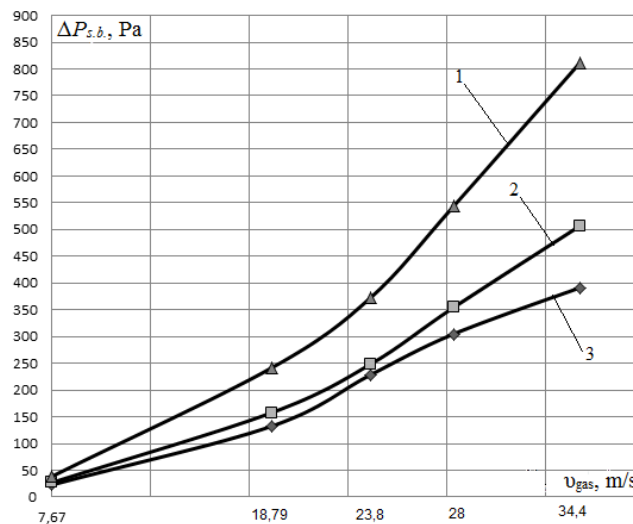


Figure 3. Dependence of the hydraulic resistance of the rotor-filter apparatus without liquid supply on the gas velocity:

- 1-active surface $\sum S_{a.s.} = 0,268.M^2$; 2nd active surface $\sum S_{a.s.} = 0,229.M^2$;
- 3- active surface $\sum S_{a.s.} = 0,202.M^2$.

From the data given in Figure 3, it can be seen that at a small value of the air speed

TEKNOLOGIYA

supplied to the device, the flow is sparse and the pressure loss in the device is close to each other, as a result of the increase in air speed, the flow becomes denser and the hydraulic resistance in the device increases.

The experimental data obtained on the dependence of the hydraulic resistance on the flow rate and the increase in the active surface of the filter mesh material were satisfactorily expressed by the following equation.

$$\Delta P_{s.b.} = A + B \cdot v_{gas} \quad (9)$$

Table 3 gives the values of the coefficients for the formula (9).

3-table

Active surface, $S_{a,s}, m^2$	A coefficient	B coefficient	Correlation coefficient, R^2
0.268	44.32	-234.93	1.51
0.227	32.53	-150.47	1.48
0.202	28.15	-116.21	1.45

From the data given in Table 3, it can be seen that the coefficient values determined by the increase of the active surface of the filtering mesh material are close to each other, that is, the change of the hydraulic resistance in the apparatus without liquid supply is not so great depending on the active surface. However, the layer of liquid film formed on the surface of the filter in the device where the liquid is given becomes stronger with the increase of the active surface. This situation significantly affects the air flow.

The hydraulic resistance of the liquid-fed apparatus was measured when the gas velocity range was 7.67-34.4 m/s.

In the device with a rotor filter, the flat spreading of the liquid ejected from the hole of the nozzle 7 through the probe 8 on the active and passive surfaces of the filter 3 forms a film on the surface of the filter 3. The closeness of the gap between the rotor-filter 3 and the probe 8 ensures that the dusty air is struck perpendicularly to the liquid plynx on the active and passive surfaces only. The film attracts dusty air, is in contact, mixes and partially gives its kinetic energy. The working liquid collected in the liquid bath 5 located in the lower part of the device washes the dust particles caught on the surface layer of the rotating rotor-filter and brings the filter into working condition. The boundary layer of the film thickness increases depending on the amount of liquid supplied. The thicker the layer, the better the cleaning efficiency. But it causes an increase in hydraulic resistance. In addition, the thickness of the film causes an increase in the drop of liquid that leaves the device with air. The layer boundary is linear [5]. The study of the film layer is a complex process, and usually the amount of liquid used is taken into account when studying the hydraulic resistance of the apparatus and the cleaning efficiency depending on the film thickness. Since the research of the film thickness is not considered the main goal of the ongoing scientific research, the hydraulic resistance of the liquid-fed apparatus was determined depending on the amount of liquid consumed. (Figure 4). In the experiments, high loads of hydraulic resistance in the apparatus were determined depending on the maximum performance of the fluid supplied to the apparatus. The following auxiliary devices were selected for the experiments. S32-412 liquid-dispersing nozzle 7 (hole diameter 1.2.3 mm, according to GOST-3846-10, 3 pieces are installed in accordance with the width of the rotor-filter of the device), a variable slope gradient 8 (rotor-length along the diameter of the filter $l_3=700mm$ and width by irrigation length $b_3=150mm$), centrifugal pump 11 (**PEDROLLA**- $Q_{max}=40$ l/min; $N_{дв}=0,37kwt$; $h_{max}=38m$; $V=220W$; $n_{ayl}=3000ayl/min$ **GOST-2757030-91** on), rotometer PC-5 (scale indicators 0-100 between; according to **GOST-13045-81**).

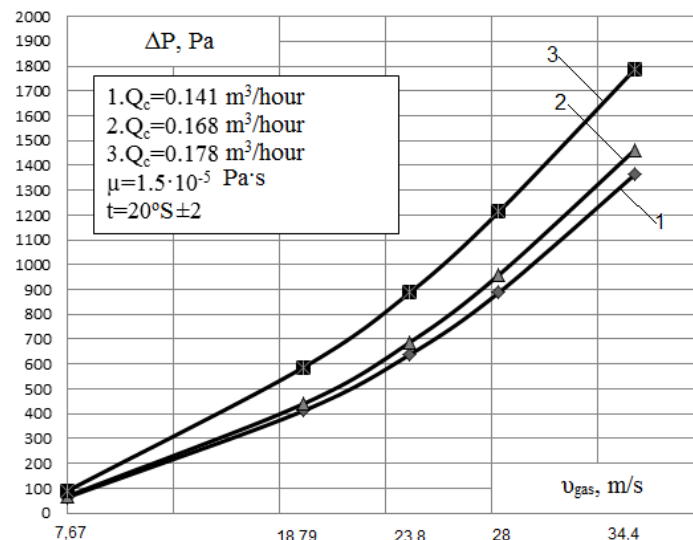


Figure 4. A graph of changes in hydraulic resistance depending on the gas velocity and liquid consumption of the device with a given liquid.

From the data given in Figure 4, it can be seen that the total hydraulic resistance in a given fluid apparatus increases with the increase of fluid consumption. This situation can be explained by the thickening of the liquid film formed on the surface of the filtering mesh material and the strengthening of the film due to the increase of the active surface.

SUMMARY

According to the conducted experimental studies:

the change of the resistance coefficient depending on the active surface of the rotor-filter device leads to an increase in hydraulic resistance and an improvement in cleaning efficiency; resistance coefficient of the device $\sum Sa.s./\sum Sp.s.$ It was determined that the hydraulic resistance of the device corresponds to the standards of technical requirements developed for the device when the value of the entered correction coefficient Δk is $0,5 \leq \Delta k \leq 1,5$.

it was found that the intermediate increase in cleaning efficiency at the minimum and maximum values of liquid consumption is 6.7%.

REFERENCES

1. Исомидинов А.С. Разработка эффективных методов и устройств очистки пылевых газов химической промышленности: Дисс. ... PhD. – Ташкент, 2020. – 118 с.
2. Тожиев Р.Ж., Каримов И.Т., Исомидинов А.С. Чангли газларни хўл усулда тозаловчи қурилмани саноатда қўллашнинг илмий-техник асослари: Монография. ФарПИ "Илмий-техника" журнали нашриёт бўлими-Фарғона 2020. – 91 б
3. Мадаминова Г. И., Тожиев Р. Ж., Каримов И. Т. Барабанное устройство для мокрой очистки запыленного газа и воздуха //Universum: технические науки. – 2021. – №. 5-4 (86). – С. 45-49.
4. Вальдберг А.Ю., Николайкина Н.Е. Процессы и аппараты защиты окружающей среды. – М. : Дрофа, 2008. –239 с.
5. Isomiddinov A. et al. Application of rotor-filter dusty gas cleaner in industry and identifying its efficiency //Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. – 2019. – №. 9-10.
6. Исомидинов А. С. Исследование гидравлического сопротивления роторно-фильтрующего аппарата //Universum: технические науки. – 2019. – №. 10-1 (67).
7. Rasuljon, T., Azizbek, I., & Abdurakhmon, S. (2021). Research of the hydraulic

TEKNOLOGIYA

resistance of the inertial scrubber. *Universum: технические науки*, (7-3 (88)), 44-51.

8. Домуладжанов И. Х., Мадаминова Г. И. Вредные вещества после сухой очистки в циклонах и фильтрах // *Universum: технические науки*. – 2021. – №. 6-1 (87). – С. 5-10.

9. Исомиддинов А. С., Давронбеков А. А. Исследование гидродинамических режимов сферической углубленной трубы // *Universum: технические науки*. – 2021. – №. 7-1 (88). – С. 53-58.

10. Isomidinov A. S., Madaliev A. N. Hydrodynamics and aerodynamics of rotor filter cleaner for cleaning dusty gases // "LI International correspondence scientific and practical conference" international scientific review of the problems and prospects of modern science and education". – 2018. – С. 29-32.

ELEKTR TARMOQLARI ISH REJIMINI OPTIMALLASH USULLARI VA ULARNING TAHLILI

Otamirzaev Olimjon Usubovich

Namangan muhandislik-qurilish instituti, dotsent. E-mail: oolimjon1963@mail.ru

Atamirzaev Toxirjon Usmanovich

Namangan muhandislik-qurilish instituti, katta o'qituvchi. E-mail: tohirzonatamirzaev@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada elektr tarmoqlari ish rejimini optimallashtirish orqali energiya samaradorligini oshirish usullari taxlil qilingan. SHu bilan birga elektr tarmoqlarida quvvat optimal taqsimlanganda energiya isrofi qanchaga kamayishi va bu bilan qancha mablag' tejaliishi hisoblab berilgan.

Maqsad. Elektr energetika tizimining ish rejimi va parametrlarini optimallashtirish muammosi juda murakkab va ko'pqirralidir. Biror ob'ekt parametrlarini optimallashtirish masalalarini elektr tarmog'ini loyihalash yoki uni rekonstruksiya qilish jarayonida hal qilinishi lozim bo'ladi. Joriy optimallashtirish masalalari esa elektr tarmog'ini ish jarayonida ya'ni ekspluatatsiya qilish davrida amalga oshiriladi.

Elektr tarmoqlarini joriy optimallashtirish masalalari loyihalashdagidan anchagina farq qiladi, bunda elektr tarmoqlarida quvvatni optimal taqsimlash qo'shimcha kapital sarf-xarajatlari talab etmaydi, shuning uchun undan amalda maksimal foydalanishni yo'lga qo'yish.

Metodlar. Elektr tarmoqlarini modernizatsiya va rekonstruksiya qilish jarayonida optimallashtirish boshqa yo'llari xam mavjud, masalan, uch fazali tarmoqdagi har bir faza yuklamasini tenglash, ochiq tarqatish tarmoqlaridagi ishchi kuchlanishni oshirish, tarqatish tarmoqlaridagi transformator quvvatlarini tartibga solish, podstantsiyadagi transformatorlarni ish rejimini optimallashtirish, ma'nan eskirgan transformatorlarni yangisi bilan almashtirish, elektr tarmoqlaridagi reaktiv quvvatni optimallashtirish, elektr tarmog'idagi quvvatni optimal taqsimlash va boshqalar.

Natijalar. Bizga ma'lumki har qanday elektr tarmog'idagi yuklama yil davomida bir xil bo'lmaydi, shuning uchun elektr tarmog'ining eng optimal uzilish nuqtasini aniqlashda yillik yuklama grafigini ham e'tiborga olish kerak bo'ladi.

Ikki tomonlama ta'minlangan elektr tarmoqlarida quvvatni optimal taqsimlanganda, ya'ni elektr tarmog'ining optimal uzilish nuqtasidan ajratilganda, elektr uzatish liniyalaridagi elektr energiya isrofi eng kam miqdorda bo'ladi. Bunda optimallashtirishni mezon ko'rsatkichi sifatida eng kichik yig'indi quvvat isrofi olinadi.

Xulosa. Elektr tarmoqlarini ekspluatatsiya qilish davridagi optimallashtirish masalalari loyihalashdagidan anchagina farq qiladi, bunda elektr energiya tizimini eng yaxshi ish rejimi qo'shimcha kapital xarajatsiz amalga oshirish ko'zda tutiladi. SHuning uchun optimallashtirishning umumiy mezon ko'rsatkichi sifatida eng kichik yig'indi quvvat isrofi mezon ko'rsatkichiga o'tish mumkin.

Hech qanday kapital sarf xarajatsiz, ikki tomonlama ta'minlangan elektr tarmog'ida quvvatni optimal taqsimlash orqali elektr energiya isrofini kamaytirish bilan iqtisodiy samaradorlikni oshirishga erishish mumkin.

Kalit so'zlar: Quvvat isrofi, isrofsiz liniyalar, optimallashtirish, elektr tarmoqlari, quvvat oqimi, uzatish (o'tkazuvchanlik) xususiyati, optimal ajralish nuqtasi.

Аннотация. В статье анализируются пути повышения энергоэффективности за счет оптимизации режима работы электрических сетей. При этом подсчитано, насколько можно сократить потери энергии и сколько можно сэкономить денежных средств в случае оптимального распределения мощности в электрических сетях.

Цель. Проблема оптимизации режима работы и параметров электроэнергетической системы очень сложна и многогранна. Вопросы оптимизации параметров объекта должны решаться при проектировании электрической сети или ее реконструкции. Текущие вопросы оптимизации выполняются в процессе эксплуатации электросети, то есть в процессе эксплуатации.

Современные вопросы оптимизации электрических сетей существенно отличаются от проектирования, где оптимальное распределение мощности в электрических сетях не требует дополнительных капитальных затрат, поэтому его следует максимально использовать на практике.

Методы. Существуют и другие способы оптимизации в процессе модернизации и реконструкции электрических сетей, например, выравнивание нагрузки каждой фазы в трехфазной сети, повышение рабочего напряжения в открытых распределительных сетях, регулирование мощности трансформаторов в распределительных сетях, оптимизация режима работы трансформаторов на подстанциях, замена старых трансформаторов на новые, оптимизация реактивной мощности в электрических сетях, оптимальное распределение мощности в электрической сети и т.д.

Полученные результаты. Мы знаем, что нагрузка на любую электросеть в течение года неодинакова, поэтому годовой график нагрузки также следует учитывать при определении оптимальную точку размыкания электросети.

При оптимальном распределении мощности в электрических сетях с двухсторонним питанием, то есть при отделении от оптимальной точки размыкания электрической сети, при этом потери электрической энергии в линиях электропередачи будет минимальным. В этом случае в качестве критерия оптимизации принимается минимума суммарных потерь активной мощности.

Заключение. Вопросы оптимизации при эксплуатации электрических сетей существенно отличаются от проектирования, где предусматривается реализовать наилучший режим работы энергосистемы без дополнительных капитальных затрат. Следовательно, можно переключиться на критерий наименьшей суммарных потерь активной мощности в качестве общего критерия оптимизации.

Без каких-либо капитальных затрат можно добиться повышения экономической эффективности при одновременном снижении потерь электроэнергии за счет оптимального распределения мощности в электрических сетях.

Ключевые слова: Потеря мощности, идеальные линии, оптимизация, электрические сети, поток мощности, передаточная (проводящая) свойства, оптимальная точка размыкания.

Annotation. The article analyzes ways to increase energy efficiency by optimizing the operating mode of electrical networks. At the same time, it is calculated how much energy losses can be reduced and how much money can be saved in the case of optimal power distribution in electrical networks.

Target. The problem of optimizing the operating mode and parameters of the electric power system is very complex and multifaceted. Issues of optimizing the parameters of an object must be resolved when designing an electrical network or its reconstruction. Current optimization issues are carried out during the operation of the power grid, that is, during operation.

TEKNOLOGIYA

Modern issues of optimization of electrical networks differ significantly from design, where the optimal distribution of power in electrical networks does not require additional capital costs, so it should be used as much as possible in practice.

Methods. There are other optimization methods in the process of modernization and reconstruction of electrical networks, for example, leveling the load of each phase in a three-phase network, increasing the operating voltage in open distribution networks, regulating the power of transformers in distribution networks, optimizing the operating mode of transformers at substations, replacing old transformers with new ones, optimization of reactive power in electrical networks, optimal power distribution in the electrical network, etc.

Results. We know that the load on any electrical network is not the same throughout the year, so the annual load schedule should also be taken into account when determining the optimal breaking point of the electrical network.

With optimal power distribution in electrical networks with two-way power supply, that is, with separation from the optimal breaking point of the electrical network, the loss of electrical energy in power lines will be minimal. In this case, the minimum total active power losses is taken as an optimization criterion.

Conclusion. Optimization issues during the operation of electrical networks differ significantly from design, where it is envisaged to implement the best operating mode of the power system without additional capital costs. Therefore, you can switch to the criterion of the smallest total active power losses as a general optimization criterion.

Without any capital expenditure, it is possible to achieve increased economic efficiency while reducing energy losses through optimal power distribution in electrical networks.

Key words: Power loss, ideal lines, optimization, electrical networks, power flow, transfer (conducting) properties, optimal breaking point.

Kirish.

Elektr energetika tarmog'ining ishonchli faoliyat yuritishini ta'minlamasdan turib iqtisodiyot tarmoqlari va mamlakat hududlarining sanoat salohiyatini oshirish, tadbirkorlik faoliyatini rivojlantirishni rag'batlantirish, aholi farovonligini yuksaltirish va hayot sifatini yaxshilashga erishib bo'lmaydi.

Zamonaviy sharoitlarda elektr energetika tarmog'ida raqobat muhitini rivojlantirish va investitsiyalarni jalb qilish elektr energiyasini ishlab chiqarish va yetkazib berish sohasidagi faoliyatning institutsional va tashkiliy-huquqiy asoslarini tubdan takomillashtirish zarurligini taqozo etmoqda [1].

Elektr energetika tizimining ish rejimi va parametrlarini optimallashtirish muammosi juda murakkab va ko'pqirralidir. Biror ob'ekt parametrlarini optimallashtirish masalalarini elektr tarmog'ini loyixalash yoki uni rekonstruksiya qilish jarayonida hal qilinishi lozim bo'ladi. Joriy optimallashtirish masalalari esa elektr tarmog'ini ish jarayonida amalga oshiriladi.

Elektr tarmoq (ET) ob'ektlarini loyixalash va ekspluatatsiya qilish juda katta mablag' evaziga amalga oshiriladi. SHuning uchun ham bu mablag'larni sarflanganda undan, albatta, yetarlicha foyda ham ko'zda tutiladi.

Elektr energetika tizimlarini loyixalashda har bir kichik parametrlarni ham hisobga olish kerak, chunki bu tizim juda uzoq vaqt ishlatishga mo'ljallangan bo'ladi. Agar xato qilingan bo'lsa, uni tuzatish uchun ish jarayonida yana ma'lum bir mablag' sarf qilishga to'g'ri keladi.

Masalan, ma'lum bir tarmoqning istiqboldagi yuklamasi odatda aniq bo'lmaydi. Bunda yuklamani hisoblashda uchta ko'rsatkich (eng katta, eng kichik va o'rtacha) uchun elektr tarmoq parametrlari hisoblanadi va bundan eng maqbuli tanlab olinadi. Har qanday holda ham ET parametrlarini optimallashtirishda ma'lum bir optimallashtirish mezonini bo'lishi kerak.

TEKNOLOGIYA

Odatda umumiy optimallashtirish mezonini sifatida bitta ko'rsatkich emas, balki bir necha ko'rsatkichlarni e'tiborga olish kerak bo'ladi. Masalan, mezon ko'rsatkichi sifatida kapital sarf-xarajatlar, elektr energiya isrofi, elektr ta'minotining uzluksizlik darajasi, atrof-muhitga ta'sir darajasi va boshqa omillar bo'lishi mumkin.

Odatda ko'p ko'rsatkichli mezonlar bo'yicha elektr energetika tizimlarini optimallashtirish juda murakkab bo'lganligi sababli bunda ma'lum bir elektr tarmoqlarining ko'rsatkichi asosiy mezon sifatida olinadi va shu bo'yicha elektr tarmoqlari optimallashtiriladi, qolgan ko'rsatkichlar esa ma'lum bir cheklov ko'rsatkichlari sifatida olinadi [2].

Amalda EET larini optimallashtirish masalalari loyihalash jarayonini boshlang'ich paytida hal qilinadi, masalan elektr tarmoqlarining tuzilishi, liniyada nominal kuchlanish, liniya simlarining ko'ndalang kesim yuzasi va boshqalar. Bundan asosiy maqsad belgilangan texnik effektga, imkon qadar oz mablag' sarflab erish hisoblanadi.

Belgilangan texnik effektga erishish uchun asosiy parametrlar tanlab olingandan so'ng qo'shimcha parametrlar tanlanadi. Ushbu qo'shimcha parametrlarni optimallashtirish bilan qo'shimcha mablag' tejash maqsad qilib olinadi. Bu mablag' elektr energiya isrofini kamaytirish yoki elektr tarmog'ini texnik imkoniyatlarini yaxshilash evaziga iqtisod qilib qolinadi.

Elektr energiya tizimlarini eksplutatsiya qilish davridagi optimallashtirish masalalari loyihalashdagidan anchagina farq qiladi, bunda elektr energiya tizimini eng yaxshi ish rejimi qo'shimcha kapital xarajatsiz amalga oshirish ko'zda tutiladi. SHuning uchun optimallashtirish umumiy mezon ko'rsatkichi sifatida yillik sarf-xarajatlar olinadi. Agar yillik sarf-xarajatlarni asosiy qismini elektr energiyani isroflari tashkil etishini hisobga olsak, iqtisodiy mezon ko'rsatkichlaridan boshqa mezon ko'rsatkichlariga o'tish mumkin. Ma'lum bir vaqt oralig'idagi elektr ta'minotini ish rejimini optimallashtirishda, asosiy mezon ko'rsatkichi sifatida elektr energiya isrofi olinadi.

Yana shuni ta'kidlash mumkinki, eksplutatsiya vaqtidagi optimallashtirish xususan elektr tarmoqlarida quvvatni optimal taqsimlash qo'shimcha kapital xarajatlar talab etmaydi, shuning uchun undan amalda maksimal foydalanishni yo'lga qo'yish kerak [3].

Metodlar.

Kuchlanishi 1000 V gacha bo'lgan elektr tarmoqlaridagi asosiy vazifalardan biri bu faza yuklamalarini tenglashtirish hisoblanadi. Bunga odatda bunday elektr tarmoqlarida bir fazali elektr energich iste'molchilari ko'p bo'lganligi sabab bo'ladi. Bunday elektr tarmoqlari uchun quyidagi tengsizlikni yozish mumkin bo'ladi:

$$I_A^2 + I_B^2 + I_C^2 > 3I_{yp}^2$$

Bu yerda: I_A, I_B, I_C -mos fazalardagi liniya toklari;

$$I_{yp} = \frac{I_A + I_B + I_C}{3} \text{ -fazalardagi o'rtacha tok.}$$

Fazalarda bir xil yuklama bo'lgandagi quvvat va energiya isrofi yuklama har xil bo'lgandagi quvvat va energiya isrofidan kam bo'ladi. Faza yuklamalarini tenglashtirish vazifasini loyihalash jarayonida ma'lum bir qismini, bir xil iste'molchilarni fazalarga teng taqsimlash yo'li bilan amalga oshirish mumkin. Lekin sutka davomida xar bir fazadagi yuklamalarni o'zgarib turishi nosimmetriklikning asosiy sababchisi bo'lganligi sababli, faza yuklamalarini tenglashtirish vazifasini to'la amalga oshirish mumkin bo'lmay qoladi.

Elektr tarmoqlarini modernizatsiya va rekonstruksiya qilish jarayonida optimallashtirish boshqa yo'llari ham mavjud, masalan, tarqatish tarmoqlaridagi transformator quvvatlarini tartibga solish, podstantsiyadagi transformatorlarni ish rejimini optimallashtirish, manan eskirgan transformatorlarni yangisi bilan almashtirish, elektr tarmoqlaridagi reaktiv quvvatni optimallashtirish va boshqalar.

TEKNOLOGIYA

Yillar o'tishi bilan transformatorning asl quvvati loyihalangan quvvatdan ortib ketishi mumkin, bunda texnik shartlar talabiga asosan o'ta yuklamada ishlayotgan transformatorlarni katta quvvatli transformatorlar bilan almashtirish zarur bo'ladi. Bunda salt ishlash rejimidagi quvvat isrofi ko'payadi, yuklamali quvvat isrofi esa kamaydi. Demak tarqatish elektr tarmoqlarining ish rejimini optimallashtirishda ushbu omillarni hisobga olish zarur bo'ladi [4].

Elektr tarmoqlarining optimal uzilish nuqtasini aniqlash orqali elektr tarmoqlarini ish rejimini optimallashtirish ham mumkin, ya'ni elektr tarmog'idagi quvvatni optimal taqsimlash.

Natijalar. Misol uchun quvvati 20 MVA bo'lgan elektr tarmog'ini (Rasm-1.a) optimal ajralish (uzilish) nuqtasini aniqlashni ko'rib chiqamiz. Eng katta yuklamalarda tarmoq tugunlaridagi quvvat (MV·A)larda, tugunlar orasidagi liniyaning qarshiliklari (Om)larda berilgan bo'lib, kuchlanish $U_1=U_2=35$ kV ga teng. Optimallashtirish mezon ko'rsatkichi sifatida eng kichik yig'indi quvvat isrofini olamiz.

Faqat aktiv qarshilikka ega elektr tarmoqlarida eng samarali quvvatlarni taqsimlanishi, bu tarmoqdagi oqim taqsimlanishi (tok taqsimlanishi) bilan mos keladi. Har qanday elektr tarmog'i uchun umumiy holda quyidagi kontur tenglamalarini tuzish mumkin:

$$\sum_{ij=1}^n I_{ij} \cdot R_{ij} = 0 \text{ yoki } \sum_{ij=1}^n S_{ij} \cdot R_{ij} = 0$$

Bu yerda S_{ij} va R_{ij} - tarmoqning ij-qismidagi quvvat oqimi va qarshiligi.

Har bir tugundagi to'la qarshiliklarni modulini (effektiv qiymatini) hisoblaymiz:

$$S_3 = 6 + j4 \quad S_3=7,2 \text{ MVA}$$

$$S_4 = 5 + j3 \quad S_4=5,8 \text{ MVA}$$

$$S_5 = 3 + j2 \quad S_5=3,6 \text{ MVA}$$

Yuqoridagi tenglamani tarmoqning 1-3 kismi uchun tuzamiz:

$$S_{13} \cdot 2,5 + (S_{13}-7,2) \cdot 4,5 + (S_{13}-7,2-5,8) \cdot 1,5 + (S_{13}-7,2-5,8-3,6) \cdot 6,2 = 0$$

bundan $S_{13}=10,6$ MVA ga tengligi kelib chiqadi.

Kirxogfning birinchi qonuniga asosan zanjirning boshqa qismlaridagi quvvat oqimlarini ham hisoblaymiz:

$$S_{34}=S_{13}-S_3=10,6-7,2=3,4 \text{ MVA}$$

$$S_{45}=S_{34}-S_4=3,4-5,8=-2,4 \text{ MVA}$$

$$S_{52}=S_{45}-S_5=-2,4-3,6=-6,0 \text{ MVA}$$

Quvvatlar oqimidagi manfiy ishoralar quvvat oqimining (tok oqimining) yo'nalishi qarama-qarshi ekanligidan dalolat beradi, ya'ni elektr tarmog'ining 4-5 va 5-2 qismlaridagi iste'molchilar 2-manbadan ta'minlanayotganini bildiradi. (Rasm-1.b).

Berilgan elektr tarmog'ining (Rasm-1.b) barcha nuktaliridan birida (a,b,s, d) ajratish mumkin bo'ladi, ajratish nuqtasi qerligidan qat'iy nazar barcha tugunlar (3,4 va 5) birinchi nuqtadan yoki ikkinchi nuqtadan ta'minlanadi.

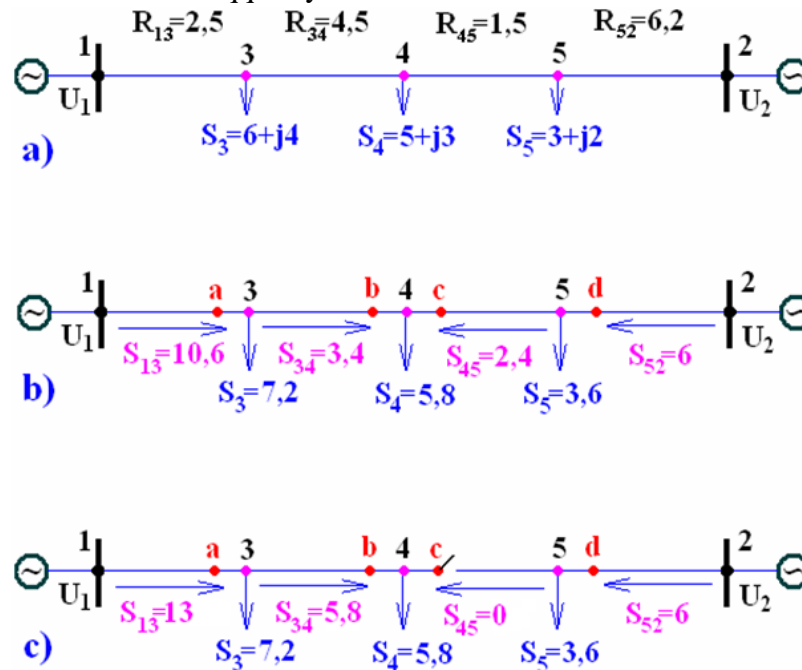
Eng kichik yig'indi quvvat isrofini mezon ko'rsatkichi sifatida qaralganda 4-nuqta eng optimal ajratish nuqtasi hisoblanadi, lekin bu nuqta ikki tamondan ta'minlangan. SHuning uchun ushbu nuqtaga yo'nalgan quvvat oqimi qaysi tomonda kamroq bo'lsa, xuddi shu joyda (Rasm-1.s) tarmoqni ajratish maqsadga muvofiq bo'ladi va bunda quvvatlar taqsimlanishi optimal taqsimlanishga juda yaqin bo'ladi.

Elektr tarmog'ida "S" nuqta ajratish nuqtasi bo'lganda yig'indi quvvat isrofini quyidagicha hisoblaymiz:

$$\Delta P_C = \sum_{ij=1}^n \frac{S_{ij}^2}{U^2} \cdot R_{ij} = \frac{1}{35^2} (13^2 \cdot 2,5 + 5,8^2 \cdot 4,5 + 3,6^2 \cdot 6,2) = 0,53 \text{ MVt}$$

Elektr tarmog'ida "S" nuqta eng optimal ajratish nuqtasi ekanligini tekshirib qo'ramiz,

buning uchun tarmoqning boshqa nuqtalarini ajratish nuqtasi deb qaralgandagi quvvat isrofini hisoblaymiz va ularni bir-biri bilan taqqoslaymiz.



a) ET ning boshlang'ich sxemasi; b) ET ning quvvatlari optimal taqsimlangan sxemasi; s) ET ning optimal uzilish nuqtasi.

1-Rasm. Ikki tomonlama ta'minlangan elektr tarmoq sxemasi

Ajratish nuqtasi “b” bo‘lganda (Rasm-1.a) yig‘indi quvvat isrofini quyidagicha hisoblaymiz:

$$\Delta P_b = \sum_{ij=1}^n \frac{S_{ij}^2}{U^2} \cdot R_{ij} = \frac{1}{35^2} (7,2^2 \cdot 2,5 + 5,8^2 \cdot 1,5 + 9,4^2 \cdot 6,2) = 0,59 \text{ MVt}$$

Ajratish nuqtasi “a” bo‘lganda (Rasm-2.5.b) yig‘indi quvvat isrofini quyidagicha hisoblaymiz:

$$\Delta P_a = \sum_{ij=1}^n \frac{S_{ij}^2}{U^2} \cdot R_{ij} = \frac{1}{35^2} (7,2^2 \cdot 4,5 + 13^2 \cdot 1,5 + 16,6^2 \cdot 6,2) = 1,79 \text{ MVt}$$

Ajratish nuqtasi “d” bo‘lganda (Rasm-2.5.c) yig‘indi quvvat isrofini quyidagicha hisoblaymiz:

$$\Delta P_d = \sum_{ij=1}^n \frac{S_{ij}^2}{U^2} \cdot R_{ij} = \frac{1}{35^2} (16,6^2 \cdot 2,5 + 9,4^2 \cdot 4,5 + 3,6^2 \cdot 1,5) = 0,9 \text{ MVt}$$

Olib borilgan hisob-kitoblardan shu narsa ma’lum bo‘ladiki, ajratish nuqtasi sifatida “a”, “b” yoki “d” nuqta olinganda quvvat isrofi “s” nuqtadagiga nisbatan katta chiqdi, demak ushbu tarmoqdagi optimal uzilish nuqtasi “s” nuqta hisoblanadi [5].

Bizga ma’lumki har qanday elektr tarmog‘idagi yuklama yil davomida bir xil bo‘lmaydi, shuning uchun elektr tarmog‘ining eng optimal uzilish nuqtasini aniqlashda yillik yuklama grafigini ham e’tiborga olish kerak bo‘ladi. Agar yillik yuklama grafigida elektr tarmog‘idagi eng katta uzatiladigan quvvat vaqti 1000 soat, qolgan 7760 soat esa eng katta quvvatni 80% ni tashkil etsa, optimal ajratish nuqtasi “s” nuqta bo‘lmisligi mumkin.

Yuklama grafigini 7760 soat vaqti uchun xar bir tugundagi quvvatlarni aniqlaymiz:

$$S_3 = 7,2 \cdot 0,8 = 5,8 \text{ MVA}$$

$$S_4 = 5,8 \cdot 0,8 = 4,6 \text{ MVA}$$

TEKNOLOGIYA

$$S_5=3,6 \cdot 0,8=2,9 \text{ MVA}$$

Tarmoqning 1-3 qismi quvvat oqimini aniqlaymiz:

$$S_{13} \cdot 2,5 + (S_{13}-5,8) \cdot 4,5 + (S_{13}-5,8-4,6) \cdot 1,5 + (S_{13}-5,8-4,6-2,9) \cdot 6,2 = 0$$

bundan $S_{13}=7,1$ MVA ga tengligi kelib chiqadi.

Yuklama maksimal bo'lganda ajratish nuqtasi "S" va "b" bo'lgan xollar uchun aktiv quvvat isrofini aniqlaymiz:

$$\Delta P_{c2} = \sum_{ij=1}^n \frac{S_{ij}^2}{U^2} \cdot R_{ij} = \frac{1}{35^2} (8,7^2 \cdot 2,5 + 2,9^2 \cdot 4,5 + 1,8^2 \cdot 6,2) = 0,2 \text{ MVt}$$

$$\Delta P_{b2} = \sum_{ij=1}^n \frac{S_{ij}^2}{U^2} \cdot R_{ij} = \frac{1}{35^2} (5,8^2 \cdot 2,5 + 2,9^2 \cdot 1,5 + 4,7^2 \cdot 6,2) = 0,19 \text{ MVt}$$

Yil davomida har xil yuklama bo'lishini hisobga olgan holda, ajratish nuqtasi "b" va "S" bo'lgandagi yillik elektr energiya isrofini hisoblaymiz:

$$\Delta W_b = \Delta P_b \cdot 1000 + \Delta P_{b2} \cdot 7760 = 0,59 \cdot 1000 + 0,19 \cdot 7760 = 1764,4 \text{ MVt} \cdot \text{soat};$$

$$\Delta W_c = \Delta P_c \cdot 1000 + \Delta P_{c2} \cdot 7760 = 0,53 \cdot 1000 + 0,20 \cdot 7760 = 2082 \text{ MVt} \cdot \text{soat}$$

Bundan ko'rinib turibdiki tarmoqning optimal ajratish nuqtasi "S" nuqta emas balki, "b" nuqta ekan, chunki yillik elektr energiya isrofi ajratish nuqtasi "S" nuqta bo'lganda katta chiqdi.

Yil davomida har xil yuklama bo'lishini hisobga olgan holda, ajratish nuqtasi "b" va "S" bo'lgandagi yillik elektr energiya isrofini yuqorida hisobladik.

Yillik elektr energiya isrofi kamayishini hisoblaymiz:

$$\delta W_{yil} = \Delta W_c - \Delta W_b = 2082 - 1764,4 = 317,6 \text{ MVt} \cdot \text{soat}.$$

Yillik elektr energiya isrofini kamaytirish hisobiga olinadigan foydani hisoblaymiz:

$$D_{yil} = \delta W_{yil} \cdot \beta = 317,6 \cdot 295 = 93 \text{ 692 ming so'm};$$

Bu yerda $\beta = 295$ so'm/kVt·soat -1 kVt·soat elektr energiya narxi.

Xulosa. Hisoblash natijalarini tahlil qilganimizda ma'lum bo'ldiki ikki tomonlama ta'minlangan elektr tarmog'idagi yuklamani optimal taqsimlaganimizda elektr energiya isrofi 317,6 MVt·soatga kamayadi, bu esa yillik daromatni 93 million 692 ming so'mga oshishiga olib keladi.

O'rganilayotgan umumiy quvvati 20 MVA bo'lgan elektr tarmog'ida yil davomida har xil yuklama bo'lishini hisobga olgan holda, ajratish nuqtasi "b" va "S" bo'lgandagi, ya'ni quvvat optimal taqsimlangan va optimal taqsimlanmaganidagi yillik elektr energiya isroflari hisoblanib, o'zaro taqqoslandi va quyidagi xulosalarga kelindi:

➤ olib borilgan hisob-kitoblardan shu narsa ma'lum bo'ladiki, ajratish nuqtasi sifatida "a", "b" yoki "d" nuqta olinganda quvvat isrofi "s" nuqtadagiga nisbatan katta chiqdi, demak ushbu tarmoqdagi optimal uzilish nuqtasi "s" nuqta hisoblanadi.

➤ har qanday elektr tarmog'idagi yuklama yil davomida bir xil bo'lmaydi, shuning uchun elektr tarmog'ining eng optimal uzilish nuqtasini aniqlashda yillik yuklama grafigini ham e'tiborga olish kerak bo'ladi. Agar yillik yuklama grafigida elektr tarmog'idagi eng katta uzatiladigan quvvat vaqti quvvatning kichik qiymatlari uzatiladigan vaqtga nisbatan kichik bo'lsa, optimal ajratish nuqtasi "s" nuqta bo'lmasligi mumkin.

Hech qanday kapital sarf xarajatlarsiz, ikki tomonlama ta'minlangan elektr tarmog'ida quvvatni optimal taqsimlash orqali elektr energiya isrofini kamaytirish bilan iqtisodiy samaradorlikni oshirishga erishish mumkin.

ADABIYOTLAR

1. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 16-fevraldagi "Qayta tiklanuvchi energiya manbalarini va energiya tejoychi texnologiyalarni joriy etishni jadallashtirish chora-

TEKNOLOGIYA

tadbirlari to'g'risida"gi PQ-57-son qarori.

2. Герасимов А.А. и другие. Передача и распределение электрической энергии. – Краснодар.: Феникс, 2018 год. – стр.606-613.

3. Otamirzaev O.U. Elektr uzatish liniyalarida kuchlanishni optimallashtirish orqali energiya samaradorligini oshirish. Mexanika va texnologiya ilmiy jurnali, 2023 yil, Maxsus son. 195-200 betlar.

4. Пахомов М.А. Современный опыт энергосбережения зарубежных стран. // Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral» 2019. №1. (24)

5. Отамирзаев О.У., Сотиволдиев А.С. Повышение энергоэффективности за счет оптимального распределения мощности в электрических сетях.// Экономика и социум. Международный журнал. №5(108) 2023 год. стр 991-997.

UDK 621.311.016

QUYOSH FOTOELEKTR STANTSIYASIGA EGA BO'LGAN KORXONALARNING YUKLAMA GRAFIKLARINI OPTIMALLASHTIRISH

Abdullaev Elnur Axmatovich

Jizzax politexnika instituti, Dotsent v.b. Email: elnurabdullayev6229@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada quyosh fotoelektr stantsiyasiga ega bo'lgan korxonalarining yuklama grafiklarini optimallashtirish masalasining matematik modeli ishlab chiqilgan. Ishlab chiqilgan matematik model va optimallashtirish algoritmidan foydalanib korxonaning yuklama grafigini optimallashtirish hisobiga qo'shimcha iqtisodiy samaradorlikni ta'minlash mumkinligi ko'rsatilgan.

Аннотация. В данной статье разработана математическая модель задачи оптимизации графиков нагрузок предприятий с солнечными фотоэлектрическими станциями. Разработанная математическая модель и алгоритм оптимизации показывают, что оптимизация графиков нагрузки предприятия может обеспечить дополнительную экономическую эффективность.

Abstract. In this article, a mathematical model of the problem of optimization of load graphs of enterprises with solar photoelectric power plants has been developed. The developed mathematical model and optimization algorithm show that optimizing the enterprise's load graphs can provide additional economic efficiency.

Kalit so'zlar: quyosh fotoelektr stantsiyasi, optimallashtirish, yuklama grafigi, matematik model, samaradorlik.

Ключевые слова: солнечная фотоэлектрическая станция, оптимизация, график нагрузки, математическая модель, эффективность.

Key words: solar photovoltaic power plant, optimization, load graph, mathematical model, efficiency.

KIRISH

So'ngi yillarda fotoelektr stantsiyalarga asoslangan elektr energiyasini ishlab chiqaruvchi texnologiyalarni rivojlantirish, ulardan oqilona foydalanish va ularni elektr energika tizimlariga optimal integratsiyalashga bag'ishlangan ko'plab ilmiy ishlar paydo bo'ldi. Ular ushbu yo'nalishdagi tadqiqot va amaliy ishlarni rivojlantirish uchun muhimdir. SHu bilan birga barcha ta'sir etuvchi va cheklovchi omillarni hisobga olgan holda fotoelektr stantsiyalarining optimal parametrlarini aniqlashning usul va algoritmlarini yetarli darajada rivojlangan deb bo'lmaydi. Muammolardan biri qayta tiklanuvchan energiya manbalarida ishlovchi elektr stantsiyalariga ega bo'lgan iste'molchilar uchun elektr energetika tizimiga nisbatan optimal yuklama grafigini aniqlash bilan bog'liq. SHu bilan bir qatorda, hozirda korxonalariga o'rnatilayotgan quyosh panellari ishonchli ishlashini ta'minlash uchun akkumulyator batareyalaridan foydalanish ham keng qo'llanilib kelinmoqda. Bu o'z navbatida ushbu tizimlarning yuklama grafigini optimal rejalashtirish kabi muammolarni yuzaga keltirdi. Bunday vaqtlarda qayta tiklanuvchan energiya manbalarida ishlovchi elektr stantsiyalaridan oqilona foydalanish uchun ma'lum vaqtlarda energiyani to'plash va quvvat defitsiti mavjud bo'lgan vaqtlarda iste'molchilarga berish uchun hizmat qiladigan akkumulyator batareyalaridan foydalanish mumkin [1,2]. Boshqa tomondan, akkumulyator batareyalaridan foydalanish quyosh fotoelektr stantsiyalarini qurish va ulardan foydalanish bilan bog'liq iqtisodiy xarajatlarni keskin oshishiga olib kelishi mumkin. SHuning uchun akkumulyator batareyalarini bunday qurilmalarda foydalanish maqsadga muvofiqligi

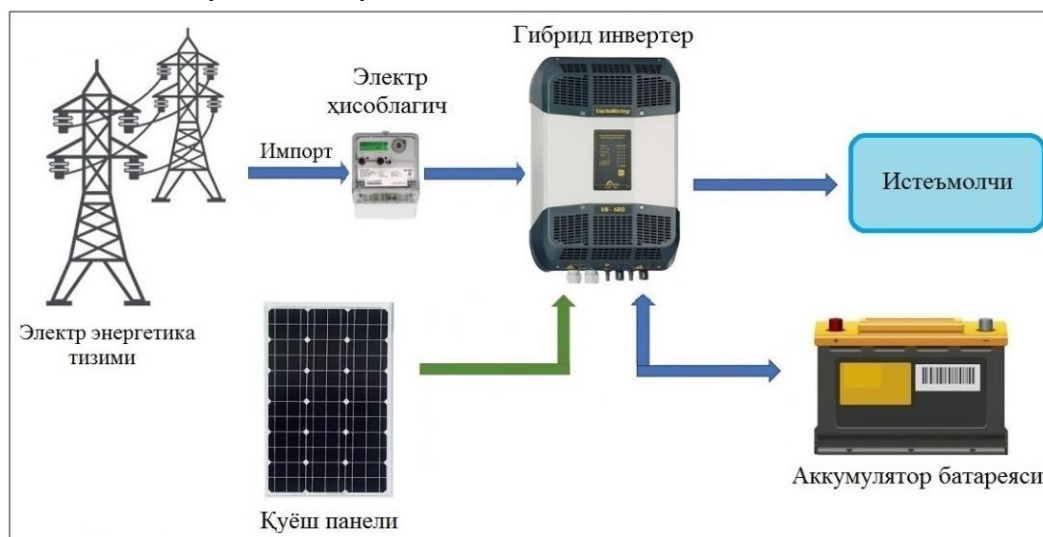
tegishli optimallashtirish muammolarini yechish asosida aniqlanadi.

Quyosh fotoelektr stantsiyasidan oqilona foydalanish, elektr ta'minotining ishonchliligini oshirish va iqtisodiy jihatdan foydali bo'lgan variantlarni tanlash maqsadida majud sharoitlarda korxonalar elektr energetika tizimiga ham ulanadi. Elektr energetika tizimidan olinayotgan energiya tarifining sutka davomida o'zgaruvchanligi sharoitida korxonalar o'zining sutkalik optimal yuklama grafigini ishlab chiqishi maqsadga muvofiqdir. Bunday masalani hal etish umumiy holatda tenglik va tengsizlik ko'rinishidagi oddiy, funktsional va integral chegaraviy shartlarni hisobga olgan holda optimallashtirish masalasini yechishni talab etadi.

Mavjud adabiyotlar tahlili bunday masalalarni tegishli matematik modellardan foydalanish asosida hal qilishning qat'iy usul va algoritmlari mavjud emasligini ko'rsatadi. [3] da quyosh va shamol energiyasiga asoslangan avtonom elektr ta'minoti tizimini optimallashtirish muammosi ko'rib chiqilgan. [4] da taqsimlovchi elektr tarmoqlarida akkumulyatorli quyosh fotoelektr stantsiyalarining joylashishini va parametrlarini optimallashtirish muammolarini hal qilishning matematik modellari va usullari taklif qilingan. Biroq, ushbu maqolada ko'rib chiqilgan muammoni samarali hal qilish uchun ularni to'g'ridan-to'g'ri ishlatish tegishli qiyinchiliklarni keltirib chiqaradi. [5] da ushbu davr uchun zarur bo'lgan elektr energiyasi miqdorini o'zgartirmasdan ma'lum oraliqda bir sutka davomida yuklamalarni individual oraliqlarda tartibga solish imkoniyatini ta'minlash sharoitida iste'molchilarning yuklama jadvallari optimallashtirish algoritmi tasvirlangan. U faqat maxsus holatlarda ko'rib chiqilayotgan muammoni hal qilish uchun ishlatilishi mumkin.

NATIJARLAR

Korxonada o'rnatilgan quyosh fotoelektr stantsiyasi elektr energiyasi ishlab chiqaruvchi quyosh panellaridan tashqari fotoelektr stantsiyada hosil bo'layotgan quvvatni boshqaruvchi va o'zgarmas tokni o'zgaruvchan tokka aylantirib beruvchi qurilma – gibrin invertorlar, stantsiya ish rejimi parametrlarini kuzatuvchi monitor tizimi kabi qo'shimcha uskunalarni o'z ichiga oladi. Bu uskunalar qatoriga ishlab chiqarilayotgan elektr energiyasidan oqilona foydalanish uchun qo'llaniluvchi akkumulyator batareyasini ham kiritish mumkin.



1-rasm. Elektr energetika tizimiga ulangan quyosh fotoelektr stantsiyasiga ega bo'lgan iste'molchining elektr ta'minoti printsiyal sxemasi

Akkumulyator batareyasi o'rnatilgan quyosh fotoelektr stantsiyasiga ega korxonaning yuklama grafigini ushbu stantsiya va elektr energetika tizimi yordamida optimal qoplash

TEKNOLOGIYA

masalasini ko'rib chiqamiz. 1-rasmda elektr energetika tizimiga ulangan quyosh fotoelektr stantsiyasiga ega bo'lgan iste'molchining elektr ta'minoti printsipl sxemasi keltirilgan.

Ushbu muammoni hal qilishda akkumulyator batareyasining elektr sig'imi W , rejalashtirilgan kun uchun iste'molchining yuklama grafigi $P_L(t)$, elektr energetika tizimidan olinuvchi elektr energiyasining sotib olish tarifi C_t , quyosh fotoelektr stantsiyasining quvvat grafigi $P_{PV}(t)$, akkumulyator batareyasini zaryadlashning minimal va maksimal chegaraviy quvvatlari (razryadlanish quvvati manfiy belgi bilan olinadi) ma'lum ma'lumotlar hisoblanadi. Masalani yechish natijasida aniqlanuvchi noma'lumlar bo'lib quyosh fotoelektr stantsiyasi iste'molchiga beruvchi optimal aktiv quvvat grafigi $P_{G.PV}(t)$, elektr energetika tizimidan olinuvchi optimal aktiv quvvat grafigi (iste'molchining elektr energetika tizimiga nisbatan optimal yuklama grafigi) $P_{PS}(t)$ va akkumulyator batareyasining optimal zaryadlash/razryadlanish quvvatlari grafigi $P_{B.PV}(t)$ hisoblanadi.

Ushbu masalani hal qilish uchun optimallashtirish masalasining quyidagi ko'rinishdagi matematik modeli taklif etiladi. Unga ko'ra minimallashtiriluvchi maqsad funksiyasi bo'lib sutka davomida quyosh fotoelektr stantsiyasi va elektr energetika tizimidan olinuvchi elektr energiya bilan bog'liq bo'lgan umumiy xarajatlari funksiyasi hisoblanadi [6-8]:

$$Z = \sum_{t=1}^{24} [C_t P_{PS}^{(t)} + \beta P_{G.PV}^{(t)}] \rightarrow \min \quad (1)$$

bu yerda, C_t – sutkaning t - soatida elektr energetika tizimidan olinuvchi elektr energiyaning narxi (tarif); $P_{PS}^{(t)}$ – sutkaning t - soatida elektr energetika tizimidan olinuvchi aktiv quvvat; $P_{G.PV}^{(t)}$ – sutkaning t - soatida quyosh fotoelektr stantsiyasi beruvchi aktiv quvvat; β – quyosh modullari va unga xizmat qiluvchi uskunalarni ishlab chiqarish, o'rnatish, foydalanish va texnik xizmat ko'rsatish xarajatlarini o'z ichiga olgan koeffitsient hisoblanadi [9].

CHegaraviy shartlar

Sutkaning har bir soatida iste'molchilarning quvvat balansi bo'yicha:

$$P_{PS}^{(t)} + P_{G.PV}^{(t)} = P_L^{(t)}, \quad t = 1, 2, \dots, 24 \quad (2)$$

Sutkaning har bir soatida quyosh fotoelektr stantsiyasining akkumulyator batareyasini zaryadlash/razryadlanish quvvatini e'tiborga olgan holatdagi quvvati bo'yicha:

$$P_{PV}^{(t)} - P_{B.PV}^{(t)} = P_{G.PV}^{(t)}, \quad t = 1, 2, \dots, 24 \quad (3)$$

Akkumulyator batareyasining mumkin bo'lgan maksimal zaryadlanish (razryadlanish) quvvati bo'yicha (razryadlanish manfiy ishora bilan olingan):

$$-P_{B.PV.max} \leq P_{B.PV} \leq P_{B.PV.max}, \quad t = 1, 2, \dots, 24 \quad (4)$$

Sutkaning har soatida quyosh fotoelektr stantsiyasining inverterini maksimal quvvati bilan belgilanadigan cheklangan quvvati bo'yicha:

$$0 \leq P_{G.PV}^{(t)} \leq P_{G.PV.max}^{(t)}, \quad t = 1, 2, \dots, 24 \quad (5)$$

Akkumulyator batareyasining sig'imi bo'yicha

$$W_{bal.PV} + \sum_{k=1}^{t-1} [P_{PV}^{(k)} - P_{G.PV}^{(k)}] * \Delta t^{(k)} \leq W_{PV}, \quad t = 2, 3, \dots, 24 \quad (6)$$

bu yerda: $P_{PV}^{(t)}$ – sutkaning t -soatida quyosh fotoelektr stantsiyasining aktiv quvvati; $P_L^{(t)}$ – sutkaning t -soatida iste'molchining umumiy aktiv quvvat yuklamasi; $P_{B.PV.max}$ – akkumulyator batareyasining mumkin bo'lgan maksimal zaryadlanish yoki razryadlanish quvvati; $P_{G.PV.max}^{(t)}$ – sutkaning t -soatida quyosh fotoelektr stantsiyasi tomonidan iste'mol uchun ishlab chiqarish mumkin bo'lgan maksimal quvvat; W_{PV} – quyosh fotoelektr

TEKNOLOGIYA

stantsiyasida o'rnatilgan akkumulyator batareyasining elektr sig'imi; $W_{bal.PV}$ – quyosh fotoelektr stantsiyasiga o'rnatilgan akkumulyator batareyasining oldingi kundan qolgan elektr zaryadi.

Ushbu modelda, ishlab chiqarish quvvatidan qat'iy nazar, quyosh fotoelektr stantsiyasida ishlab chiqariluvchi elektr energiyaning narxi o'zgarmas deb qabul qilingan.

Hosil bo'lgan matematik modelda maqsad funksiyasi va chegaraviy shartlar chiziqli ko'rinishda bo'lganligi sababli uni yechish mos chiziqli dasturlash usullaridan *Simpleks* algoritmi yordamida amalga oshiriladi.

MUHOKAMA

Taklif etilayotgan matematik modellar va ko'rib chiqilayotgan muammoni hal qilish algoritmining samaradorligi akkumulyator batareyasiga ega bo'lgan quyosh fotoelektr stantsiyasi o'rnatilishi rejalashtirilgan "Do'stlikdonmaxsulotlari" AJning yuklama grafigini optimallashtirish misolida tadqiq qilindi. 1-jadvalda iste'molchining sutkalik yuklama grafigi, quyosh fotoelektr stantsiyasining sutkalik ishlab chiqaruvchi quvvati, elektr energetika tizimidan olinuvchi elektr energiyasining sotib olish hamda quyosh fotoelektr stantsiyasida ishlab chiqariluvchi elektr energiyasini elektr energetika tizimiga sotish tariflari keltirilgan. Ushbu o'zgaruvchan tarif bugungi kunda Jahonning ko'plab rivojlangan mamlakatlarida sutka davomida tarifning o'zgarishiga proportsional ravishda aniqlangan. Akkumulyator batareyasining elektr sig'imi $W_{PV}=600$ kVt·soat. O'tkan kundan akkumulyator batareyasidagi qoldiq energiya $W_{bal.PV}=120$ kVt·soat. Akkumulyator batareyasining mumkin bo'lgan maksimal zaryadlash/razryadlanish quvvati $P_{B.PV,max}=100$ kVt. Bugungi kunda O'zbekiston Respublikasida mavjud fotoelektr stantsiyalardan olinuvchi elektr energiyaning narxi 0,023 \$/kVt·soat [10]. Bunday stantsiyada akkumulyator batareyasi o'rnatilgan holatda u uchun sarflanuvchi kapital xarajatlar bugungi kunda 40-60% ga ortiqcha baholanmoqda. Bundan tashqari qo'rg'oshin-kislotali akkumulyator batareyasidagi isroflar taxminan 20% ni tashkil etadi. Bunday sharoitda ishlab chiqariluvchi elektr energiyaning narxi ham proportsional ravishda oshadi. Yuqoridagi holatlarni e'tiborga olib, bunday stantsiyadan olinuvchi elektr energiyaning narxini 52% ga oshirish orqali 0,035 \$/kVt·soat qabul qilish mumkin [10].

1-jadval

Iste'molchining kunlik yuklamasi, QFES quvvati, elektr energiyasini sotish va sotib olish narxalari

t, soat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$P_L^{(t)}, \text{kVt}$	70	70	70	70	70	70	70	200	200	200	200	200
$P_{PV}^{(t)}, \text{kVt}$	0	0	0	0	0	40	70	90	100	130	150	180
$C_b, \text{\$/kVt}\cdot\text{s}$	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,087	0,087	0,087	0,064	0,064
t, soat	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
$P_L^{(t)}, \text{kVt}$	200	200	200	200	200	200	200	70	70	70	70	70
$P_{PV}^{(t)}, \text{kVt}$	200	200	200	180	160	150	120	50	0	0	0	0
$C_b, \text{\$/kVt}\cdot\text{s}$	0,064	0,064	0,064	0,064	0,087	0,087	0,087	0,087	0,087	0,064	0,064	0,036

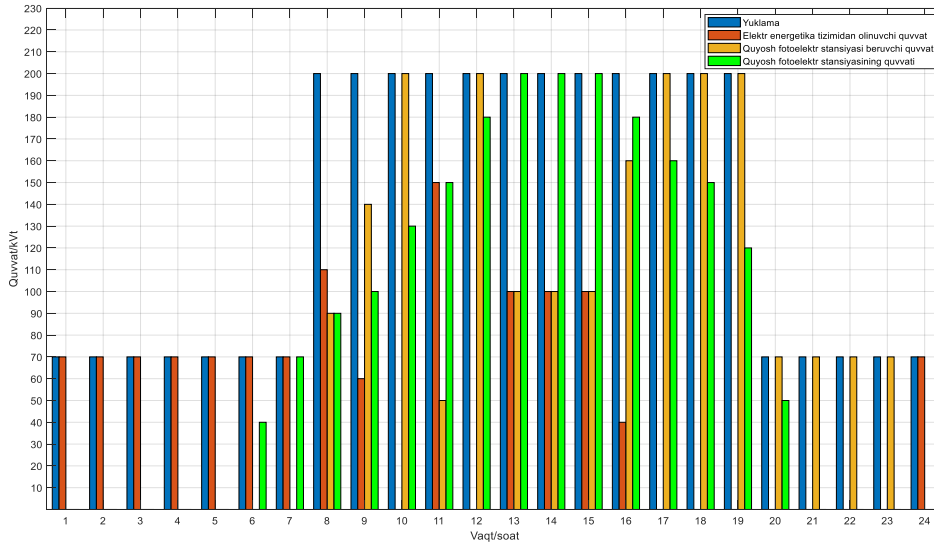
TEKNOLOGIYA

Quyosh fotoelektr stantsiyasiga ega bo'lgan korxonalarining yuklama grafiklarini optimallashtirish masalasining matematik modelidan foydalangan holda optimallashtirish algoritmining samaradorligini ko'rib chiqamiz. 2-jadval va 2-3- rasmlarda ko'rib chiqilayotgan model va tanlangan optimallashtirish usuli yordamida optimallashtirish natijalari keltirilgan, ya'ni quyosh fotoelektr stantsiyasi beruvchi aktiv quvvat $P_{G.PV}(t)$ va elektr energetika tizimidan olinuvchi aktiv quvvat $P_{PS}(t)$ larning optimali, xamda akkumulyator batareyasining optimal zaryadlanishi $P_{ch.pv}(t)$ yoki razryadlanish $P_{dch.pv}(t)$ grafiklari keltirilgan. Bu yerda akkumulyator batareyasining zaryadlanish quvvati musbat va razryadlanish quvvati manfiy ishora bilan keltirilgan. Quyosh fotoelektr stantsiyasi beruvchi va elektr energetika tizimidan olinuvchi elektr energiyasining kunlik umumiy qiymati 137,01 AQSH dollarini tashkil qiladi.

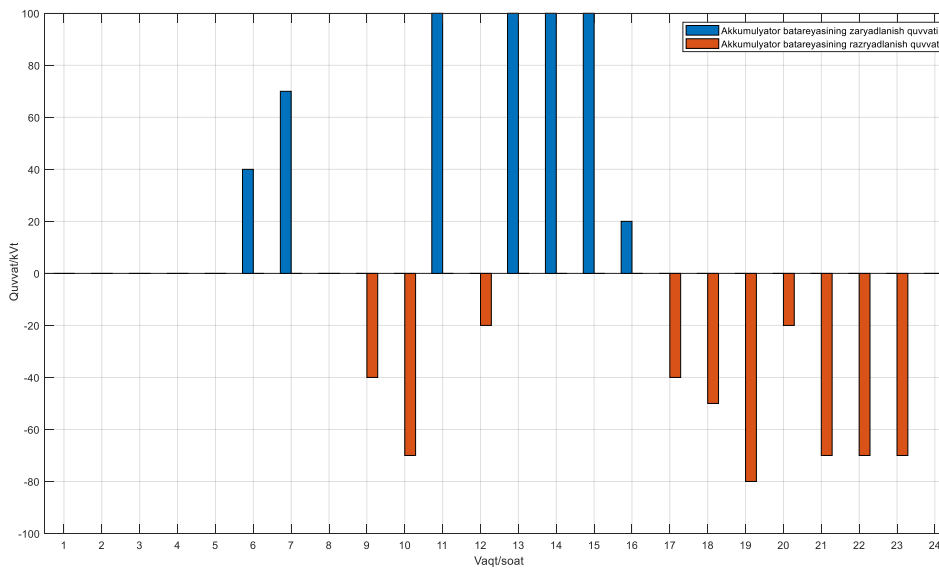
2-jadval.

Iste'molchi, QFES, elektr energetika tizimi va akkumulyator batareyalarining sutkalik yuklamasi

$t, soat$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$P_L^{(t)}, kVt$	70	70	70	70	70	70	70	200	200	200	200	200
$P_{PS}^{(t)}, kVt$	70	70	70	70	70	70	70	110	60	0	150	0
$P_{G.PV}^{(t)}, kVt$	0	0	0	0	0	0	0	90	140	200	50	200
$P_{PV}^{(t)}, kVt$	0	0	0	0	0	40	70	90	100	130	150	180
$P_{ch.pv}^{(t)}, kVt$	0	0	0	0	0	40	70	0	0	0	100	0
$P_{dch.pv}^{(t)}, kVt$	0	0	0	0	0	0	0	0	-40	-70	0	-20
$t, soat$	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
$P_L^{(t)}, kVt$	200	200	200	200	200	200	200	70	70	70	70	70
$P_{PS}^{(t)}, kVt$	100	100	100	40	0	0	0	0	0	0	0	70
$P_{G.PV}^{(t)}, kVt$	100	100	100	160	200	200	200	70	70	70	70	0
$P_{PV}^{(t)}, kVt$	200	200	200	180	160	150	120	50	0	0	0	0
$P_{ch.pv}^{(t)}, kVt$	100	100	100	20	0	0	0	0	0	0	0	0
$P_{dch.pv}^{(t)}, kVt$	0	0	0	0	-40	-50	-80	-20	-70	-70	-70	0



2-rasm. QFESning quvvat berish va korxonaning elektr energetika tizimiga nisbatan optimal yuklama grafiklari



3-rasm. QFESga o‘rnatilgan akkumulyator batareyasining zaryadlanish va razryadlanish diagrammalari

Natijalarni taqqoslash uchun 3-jadvalda korxonaning yuklama grafiklari optimallashtirilmagan holatdagi quvvatlari keltirilgan. Bunday holatda quyosh fotoelektr stansiyasi va elektr energetika tizimidan olinuvchi elektr energiyasi bilan bog‘liq bo‘lgan sutkalik umumiy xarajatlar 148,6 AQSH dollarini tashkil qiladi.

3-jadval

Korxonaning optimallashtirilmagan yuklama grafigi

$t, soat$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$P_L^{(t)}, kVt$	70	70	70	70	70	70	70	200	200	200	200	200
$P_{PS}^{(t)}, kVt$	70	70	70	70	70	30	0	110	100	70	50	20
$P_{PV}^{(t)}$	0	0	0	0	0	40	70	90	100	130	150	180

TEKNOLOGIYA

kVt												
$t, soat$	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
$P_L^{(t)}, kVt$	200	200	200	200	200	200	200	70	70	70	70	70
$P_{PS}^{(t)}, kVt$	0	0	0	20	40	50	80	20	70	70	70	70
$P_{PV}^{(t)}, kVt$	200	200	200	180	160	150	120	50	0	0	0	0

SHunday qilib, ishlab chiqilgan matematik model va algoritmdan foydalanish asosida iste'molchining yuklama grafiklarini optimallashtirish hisobiga erishiluvchi iqtisodiy samaradorlik 7,8 % ni tashkil etdi.

XULOSA

Quyosh fotoelektr stantsiyasiga ega bo'lgan korxonalarining yuklama grafiklarini optimallashtirish masalasining matematik modeli va uni yechishning samarali algoritmi taklif etildi.

Sutka davomida elektr energiyasining tarifi o'zgaradigan sharoitda quyosh fotoelektr stantsiyasi va elektr energetika tizimi yuklama grafiklarini optimallashtirish orqali salmoqli iqtisodiy samaradorlikka erishish mumkinligi aniqlandi.

Quyosh fotoelektr stantsiyasiga ega bo'lgan korxonalarda ishlab chiqarilayotgan elektr energiyasini ma'lum vaqtlarda batareyalarga yig'ish va berish iqtisodiy jihatdan samarali bo'lishi mumkinligi ko'rsatildi

ADABIYOTLAR

1. Xing, H., Cheng, H., Zhang, Y. and Zeng, P. (2016). Active distribution network expansion planning integrating dispersed energy storage systems. *IET Generation, Transmission & Distribution*. 10(3). – pp. 638-644.
2. Padmanabhan, N., Ahmed, M. and Bhattacharya, K. Battery Energy Storage Systems in Energy and Reserve Markets. *IEEE Transactions on Power Systems*. – (2019). – pp. 1-12.
3. Harpreet kaur Channi¹, Surbhi Gupta², Arvind Dhingra³. Optimization and simulation of a solar–wind hybrid system using HOMER for Rural Electrification. *International Journal of Advanced Science and Technology*, 29(10s). – (2020). – pp. 2108-2116.
4. Akbari-Dibavar A., Nojavan S., Zare K.. Optimal Siting and Sizing of Energy Storage Systems in a Smart Distribution Network Considering Network Constraints and Demand Response Program. *Journal of Energy Management and Technology*, 3(2). – 2019. – pp. 14-25.
5. Gayibov, T.Sh., Reymov, K.M., Optimal Planning of Short-Term Modes of Power Systems with Control of Loads of Electric Consumers and Taking into Account of Network Factor. *European Science Review*. 3(9-10). – 2017. – pp. 86-91.
6. Gayibov T.Sh., Uzakov B.A., Abdullaev E.A. Optimization of loading schedules of consumers with own stations on the basis of renewable energy sources. *Journal of critical reviews*. – 2020. – pp. 1738-1742.
7. Tulkin Gayibov., Elnur Abdullaev. Optimization of daily operation mode of photovoltaic systems of enterprises. *E3S Web of Conferences* 264, 04063 (2021) *CONMECHYDRO – 2021*. – pp. 1-8.
8. Gayibov T.SH., Abdullaev E.A. Fotoelektr stantsiya va dizel generatoriga ega bo'lgan avtonom elektr tizimining sutkalik ish holatini optimallashtirish. *Energiya va resurs tejash muammolari*, №1. Toshkent – 2022. – 38-50 b.

TEXNOLOGIYA

9. Gayibov T.SH., Abdullaev E.A. Fotoelektr stantsiyaga ega korxonaning sutkalik ish rejimini optimallashtirish. “Prospects for the development of digital energy systems, problems and solutions for obtaining renewable energy-2023” international scientific–practical conference. Jizzakh – 2023. – pp 92-94.

10. The power to change: solar and wind cost reduction potential to 2025. International Renewable Energy Agency (IRENA). – June 2016. – pp. 8-19.

MEXANIKA FANINI O'QITISHDA TA'LIM SAMARADORLIGINI OSHIRISH

Yuldashev Sharafitdin Sayfitdinovich

NamMQI, professor, t.f.d., e-mail: sh.yuldashev1953@gmail.com

Jumaboyeva Shirin

NamMQI, dotsent, e-mail: shirinjumaboyeva1953@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada OTMlarda kredit-modul tizimini joriy etishda mexanika fanini o'qitish hamda talabalarning mazkur fandan bilim olish samaradorligini oshirish to'g'risida mulohaza yuritilgan. "Nazariy mexanika" fanini o'qitish, mustaqil ta'limga ajratilgan fan dasturidagi mavzularni talabalar tomonidan muvaffaqiyatli o'zlashtirishlari uchun nimalarga e'tibor berish va qanday usullar qo'llash mumkinligi to'g'risida ma'lumotlar berilgan.

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы внедрения в вузах кредитно-модульной системы преподавания механики и повышения эффективности обучения студентов по данному предмету. Преподавание предмета "Теоретическая механика" дает информацию о том, на что обращать внимание и какие методы можно применять для успешного освоения учащимися предметов предметной программы, отведенных для самостоятельного обучения.

Abstract. The article discusses the problems of introducing a modular credit system for teaching mechanics at universities and improving the effectiveness of student education in this field. Teaching the subject of Theoretical Mechanics provides recommendations on which aspects to focus on and which methods students can use to successfully master the topics covered by the self-study program.

Kalit so'zlar: mexanika, nazariy mexanika, samaradorlik, tavsiya, fan ishchi dasturi, mustaqil ta'lim, ma'ruza, amaliy mashg'ulot, sinov savollari, nazorat ishlari, uslubiy ko'rsatmalar, o'quv adabiyotlari, baholash mezonlari.

Ключевые слова: механика, теоретическая механика, эффективность, рекомендация, рабочая программа по дисциплине, самостоятельное обучение, лекция, практическое занятие, контрольные вопросы, контрольная работа, методические указания, учебная литература, критерий оценки.

Keywords: mechanics, theoretical mechanics, efficiency, recommendations, work program for the subject, independent study, lectures, practical lessons, exam questions, control work, methodological guidance, educational materials, evaluation criteria.

Mexanika – insoniyatning hayotiy ehtiyojlari asosida paydo bo'lgan juda qadimiy fan bo'lishi bilan birga, zamonaviy matematika usullari, hisoblash texnikasi, axborotlar va materiallarning yuqori texnologiyasi taraqqiy etayotganligini hisobga olgan holda rivojlanayotgan ilmiy soha hisoblanadi.

Yuqori malakali mutaxassislar tayyorlashda mexanika fanining o'rni beqiyos. Respublikamiz OTM larida mexanika fani bir necha qismlarga bo'lib o'qitiladi. Nazariy mexanika, materiallar qarshiligi, elastiklik nazariyasi, qurilish mexanikasi, mexanizm va mashinalar nazariyasi, mashina detallari hamda shu fanlar asosida yo'nalishlar bo'yicha shakllangan bir qancha maxsus fanlar. Bu fanlar murakkab bo'lishiga qaramasdan, ularda ko'riladigan masalalar hayotiy va jozibador bo'lganligi uchun talabalar tomonidan qiziqib o'rganiladi.

Respublikamiz OTM larda kredit-modul tizimining joriy etilishi sohada dars beruvchi professor-o'qituvchilarning o'z mehnat faoliyatlariga yangicha yondashuvni taqozo etdi.

Ma'lumki, kredit-modul tizimining maqsadi, auditoriyada o'qitiladigan dars soatlarini kamaytirib, talabalarni ortiqcha yuklamalardan ozod qilish hisobiga ularni mavzular bo'yicha

QISQA XABARLAR

mustaqil ishlashga, o'quv ishlariga ilmiy amaliy yondashishga o'rgatishdan, yo'naltirishdan iborat [1]. Mazkur maqsadni amalga oshirish uchun professor-o'qituvchilar tomonidan tizimga moslangan, o'quv dasturlariga asoslangan yangi o'quv adabiyotlarini yaratish, taqdimotlar, videodarslar tayyorlash, oquv uslubiy ko'rsatmalar, laboratoriya mashg'ulotlarini o'tkazish uchun uslubiy ko'rsatmalarning yangi avlodini yaratish, tayyorlash, ishlab chiqish talab etiladi. O'qituvchi bilan birgalikda o'tiladigan dars soatining kamayishi talaba, mazkur fandan kamroq ma'lumot bilishi yoki o'zlashtirishi kerak degan xulosani bermaydi.

Demak, berilgan qisqa muddatda katta hajmdagi ma'lumotni talabalarga yetkazish va talabalar mustaqil o'zlashtirishi uchun o'quv modulining ellik foizini o'rganishlariga yordam berish masalasi jarayonning asosiy muammosi hisoblanadi. Xuddi shunday, "Nazariy mexanika" fanini talabalarga o'rgatish ham soha professor-o'qituvchilarining asosiy muammolaridan hisoblanadi.

Bu yerda, "Materiallar qarshiligi va mexanika" kafedrasida muhandislik yo'nalishlarining deyarli barchasida o'tiladigan "Nazariy mexanika" fani bo'yicha masalalarni qanday hal qilish mumkinligi to'g'risidagi fikrlar bilan o'rtoqlashmoqchimiz.

1. Umumiy holda masalani bitta fan miqyosida hal etish mumkin emas, balki unga kompleks yondashish zarur deb hisoblaymiz. Ya'ni mexanika fanlari bilan bir qatorda matematika, fizika va axborot texnologiyalari fanlarining ishchi dasturlari va sillabuslarini tuzishda mexanika fanlarida o'tiladigan mavzular, yechiladigan masalalarni nazarda tutish kerak.

Masalan: matematikada differensial va integral hisob formulalarini keltirib chiqarishda va ularni tatbiq etishda, yoki vektorlar algebrasidan o'quv dasturlarini tuzishda mexanika masalalaridan foydalanish maqsadga muvofiq bo'lar edi. Amaliy mashg'ulot darslarida ham mexanikadan tatbiq qilinadigan masalalar tanlash kerak deb o'ylaymiz. Fizika fanining mexanika qismini o'qitish ishchi dasturini shunday tuzish kerakki, nazariy mexanika va materiallar qarshiligi fanlari o'qitilayotganda mavzular takrorlanmasin.

Axborot texnologiyalarining dasturlash bo'yicha o'tiladigan mavzularini mexanika fani masalalaridan tanlash kerak.

Yuqoridagi mulohazalarni amalga oshirish uchun mazkur fanlardan dars beruvchi kafedra o'qituvchilarning davriy ravishda ishlab turuvchi qo'shma seminarlarini tashkil qilish kerak. Bu seminarda, har bir fan bo'yicha tuzilgan ishchi o'quv dasturlari, sillabuslar, ma'ruza matnlari, uslubiy qo'llanmalar, uslubiy ishlanmalar muhokama qilinadi. Yozilgan uslubiy qo'llanmalar har bir kafedrada foydalanishga yaroqli va ishlatilishi zarur bo'lishi kerak.

2. Ikkinchi bosqichda bajariladigan ishlar har bir fan o'qituvchisining mahoratiga, foydalanadigan o'quv adabiyotlarining mukammalligiga, vaqtning to'g'ri taqsimlanishiga va shu kabilarga bog'liq bo'ladi.

"Materiallar qarshiligi va mexanika" kafedrasida "Nazariy mexanika" fanidan quyidagi ishlanma asosida dars mashg'ulotlarini va mo'ljallangan mustaqil ishlarni talabalar tomonidan o'zlashtirilishi maqsadga muvofiq deb topildi.

Yo'nalishlarning aksariyatida o'n besh haftalik o'quv dasturi asosida dars mashg'ulotlari bo'lib, har haftada ikki soat ma'ruza, ikki soat amaliy mashg'ulotlarga mo'ljallangan.

O'quv moduli dasturiga kirgan barcha mavzular (ma'ruza va amaliy mashg'ulotlar) o'n besh haftaga teng taqsimlanadi. Bir haftaga ajratilgan bu darslar paketiga o'qituvchi tomonidan o'tiladigan ma'ruza matnlari, amaliy mashg'ulotlarda yechib ko'rsatilgan masalalar, mavzuga oid sinov savollari va undan keyin, shu mavzuga oid talaba mustaqil o'zlashtirishi talab etilgan nazariy ma'lumotlar, amaliy mashg'ulotda hal qilingan masalalarga o'xshagan masalalar, talaba mavzuni qanday o'zlashtirganligini aniqlash maqsadida tuzilgan nazorat savollari, test savollari joylangan bo'ladi.

Albatta, yuqorida aytilgan mustaqil ishlarni bajarish uchun talabalarni o'quv adabiyotlari

QISQA XABARLAR

bilan ta'minlanganlik masalasiga katta e'tibor berilgan bo'lishi kerak. Mavzuga oid ma'ruza matnlari, oquv darslikning [3] shu mavzuga oid sahifalari, masalalar yechish uchun uslubiy qo'llanmalar, masalalar yechib ko'rsatilgan va ma'ruza matnlari o'qilgan video-darslar to'plami "Hemis" tizimiga o'rnatilgan bo'lishi zarur. Haftaga mo'ljallangan topshiriqlar to'plami mazkur hafta ichida topshiriladi, fan o'qituvchisi tomonidan baholanadi. Qo'yilgan baho talabalarga yetkaziladi.

Bu yerda albatta, talabaning qaysi yo'nalishda o'qishiga mos ravishda modul mavzulari tanlanadi. Masala variantlari, test savollari har bir talabaga alohida tayyorlanadi.

Talabalarning mustaqil ishlarini topshirish va tekshirish usullari o'qituvchi va talaba vaqtlarini hisobga olgan holda tasdiqlangan ish jadvaliga asosan belgilanadi. Ba'zi hollarda, onlayn topshirish imkoniyatini ham qo'llash mumkin.

Talabalarning auditoriyadan tashqarida bajariladigan mustaqil ishlarini baholash mezonini [2] yo'riqnomada keltirilgan tavsiyaga binoan, talabalar to'plashi mumkin bo'lgan umumiy bahoning yigirma foizidan kam bo'lmasligi kerak. Shunga ko'ra, o'n besh paketga bo'lingan, har haftada topshirish kerak bo'lgan mustaqil ish uchun maksimal ikki ball, jami o'n beshta mustaqil ish uchun maksimal o'ttiz ball to'plashi mumkin deb belgilanadi.

Auditoriyadan va o'qituvchi nazoratidan tashqarida amalga oshirilgan mustaqil ishlariga bunday e'tibor qaratish, ularni yetarli baholash talabalarni o'z ustida mustaqil ishlashlari, nihoyat ta'lim samaradorligini oshirish uchun motivatsiya bo'ladi.

ADABIYOTLAR

1. Kredit-modul tizimga o'tish nima uchun kerak? Maqsad, mohiyat va afzallik. "Xalq so'zi" (onlayn) gazetasi, jamiyat bo'limi. 5 avgust, 2020 yil soni.
2. Talabalar mustaqil ta'limini tashkil etish. YŷK: 738.0/8.4, KB K: 74.4, 3.49 L.Zaripov, N.Xayitov, Z.Tohirov. Toshkent, Sano-Standart, 2023. 32 b.
3. Shirin Jumaboyeva. "Nazariy mexanika", darslik, Toshkent, "Fan zargari", 2023 y., 425 b.

MUALLIFLAR DIQQATIGA

Mexanika va texnologiya ilmiy jurnalida maqolalarni chop etish uchun rasmiylashtirishga qo‘yiladigan talablar

1. Namangan muhandislik-qurilish institutining «Mexanika va texnologiya ilmiy jurnali» («Научный журнал механика и технология», «Scientific Journal of Mechanics and Technology») da respublikamizning oliy ta‘lim va ilmiy-tadqiqot institutlari, ilmiy-ishlab chiqarish markazlari va xorijda bajarilgan ilmiy ahamiyatga molik ilmiy-tadqiqot ishlarining natijalari nashr etiladi. Ilmiy jurnal bir yilda to‘rt marta chop etilib, unda quyidagi yo‘nalishlar bo‘yicha maqolalar e‘lon qilinadi:

- *mexanika;*
- *avtomobillar va qishloq xo‘jalik mashinalari;*
- *texnologiya;*
- *qisqa xabarlar.*

2. Tahririyatga taqdim etilayotgan maqola qo‘lyozmasi bo‘yicha muallif faoliyat olib borayotgan muassasa rahbariyati tomonidan imzolangan yo‘llanma xati, maqolani chop etish mumkinligi haqidagi ekspert xulosasi va maqola mualliflarining tarkibida fan doktori bo‘lmagan taqdirda tegishli fan yo‘nalishi bo‘yicha fan doktorining rasmiy taqrizi bo‘lishi shart. Maqolalar o‘zbek(lotin grafikasida), rus yoki ingliz tillarida taqdim etilishi mumkin. **Maqolaning nomi, qisqacha annotatsiyasi (8-10 qator) va kalit so‘zlar (10-15 ta) o‘zbek, rus va ingliz tillarida** beriladi.

3. Maqola matni “MS Word” dasturida “Times New Roman” shiriftida 12 pt o‘lchamda, hajmi 1 intervalda 6-10 bet bo‘lishi kerak. Varaq o‘lchami 210x297 mm (A4-format), matn chegara o‘lchamlari yuqoridan va pastdan – 2,0 sm, chapdan – 3,0 sm, o‘ngdan – 1,5 sm bo‘lishi lozim.

4. Maqolani rasmiylashtirish qoidalari quyidagilardan iborat. Maqola boshining chap tomonida UO‘T (UDK), keyingi qatorda maqolaning nomi o‘zbek, rus va ingliz tillarida (bosh harflarda, o‘rtada, qalin yozuvda (jirniy)), undan keyingi qatorda mualliflar to‘g‘risidagi ma‘lumotlar (famiyasi, ismi, otasining ismi, ish joyi, lavozimi, ilmiy darajasi va unvoni, elektron manzili hamda telefon raqamlari) o‘zbek, rus va ingliz tillarida kichik bosma harflarda yoziladi, qisqacha annotatsiyasi (8-10 qator) va kalit so‘zlar (10-15 ta) o‘zbek, rus va ingliz tillarida beriladi.

Maqolaning annotatsiyasi(abstract) ya‘ni maqolaning qisqacha mazmunida maqsadi(objective), usullari(methods), natijalari(results) va xulosa (conclusion) qismlari qisqacha yoritilib o‘tilishi shart. Chunki maqola annotatsiyasini o‘qib chiqib, olim maqolani to‘liq o‘qishga qaror qilishi uchun maqolaning asosiy tushunchalarini yetarlicha tushinishi kerak. Annotatsiyadan so‘ng mavzuga tegishli terminlar, kalit so‘zlar(keywords) ham keltirilishi kerak;

Maqolaning asosiy qismida Kirish(Introduction), usullari(methods), natijalar (results), muhokamalar(discussion), va xulosalar(conclusion) bo‘limlari aniq ma‘lumotlar asosida yoritib berilishi kerak.

Bir qatordan so‘ng maqola matni yoziladi. Maqoladagi formulalar **Microsoft Equation 3.0** da yoziladi. Rasm (grafik, sxema va chizma)lar standart qoidalarga rioya qilingan holda 10x10 sm dan katta bo‘lmagan o‘lchamda tayyorlanishi, ularni soni 5 tagacha, qisqa xabarlarda esa 2 tagacha ruxsat etiladi. Namlari esa rasmdan so‘ng qalin yozuvda o‘rtada yoziladi (**1-rasm. Nomi**). Jadvallarning nomlari javalning yuqori qismida qalin yozuvda o‘rtada yoziladi (**1-jadval. Nomi**). Adabiyotlarga havolalar maqola ichida [1] ko‘rinishda bo‘lib, foydalanilgan adabiyotlar maqola oxirida havolalar ketma-ketligi tartibida beriladi. Adabiyotlar ro‘yxatida quyidagilar

ko'rsatiladi: jurnalda chop etilgan maqolalar va ma'ruza tezislari uchun - Mualliflarning familiyasi, ismi sharifi. Maqolaning nomi // Jurnalning nomi. - Nashr joyi va yili. - Soni yoki qismi. - Betlari. (1. Turdaliev V.M., Maxkamov G.U. Piyoz ekish texnologiyasini tanlash bo'yicha tajribaviy tadqiqotlar // Namangan muhandislik-texnologiya instituti ilmiy-texnika jurnali. - Namangan, 2019. - №3. - B. 77-81.); monografiyalar uchun - Mualliflarning familiyasi, ismi sharifi. Nomi. - Nashriyot nomi, joyi va nashr yili. - Betlar soni. (1. Djuraev A., Maqsudov R.X., Turdaliev V.M. O'zgaruvchan uzatish nisbatli tasmali uzatmalarni kinematik va dinamik tahlili. - Fan va texnologiyalar: Toshkent, 2013. - 168 b.); avtoreferatlar uchun - Muallifning familiyasi, ismi sharifi. Mavzusi: ishning darajasi. - Nashr joyi va yili. - Betlar soni. (1. Turdaliev V.M. Tuproqqa ishlov beradigan va sabzavot ekinlarini ekadigan kombinatsiyalashgan mashinani ishlab chiqishning ilmiy-texnik yechimlari: Texn. fan. dok. diss. avtoref. - Toshkent, 2018. - 64 b.); dissertatsiya uchun - Muallifning familiyasi, ismi sharifi. Mavzusi: ishning darajasi. - Nashr joyi va yili. - Betlar soni. (1. Turdaliev V.M. Tuproqqa ishlov beradigan va sabzavot ekinlarini ekadigan kombinatsiyalashgan mashinani ishlab chiqishning ilmiy-texnik yechimlari: Texn. fan. dok. diss. - Toshkent, 2018. - 200 b.); kitoblar uchun - mualliflarning familiyasi, ismi sharifi, kitobning nomi, nashr joyi, nashriyot nomi, nashr yili, qismi va betlari (1. Jo'raev A., Mavlyaviev M., Abdukarimov T., Miraxmedov D. Mexanizm va mashinalar nazariyasi. - T.: G.G'ulom, 2004. - 592 b.); patent uchun - Patent olingan davlat va uning raqami / e'lon qilingan yil. Mualliflarning familiyasi, ismi sharifi. Mavzusi // Patent raqami, nashr yili. - Byulleten raqami. (1. Patent O'zR FAP 00848 / 31.10.2013. Djuraev A., To'xtaqoziev A., Muxamedov J., Mamaxanov A. Zanjirli uzatma // O'zbekiston Respublikasi patenti, 2013. - Byul. №10.); internet ma'lumotlari uchun - URL, ma'lumotga murojaat etilgan sana. (1. Ziyonet ta'lim portali. <http://library.ziyonet.uz/ru>. 20.05.2020.)

5. Tahririyat barcha maqolalarni taqrizga yuboradi, ushbu taqriz natijalari asosida maqolani chop etish masalasi bo'yicha tegishli qaror qabul qiladi.

6. Yuqoridagi talablarga javob bermaydigan maqolalar tahririyat tomonidan ko'rib chiqilmaydi.

7. Keltirilgan talablar yakuniy emas, ba'zi maqolalar borasida tahririyat qo'shimcha ma'lumot so'rash huquqini saqlaydi.

MEXANIKA VA TEXNOLOGIYA ILMIY JURNALI TAHRIRIYATI:

Nashr uchun ma'sul
Ma'sul muharrir
Musahhih
Kompyuterda sahifalovchi

S.K. Qo'chqorov
J.Z. Xolmirzaev
D.Shermatova
A.A.Qosimov

Tahririyat manzili:
160103. Namangan shahri, Islom Karimov ko'chasi, 12-uy.
Telefon/faks: (0-369) 234-15-23,
Bizning sayt: mextex.uz
E-mail: Mex-tex@edu.uz

Aloqa uchun
+998941590032



+998941590032



O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Administratsiyasi huzuridagi Axborot va ommaviy kommunikatsiyalar agentligi tomonidan 2020 yil 21 avgustda №1101 raqam bilan davlat ro'yxatidan o'tgan

NamMGI kichik bosmaxonasida chop etildi.
Manzil: Namangan vil. Namangan shahar I. Karimov ko'cha, 12-uy