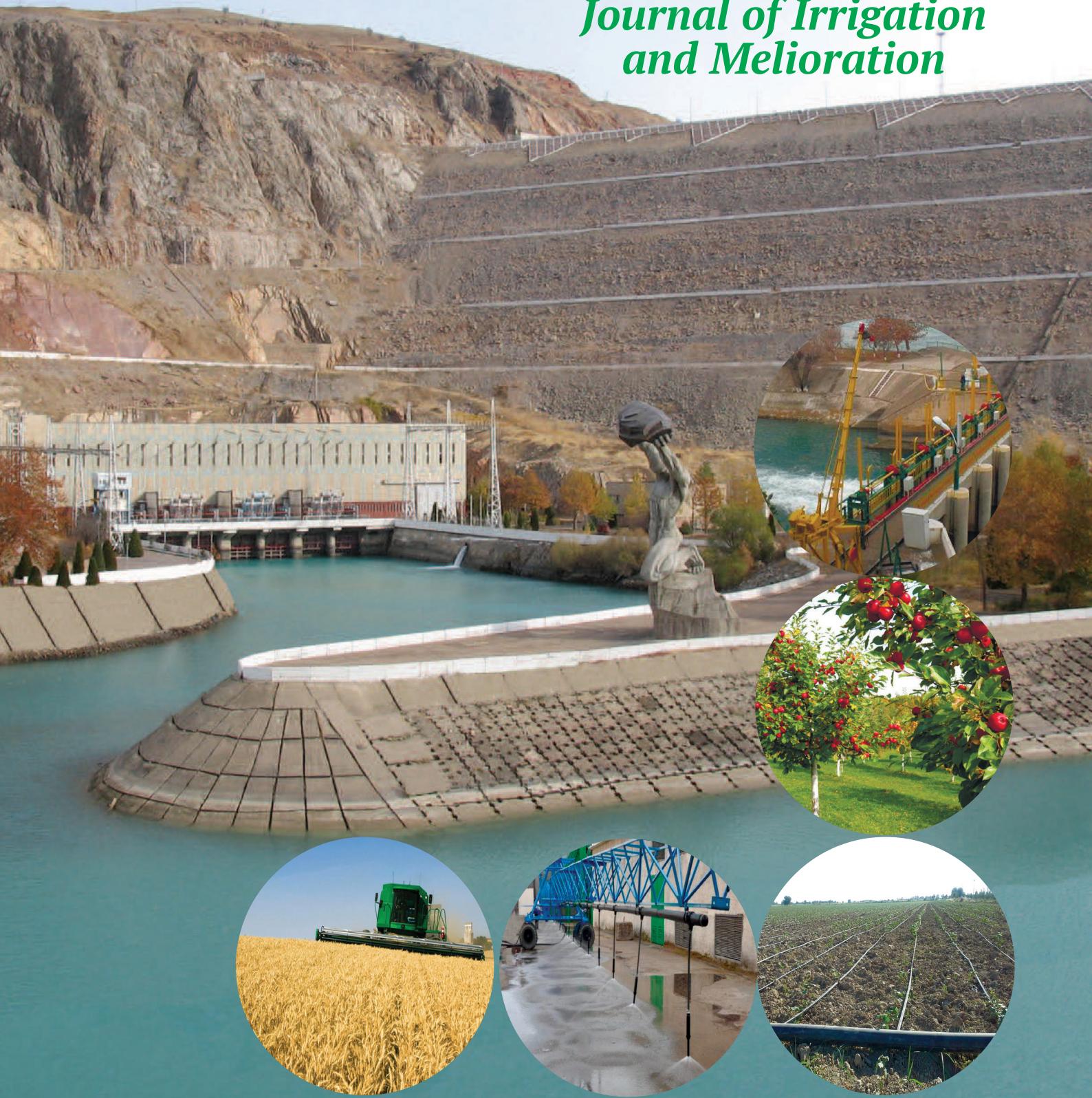


ISSN 2181-1369

IRRIGATSIYA va MELIORATSIYA

Nº2(36).2024

*Journal of Irrigation
and Melioration*



Бош мұҳаррір:

Султанов Тахиржон Закирович

“Тошкент ирригация ва қишлоқ хұжалигини механизациялаш мұхандислари институти”

Миллий тадқиқот университеті Илмий ишлар ва инновациялар бүйіча проректори,
техника фанлари доктори, профессор

Илмий мұҳаррір:

Салохиддинов Абдулхаким Темирхұжаевич

“Тошкент ирригация ва қишлоқ хұжалигини механизациялаш мұхандислари институти”

Миллий тадқиқот университеті Халқаро ҳамкорлық бүйіча проректори,
техника фанлари доктори, профессор

Мұхаррір:

Ходжаев Сайдакрам Сайдалиевич

“Тошкент ирригация ва қишлоқ хұжалигини механизациялаш мұхандислари институти”

Миллий тадқиқот университеті, техника фанлари номзоди, доцент

ТАХРИР ҲАЙЬАТИ ТАРКИБИ:

Мирзаев Б.С., техника фанлари доктори, профессор, “ТИҚХММИ” МТУ ректори; **Хамраев Ш.Р.**, қишлоқ хұжалик фанлари номзоди, Ўзбекистон Республикаси Сув хұжалиғи вазири; **Салимов О.У.**, техника фанлари доктори, ЎзРФА академиги; **Мирсаидов М.**, техника фанлари доктори, ЎзРФА академиги; **Хамидов М.Х.**, қишлоқ хұжалик фанлари доктори, “ТИҚХММИ” МТУ профессори; **Бакиев М.Р.**, техника фанлари доктори, “ТИҚХММИ” МТУ профессори; **Рамазанов О.Р.**, қишлоқ хұжалик фанлари доктори, “ТИҚХММИ” МТУ профессори; **Исаков А.Ж.**, техника фанлари доктори, “ТИҚХММИ” МТУ профессори; **Арифжанов А.М.**, техника фанлари доктори, “ТИҚХММИ” МТУ профессори; **Маткаримов П.Ж.**, техника фанлари доктори, НМТИ профессори; **Икрамов Р.К.**, техника фанлари доктори, ИСМИТИ профессори; **Шеров А.Г.**, техника фанлари доктори, “ТИҚХММИ” МТУ профессори; **Умаров С.Р.**, іқтисод фанлари доктори, “ТИҚХММИ” МТУ профессори; **Исмаилова З.**, педагогика фанлари доктори, “ТИҚХММИ” МТУ профессори; **Худаяров Б.**, техника фанлари доктори, “ТИҚХММИ” МТУ профессори; **Султанов Б.**, “ТИҚХММИ” МТУ профессори; **Абдуллаев Б.Д.**, “ТИҚХММИ” МТУ профессори; **Каримов Б.К.**, “ТИҚХММИ” МТУ профессори; **Худойбердиев Т.С.**, техника фанлари доктори, Андқхаи профессори; **Янгиев А.А.**, техника фанлари доктори, “ТИҚХММИ” МТУ профессори.

ТАХРИР КЕНГАШИ ТАРКИБИ:

Ватин Николай Иванович, т.ф.д., Буюк Пётр Санкт-Петербург политехника университети профессори; **Иванов Юрий Григорьевич**, т.ф.д., К.А. Тимирязев номидаги МҚХА – Россия давлат аграр университети профессори, А.Н.Костяков номидаги Мелиорация, сув хұжалиғи ва қурилиш институти директори в.б.; **Козлов Дмитрий Вячеславович**, т.ф.д., Москва давлат қурилиш университети профессори, Гидротехника ва Гидроенергетика қурилиши факультетининг “Гидравлика ва Гидротехника қурилиши” кафедрасы мудири; **Lubos Jurik**, associate professor at “Department of Water Resources and Environmental Engineering” of Slovak University of Agriculture in Nitra; **Коваленко Петр Иванович**, т.ф.д., Украина қишлоқ хұжалиғи фанлари Миллий академияси академиги, Мелиорация ва сув ресурслари ілмий-тадқиқот институти директор маслағатчиси, профессор; **Ханов Нартмир Владимирович**, профессор, К.А.Тимирязев номидаги МҚХА – Россия давлат аграр университетининг “Гидротехника иншоотлари” кафедрасы мудири; **Krishna Chandra Prasad Sah**, PhD, M.E., B.E. (Civil Engineering), M.A. (Sociology) Irrigation and Water Resources Specialist. Director: Chandra Engineering Consultants, Mills Area, Janakpur, Nepal; **Айнабеков Алпысбай Иманкулович** – т.ф.д., М.Ауезов номидаги Жанубий-Қозогистон давлат университетининг “Механика ва машинасөзлик” кафедрасы профессори; **Элдиар Дилилатов** – PhD, Миллий Фанлар Академияси Геология институти тадқиқотчи олимпи, Кирғизистон; **Гисела Домеж** – Милан-Бикокка университети, Ер ва атроф-мухит фанлари кафедрасы профессори, Италия; **Молдамуратов Жангазы Нуржанович** – PhD, М.Х.Дулати номидаги Тараз минтақавий университети, “Материаллар ишлаб чиқарыш ва қурилиш” кафедрасы мудири, доцент, Қозогистон; **Муминов Абулкосим Оманкулович** – география фанлари номзоди, Тожикистан Миллий университети Физика факультети метеорология ва іқлиминшүнослик кафедраси катта ўқытувчысы; Тожикистан; **Мирзохонова Ситора Олтибоевна** – техника фанлари номзоди, Физика факультети метеорология ва іқлиминшүнослик кафедраси катта ўқытувчысы. Тожикистан Миллий Университети. Тожикистан; **Исмайл Мондиал** – Калькутта университети Хорижий докторантурасы факультети профессори, Ҳиндистон; **Исанова Гулнур Толегеновна** – PhD, У.У. Успанов номидаги Тупроқшүнослик ва Агрокимё ИТИ “Тупроқ экологияси” кафедрасы доценти, етакчи ілмий ходим, Қозогистон; **Комиссаров Михаил** – PhD, Уфа Биология институти, Тупроқшүнослик лабораторияси катта ілмий ходими, Россия; **Аяд М. Фадхил Ал-Кураиши** – PhD, Тишик ҳалқаро университети, Мұхандислик факультети, Фуқаролик мұхандислардың бўлими профессори, Ирек; **Үндракш-Од Баатар** – Марказий Осиё Тупроқшүнослик жамияти раҳбари, профессор, Монголия.

Муассис: “Тошкент ирригация ва қишлоқ хұжалигини механизациялаш мұхандислари институти” МТУ.

Манзилимиз: 100000, Тошкент ш., Кори-Ниёзий, 39. <https://uzjournals.edu.uz/tiame/> E-mail: i_m_jurnal@tiame.uz

“Irrigatsiya va Melioratsiya” журнали ілмий-амалий, аграр-іқтисодий соҳага ихтисослашган.

Журнал Ўзбекистон Матбуот ва ахборот агентлигига 2015 йил 4 марта 0845-рақам билан рўйхатга олинган.

Обуна индекси: 1285.

Дизайнер: Маликова Мадинахон



Журнал “G‘.G‘ULOM NOMIDAGI NASHRIYOT-MATBAA IJODIY UYI” ООО босмахонасида чоп этилди.

Манзил: Тошкент, Лабзак кўчаси, 86. Буюртма №30. Адади 300 нусха.

Главный редактор:

Султанов Тахиржон Закирович

доктор технических наук, профессор,

проректор по научной работе и инновациям

Национальный исследовательский университет

“Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства”

Научный редактор:

Салохиддинов Абдулхаким Темирхужаевич

доктор технических наук, профессор,

проректор по международному сотрудничеству

Национальный исследовательский университет

“Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства”

Редактор:

Ходжаев Сайдакрам Сайдалиевич

кандидат технических наук, доцент,

Национальный исследовательский университет

“Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства”

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Мирзаев Б.С., доктор технических наук, профессор, ректор НИУ “ТИИИМСХ”; **Хамраев Ш.Р.**, кандидат технических наук, Министр водного хозяйства Республики Узбекистан; **Салимов О.У.**, доктор технических наук, академик АНРУЗ; **Мирсаидов М.**, доктор технических наук, академик АНРУЗ; **Хамидов М.Х.**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор НИУ “ТИИИМСХ”; **Бакиев М.Р.**, доктор технических наук, профессор НИУ “ТИИИМСХ”; **Рамазанов О.Р.**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор НИУ “ТИИИМСХ”; **Исаков А.Ж.**, доктор технических наук, профессор НИУ “ТИИИМСХ”; **Арифжанов А.М.**, доктор технических наук, профессор НИУ “ТИИИМСХ”; **Маткаримов П.Ж.**, доктор технических наук, профессор НИТИ; **Икрамов Р.К.**, доктор технических наук, профессор НИИИВП; **Шеров А.Г.**, доктор технических наук, профессор НИУ “ТИИИМСХ”; **Умаров С.Р.**, доктор экономических наук, профессор НИУ “ТИИИМСХ”; **Исмаилова З.**, доктор педагогических наук, профессор НИУ “ТИИИМСХ”; **Худаяров Б.**, доктор технических наук, профессор НИУ “ТИИИМСХ”; **Султанов Б.**, доктор экономических наук, профессор НИУ “ТИИИМСХ”; **Абдуллаев Б.Д.**, профессор НИУ “ТИИИМСХ”; **Каримов Б.К.**, профессор НИУ “ТИИИМСХ”; **Худойбердиев Т.С.**, доктор технических наук, профессор АндИСХА; **Янгиев А.А.**, доктор технических наук, профессор НИУ “ТИИИМСХ”.

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

Ватин Николай Иванович, д.т.н., профессор Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, (Россия); **Иванов Юрий Григорьевич**, д.т.н., профессор Российского государственного аграрного университета МСХА имени К.А.Тимирязева, и.о. директора института Мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н.Костякова, (Россия); **Козлов Дмитрий Вячеславович**, д.т.н., профессор, заведующий кафедры “Гидравлика и гидротехническое строительство” факультета гидротехнического и гидроэнергетического строительства, (Россия) Московского государственного строительного университета; **Lubos Jurik**, associate professor at “Department of Water Resources and Environmental Engineering” of Slovak University of Agriculture in Nitra; **Коваленко Петр Иванович**, д.т.н., профессор, Академик Национальной академии сельскохозяйственных наук Украины, Советник директора Научно-исследовательского института Мелиорации и водных ресурсов; **Ханов Нартмир Владимирович**, профессор, заведующий кафедрой “Гидротехнические сооружение” ФГБОУ ВО РГАУ -МСХА имени К.А.Тимирязева; **Krishna Chandra Prasad Sah**, PhD, M.E., B.E. (Civil Engineering), M.A. (Sociology) Irrigation and Water Resources Specialist. Director: Chandra Engineering Consultants, Mills Area, Janakpur, Nepal; **Айнабеков Алпысбай Иманкулович**, д.т.н., профессор кафедры “Механика и машиностроение” Южно-Казахстанского государственного университета им. М.Ауезова; **Элдииар Диилатов**, PhD, научный сотрудник Института геологии Национальной академии наук Кыргызстана; **Гисела Домеж**, Университет Милана-Бикокка, профессор наук о Земле и окружающей среде, Италия; **Молдамуратов Жангазы Нуржанович**, PhD, Таразский региональный университет имени М.Х.Дулати, заведующий кафедрой «Материалопроизводство и строительство», доцент, Казахстан; **Муминов Абулкосим Оманкулович**, Кандидат географических наук, старший преподаватель кафедры метеорологии и климатологии физического факультета Национального университета Таджикистана. Таджикистан; **Мирзохонова Ситора Олтибоевна**, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры метеорологии и климатологии физического факультета. Национальный университет Таджикистана. Таджикистан; **Исмаил Мондиал**, профессор факультета иностранных докторантов Калькуттского университета, Индия; **Исанова Гулнура Толегеновна**, PhD, доцент кафедры экологии почв НИИ почвоведения и агрохимии им. Ю.У.Успанова, ведущий научный сотрудник, Казахстан; **Комиссаров Михаил**, PhD, Уфимский биологический институт, старший научный сотрудник лаборатории почвоведения, Россия; **Аяд М. Фадхил Ал-Кураishi**, PhD, Тишский международный университет, инженерный факультет, профессор гражданского строительства, Ирак; **Үндракиц-Од Баатар**, председатель Центральноазиатского общества почвоведов, профессор, Монголия.

Учредитель: НИУ "Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства".

Наш адрес: 100000, г. Ташкент, улица Кары-Ниязий, 39. <https://uzjournals.edu.uz/tiiame/> Е-mail: i_m_jurnal@tiiame.uz

Журнал «Irrigatsiya va Melioratsiya» специализируется в научно-практической, аграрно-экономической сферах.

Журнал зарегистрирован Узбекским агентством по печати и информации 4 марта 2015 года за № 0845.

Индекс подписки: 1285.

Дизайнер: Маликова Мадинахон



Журнал изготовлен в ООО «G‘ULOM NOMIDAGI NASHRIYOT-MATBAA IJODIY UYI».

Адрес: Ташкент, улица Лабзак, 86. Заказ № 30. Тираж 300 экземпляров.

Chief Editor:
Sultanov Takhirjon
Vice-rector for scientific researches and innovations
Professor at "Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers"
National Research University, Doctor of technical sciences

Scientific Editor:
Salohiddinov Abdulkhakim
Vice-rector for international cooperation
Professor at "Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers"
National Research University, Doctor of technical sciences

Editor:
Hodjaev Saidakram
Associate professor at "Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers"
National Research University, Candidate of technical sciences

EDITORIAL TEAM:

Mirzaev B., doctor of technical sciences, professor, rector of "TIIAME" NRU; **Khamraev Sh.**, candidate of technical sciences, minister of the Water Resources of the Republic of Uzbekistan; **Salimov O.**, doctor of technical sciences academician of ASRUz; **Mirsaidov M.**, doctor of technical sciences academician of ASRUz; **Khamidov M.**, doctor of agricultural sciences, professor "TIIAME" NRU; **Bakiev M.**, doctor of technical sciences, professor "TIIAME" NRU; **Ramazanov O.**, doctor of agricultural sciences, professor "TIIAME" NRU; **Isakov A.**, doctor of technical sciences, professor "TIIAME" NRU; **Arijanov A.**, doctor of technical sciences, professor "TIIAME" NRU; **Matkarimov P.J.**, doctor of technical sciences, professor NETI; **Ikramov R.**, doctor of technical sciences, professor SRIWP; **Sherov A.**, doctor of technical sciences, professor "TIIAME" NRU; **Umarov S.**, doctor of economic sciences, professor "TIIAME" NRU; **Ismailova Z.**, doctor of pedagogical sciences, professor "TIIAME" NRU; **Khudayarov B.**, doctor of technical sciences, professor "TIIAME" NRU; **Sultonov B.**, professor "TIIAME" NRU; **Abdullaev B.D.**, professor "TIIAME" NRU; **Karimov B.K.**, professor "TIIAME" NRU; **Xudoyerberdiev T.S.**, professor Andijan Institute of Agriculture and Agrotechnologies; **Yangiev A.A.**, doctor of technical sciences, professor "TIIAME" NRU.

EDITORIAL COUNCIL:

Vatin Nikolay Ivanovich, doctor of technical sciences, professor Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, (Russia); **Ivanov Yury Grigorievich**, doctor of technical sciences, professor Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, executive director of Engineering and Land Reclamation named after A.N. Kostyakov (Russia); **Kozlov Dmitriy Vyacheslavovich**, doctor of technical sciences, professor Moscow State University of Civil Engineering – Head of the Department Hydraulics and Hydraulic Engineering Construction of the Institute of Hydraulic Engineering and Hydropower Engineering, (Russia); **Lubos Jurik**, associate professor at "Department of Water Recources and Environmental Engineering" of Slovak University of Agriculture in Nitra; **Kovalenko Petr Ivanovich**, doctor of technical sciences, Academician of the National Academy of Agricultural Sciences of Ukraine, Advisor to the Director of the Research Institute of Melioration and Water Resources, Professor; **Xanov Nartmir Vladimirovich**, professor, Head of the Department of Hydraulic Structures RSAU – MAA named after K.A.Timiryazev; **Krishna Chandra Prasad Sah**, PhD, M.E., B.E. (Civil Engineering), M.A. (Sociology) Irrigation and Water Resources Specialist. Director: Chandra Engineering Consultants, Mills Area, Janakpur, Nepal. **Ainabekov Alpysbay Imankulovich**, doctor of technical sciences, professor of the Department Mechanics and mechanical engineering, South Kazakhstan State University named after M.Auezov; **Eldiir Duulatov**, PhD, Researcher at the Institute of Geology of the National Academy Sciences of Kyrgyzstan. **Gisela Domej**, University of Milan-Bicocca, Professor of Department of Earth and Environmental Sciences, Italy; **Moldamuratov Jangaziy Nurjanovich**, PhD, Taraz Regional University named after M.Kh. Dulati, Head of the Department of Material Production and Construction, Associate Professor, Kazakhstan; **Muminov Abulkosim Omankulovich**, Candidate of Geographical Sciences, Senior Lecturer, Department of Meteorology and Climatology, Faculty of Physics, National University of Tajikistan. Tajikistan; **Mirzoxonova Sitora Oltiboevna**, Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer, Department of Meteorology and Climatology, Faculty of Physics. National University of Tajikistan. Tajikistan. **Ismail Mondial**, Professor at the Department of Foreign Doctoral Students, Calcutta University, India; **Isanova Gulnura Tolegenovna**, PhD, Associate Professor, Department of Soil Ecology, Research Institute of Soil Science and Agrochemistry. Yu.U.Usanova, Leading Researcher, Kazakhstan; **Komissarov Mixail**, PhD, Ufa Biological Institute, Senior Researcher, Laboratory of Soil Science, Russia; **Ayad M. Fadxil Al-Quraishi**, PhD, Tish International University, Faculty of Engineering, Professor of Civil Engineering, Iraq; **Undrakh-Od Baatar**, Chairman of the Central Asian Society of Soil Scientists, professor, Mongolia;

Founder: "Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers" National Research University.

Our address: 39, Kari-Niyazi str., Tashkent 100000 Uzbekistan <https://uzjournals.edu.uz/tiiame/> E-mail: i_m_jurnal@tiiame.uz

The journal of "Irrigatsiya va Melioratsiya" specializes in scientific-practical, agrarian and economic spheres.

The journal was registered by the Uzbek Agency for Press and Information on March 4, 2015, under № 0845.

Subscription index is 1285.

Desinger: Malikova Madinakhon



The journal was published by LLC G'.G'ULOM NOMIDAGI NASHRIYOT-MATBAA IJODIY UYI.

Address: Tashkent, Labzak street, 86. Order № 30. The number is 500 copies.

ИРИГАЦИЯ ВА МЕЛИОРАЦИЯ

М.Х.Хамидов, Б.Ш.Матякубов, Н.Н.Гадаев, К.Т.Исабаев Фаргона вилоятида қишлоқ хўжалик экинларининг сугориш тартибларини CropWat 8.0 дастуридан фойдаланиб аниқлаш	6
Б.Ш.Матякубов, Д.Э.Нуров Бухоро вилояти шароитида ғўзанинг сув истеъмолини аниқлаш усувлари.....	10
А.Б.Маматалиев, М.А.Маликова Соянинг сув истеъмоли.....	16

ГИДРОТЕХНИКА ИНШООТЛАРИ ВА НАСОС СТАНЦИЯЛАР

М.-Г.А.Кадирова Автоматическое перегораживающее сооружение для каналов трапецидального сечения и определение его пропускной способности.....	18
Т.Мавланов, Ш.Худайназаров, О.Чориева Численное исследование собственных колебаний структурно-неоднородной цилиндрической.....	24

ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ ЭЛЕКТРЛАШТИРИШ ВА АВТОМАТЛАШТИРИШ

P.I.Kalandarov, A.A.Abdukadirov, X.I.Turkmenov Suv sathini o'lchashda zamonaviy usul va vositalardan foydalanish.....	30
A.A.Boqiyev, N.A.Nuraliyeva, A.N.Botirov, D.M.Akbarov Agrar sohada kombinatsiyalashgan elektr traktorlardan foydalanish istiqbollari	35
III.P.Рахманов Математическое моделирование гидродинамической структуры потоков в реакторе для культивирования хлореллы.....	39
A.A.Turdiboyev Suyuq eritmali o'g'itlarga elektrogidravlik effekt bilan ishlov berish va uning iqtisodiy samaradorligini baholash.....	43

I.X.Siddikov, D.B.Berdiyev, R.K.Qobiloy, A.A.Temirov, X.I.Jabborov Uch fazali gibrild energiya manbali iste'molchilarning reaktiv quvvatini baholovchi elektromagnit tok o'zgartichklarning tadqiqot algoritmi va dinamik tavsiflari.....	49
--	----

N.M.Markayev Elektr tokini uzum qalamchasi to'qimalariga ta'siri va ekvivalent almashtirish sxemasini xususiyatlari.....	54
---	----

T.Z.Akhtamov, S.F.Toshpulatov Effect of reflectors and heat collector on photoelectric battery electrical parameters.....	60
--	----

M.H.Турсунов, X.Сабиров, Т.З.Ахтамов Шўр сувни қуёш энергияси ёрдамида ичимлик сувига айлантириш қурилмаси.....	64
--	----

M.Ibragimov, R.Yunusov, D.Akbarov Selection of protective devices for three-phase induction motors based on efficiency criterion....	68
---	----

ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ

K.Усмонов Парранда органик чиқиндиларидан биогаз ажралишига таъсир этувчи омилларни аниқлаш.....	72
---	----

ЭКОЛОГИЯ ВА АТРОФ-МУҲИТ МУҲОФАЗАСИ

Hafiza Imanova Afgan gizi Ecological migration as one of the main consequences of climate change.....	76
--	----

ФАРГОНА ВИЛОЯТИДА ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИК ЭКИНЛАРИНИНГ СУГОРИШ ТАРТИБЛАРИНИ CROPWAT 8.0 ДАСТУРИДАН ФОЙДАЛАНИБ АНИҚЛАШ

М.Х.Хамидов – профессор, Б.Ш.Матякубов – профессор, Н.Н.Гадаев – доцент, К.Т.Исабаев – доцент,

“Тошкент ирригация ва қишилоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти”

Миллий тадқиқот университети

Аннотация

Ушбу мақолада ҳозирги глобал иқлим ўзгариши шароитида дунёда, жумладан, республикамизда сув танқислигининг ошиб бориши кузатилиши туфайли қишлоқ хўжалик экинларининг сувга бўлган талаби асосида сугоришни режалаштириш мақсадида Фарғона вилоятидаги метеорологик кўрсаткичлардан фойдаланган ҳолда FAO услугиятининг CropWat 8.0 дастури асосида сугориш тартибини тупроқ-гидрогеологик шароитларни ҳисобга олган ҳолда ишлаб чиқилганлиги ҳамда илмий тадқиқот ишлари натижасида олинган маълумотлар билан солишиширилиши келтирилган. Мақолада гидромодуль районларга асосан Фарғона вилоятидаги FAO услугиятининг CropWat 8.0 дастурдан фойдаланган ҳолда солиб борилган тадқиқотларга асосан ғўзани мавсум давомида сугориш учун: 3300 (IX) – 5900 (I) $m^3/га$, кузти буғдой учун: 2000 (IX) – 4000 (I) $m^3/га$; мевали боғ учун: 2800 (IX) – 4700 (I) $m^3/га$; полиз экинлари учун: 2600 (IX) – 4500 (I) $m^3/га$. ни ташкил этаганлиги илмий томондан асосланган.

Калит сўзлар: Фарғона, сугориш тартиби, технология, услуг, дастур, CropWat 8.0, гўза, гидромодуль район, мавсумий сугориш меъёри.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЖИМОВ ОРОШЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В ФЕРГАНСКОЙ ОБЛАСТИ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ CROPWAT 8.0

М.Х.Хамидов – профессор, Б.Ш.Матякубов – профессор, Н.Н.Гадаев – доцент, К.Т.Исабаев – доцент,

Национальный исследовательский университет “Ташкентский институт инженеров ирригации

и механизации сельского хозяйства”

Аннотация

В данной статье приводиться в условиях глобального изменения климата мире, в том числе в республике, в целях планирования орошения сельскохозяйственных культур на основе потребности в воде с использованием метеорологических показателей в Ферганской области, для разработки режима орошения на основе программы CropWat 8.0 методологии FAO с учетом почвенно-гидрогеологических условий, а также с учетом данных, полученных в результате научно-исследовательских работ. В соответствии с гидромодульными районами на основе использования программы CropWat 8.0 методологии FAO в Ферганской области, для полива хлопчатника в течение сезона: 3300 (IX) – 5900 (I) $m^3/га$, для озимой пшеницы: 2000 (IX) – 4000 (I) $m^3/га$; для плодового сада: 2800 (IX) $m^3/га$) – 4700 (I) $m^3/га$; для бахчевых культур научно обосновано, что: 2600 (IX) – 4500 (I) $m^3/га$.

Ключевые слова: Фергана, режим орошения, технология, метод, программа, CropWat 8.0, хлопчатник, гидромодульный район, оросительная норма.

USING THE CROPWAT 8.0 PROGRAM FOR DETERMINATION OF IRRIGATION REGIMES FOR AGRICULTURAL CROPS IN THE FERGHANA REGION

M.Kh.Khamidov – professor, B.Sh.Matyakubov – professor, N.N.Gadaev – associate professor, K.T.Isabaev – associate professor, National Research University "Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers"

Abstract

This article is presented in the context of global climate change in the world, including in the republic, in order to plan irrigation of agricultural crops based on water demand using meteorological indicators in the Fergana region, to develop an irrigation regime based on the CropWat 8.0 program, FAO methodology, taking into account soil conditions -hydrogeological conditions, as well as taking into account data obtained as a result of research work. In accordance with hydromodular areas based on the use of the CropWat 8.0 program, FAO methodology in the Fergana region, for irrigation of cotton during the season: 3300 (IX) – 5900 (I) m^3/ha , for winter wheat: 2000 (IX) – 4000 (I) m^3/ha ; for an orchard: 2800 (IX) m^3/ha) – 4700 (I) m^3/ha ; for melons and melons it is scientifically proven that: 2600 (IX) – 4500 (I) m^3/ha .

Key words: Fergana, irrigation regime, technology, method, program, CropWat 8.0, cotton, hydromodular region, seasonal irrigation norm.

Кириш. Олимлар томонидан илмий тадқиқотларни таҳлилий ўрганиш натижасида қилинган башоратларга кўра, 2080 йилга бориб сугориш сувидан самарали фойдаланишга қарамасдан экинларининг сувга бўлган талабини қондиришда ўзига яраша тажбирларни амалга оширишдан далолат беради. Дунё бўйлаб сув танқислигининг кузатилиши, ёнгарчиллик

шаклларининг ўзгариши ҳаво ҳароратининг глобал исиши ва экинларнинг ўсиш даврининг сув таъминотини талаб даражасида амалга ошириш катта аҳамият касб этади. Ҳозирда қаттиқ совук, дўл, жазира мақордорда бўлиши ва курғоқчилик даврларда экстремал об-ҳаво ҳодисалари глобал озиқ-овқат хавфсизлигига таъсир кўрсатиши

сугориладиган, яъни қишлоқ хўжалик экинларини етиштириширадиган майдонларнинг имкониятларини чеклаб қўйди [1, 2]. Ҳаво ҳароратининг янада ошиши билан дарёлар оқими камайди. Барча ҳавзаларда сув оқимининг ўзгарувчанлиги ошди. Иқлимнинг исиши бўйича кўриб чиқилган иқлимий сценарийларнинг ҳеч бирида мавжуд сув ресурсларини ошиши башорат қилинмайди. Кутилаёттан иқлимининг исиши шароитида умумий буғланишнинг ортиши сугориладиган майдонларда сувнинг йўқотилишини ошишига сабаб бўлади, бу эса қўшимча сув сарфини талаб киласди [3, 4, 5].

Иқлимузгариши сувларидан сувнинг буғланишини 10–15%, ўсимликлардан сувнинг буғланиши ва сугориш меъёрларининг ортиши туфайли сувнинг 10–20 % кўпроқ сарфланишига олиб келади. Бу эса, сувнинг тикланмай истеъмол қилинишини ўрта ҳисобда 18% ортишига сабаб бўлади. Иқлим шароитларининг ўзгариши ҳисобига сугориладиган ерларда сув истеъмолининг мумкин бўлган ошишини баҳолаш (турли хил экинларнинг сув истеъмоли, йўқотишлар, ерларнинг мелиоратив ҳолатини ўзгариши) бугунги куннинг долзарб вазифаларидан биридир [6].

Фарғона вилоятининг асосий сув манбаи – Сирдарё дарёси ва унинг ирмоқлари, шунингдек, ички дарё ва сойлар ҳамда ер ости сувлари ҳисобланади.

Республикамизда, жумладан, Фарғона вилоятида қишлоқ ва сув хўжалиги учун сугориш сувнинг жиддий танқислиги кузатилмоқда ҳамда глобал иқлим ўзгаришлари туфайли қишлоқ хўжалик экинларининг сувга бўлган талаби ортиб бораётганлиги сабабли қишлоқ хўжалигига сувдан самарали фойдаланиш устувор йўналиш ҳисобланади. Фарғона вилоятида ёғингарчиликни таҳлил қилиш бўйича муддатли маълумотлар шуни кўрсатадики, кўп йиллик (2000–2023 йй.) ёғин миқдори 119–299 мм. ни ташкил этади [7]. Шунинг учун мамлакатимизнинг турли иқлим, тупроқ-гидрогеологик шароитларида қишлоқ хўжалик экинларининг сувга бўлган эҳтиёжини FAO услубиёти асосида CropWat 8.0 моделидан фойдаланган ҳолда аниқлаш долзарб ҳисобланади.

Тадқиқот усули (услублари). Экинларнинг сувга бўлган талаби FAO томонидан ишлаб чиқилган CropWat 8.0 дастури асосида алоҳида агроэкологик бирлик эвапотранспирацияси (ЕТО) Penman-Monteth усули бўйича аниқланди [8, 9]. Тадқиқотларни олиб бориша тизимли таҳлил ва математик статистика услубларидан ҳамда ПСУЕАТИнинг “Дала тажрибаларини ўтказиш услублари”дан фойдаланилди [10].

Натижалар таҳлили ва муҳокама. Фарғона вилоятининг сугориладиган майдонларини гидромодуль районлаштириш [11] ҳамда ҳар бир гидромодуль район бўйича қишлоқ хўжалик экинларини илмий асосланган сугориш тартиби CropWat 8.0 дастурига асосан ишлаб чиқилди [12]. Ҳозирги кунда замонавий бўлган компьютер дастуридан фойдаланиб, қишлоқ хўжалик экинларнинг сугориш тартибини ишлаб чиқиш ҳамда сув тақсимотини режалаштириш йил сайн кузатилаётган ва табора ошиб бораётган сув танқислиги шароитида долзарб масалалардан бири ҳисобланади. Фарғона вилоятида гўзанинг сувга бўлган талабини метеорологик кўрсаткичлардан фойдаланган ҳолда БМТнинг Озиқ-овқат ва қишлоқ хўжалиги ташкилоти (FAO) услубиятининг CropWat 8.0 дастуридан фойдаланилган ҳолда сугориш тартибини ишлаб чиқаришда худуднинг тупроқ-гидрогеологик, табиий-иқлим шароитларни ҳисобга олинди.

Фарғона вилоятининг табиий-иқлим шаротлари бўйича маълумотлар “Фарғона” метеостанциясидан олинди ҳамда сувдан фойдаланиши режалаштириш учун фойдаланилди. “Фарғона” метеостанциясининг жойлашиш координаталари (Баландлик: 581 м.; Кенглик: 40.38°С; Узунлик: 71.78 °В) ва дастур

учун талаб қилинадиган ҳаво ҳарорати (максимал ва минимал ҳарорат), ҳавонинг нисбий намлиги, ёғингарчилик миқдори, шамол тезлиги ва қўёшнинг нур сочиш давомийлиги тўғрисидаги маълумотлар олинди [13] (1-жадвал). Шу асосда маълумотлар базаси шаклантирилди ҳамда дастур ишга тушурилди.

Фарғона вилоятида 2023 йилда эвапотранспирация миқдори, ёғингарчилик, фойдали ёғин миқдори, максимал ва минимал ҳаво ҳарорати, ҳавонинг нисбий намлиги, шамол тезлиги, қўёшнинг нур сочиш давомийлиги ва радиация маълумотларининг ойлар бўйича ўзгариши бўйича маълумотлар 1-жадвалда келтириб ўтилган.

1-жадвал

Фарғона метеорологик станцияси маълумотлари (2023 й.).

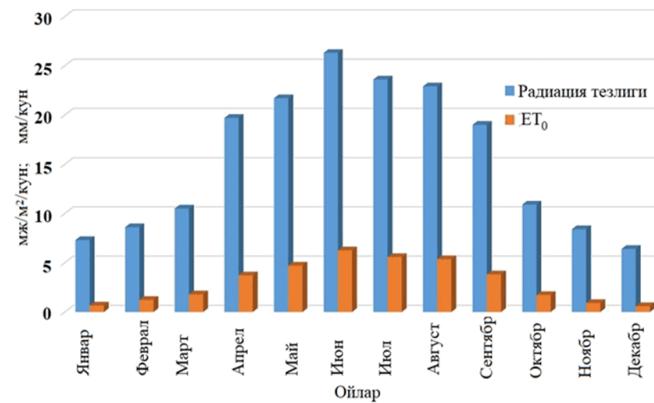
Ойлар	Ҳаво ҳарорати, °C		Ҳавонинг нисбий намлиги, %	Шамол тезлиги, м/с	Қўёшнинг нур сочиш давомийлиги кун	Радиация, МЖ/м²/кун	ET ₀ мм/кун
	Мах	Мин					
Январ	-4,0	5,3	72	0,9	4,4	7,3	0,65
Феврал	2,5	12,4	69	1,0	3,8	8,6	1,22
Март	5,4	14,5	70	1,2	3,1	10,5	1,78
Апрел	9,9	23,2	57	1,3	8,4	19,7	3,71
Май	16,5	29,4	56	1,2	8,4	21,7	4,70
Июн	19,4	34,7	40	1,3	11,3	26,3	6,25
Июл	21,7	35,6	48	1,0	9,7	23,6	5,57
Август	20,0	34,4	44	1,2	10,3	22,9	5,35
Сентябр	15,7	31,4	49	0,9	9,5	19,0	3,81
Октябр	7,2	18,7	64	0,9	5,3	10,9	1,72
Ноябр	1,0	12,0	68	0,9	5,3	8,4	0,90
Декабр	-0,2	9,5	73	0,7	4,2	6,4	0,58
Ўртacha	9,6	21,7	59	1,0	7,0	15,4	3,02

Манба: Гидрометеорология хизмати маркази маълумотлари.

Дастур ёрдамида сугориш сувидан самарали фойдаланишининг ҳозирги ва истиқболдаги ривожланиш даражаси, сувни тежаш орқали сув таъминоти пасайиш жараёнида сувдан фойдаланиш критериясини белгилаш, сугориш сувнинг экин ҳосилдорлигига таъсири ҳамда мавжуд сув ресурсларидан оқилона фойдаланиш аниқланди [14].

Фарғона метеостанцияси маълумотларига асосан Penman-Monteth формуласидан фойдаланилган ҳолда этalon эвапотранспирация қийматлари ҳисоб-китоб қилинди [15].

Фарғона вилоятидаги “Фарғона” метеостанцияси маълумотларига асосан CropWat-8 дастуридан фойдаланиб, этalon радиация тезлиги ва эвапотранспирация ҳисобланди. Хулоса тариқасида шуни таъкидлаш жоизки, 2023 йилнинг май-август ойларида ҳаво ҳарорати юқори бўлиши натижасида радиация тезлиги ҳамда эвапотранспирациянинг юқори бўлганлиги кузатилди (1-расм).



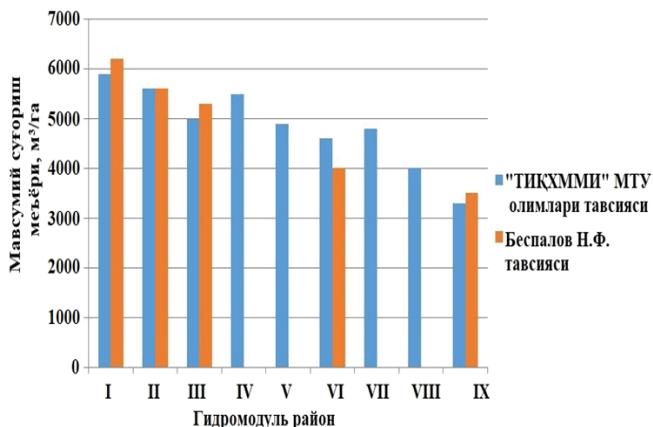
1-расм. Радиация тезлиги ва этalon эвапотранспирациянинг ойлар бўйича ўзгариши

ИРРИГАЦИЯ ВА МЕЛИОРАЦИЯ

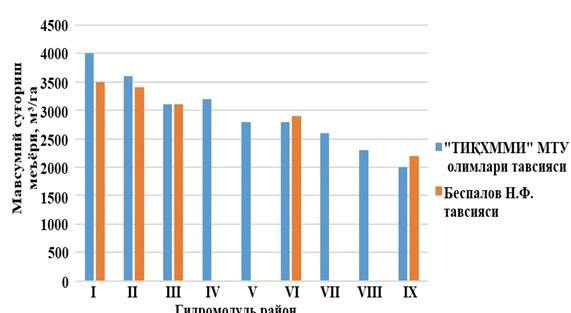
Маълум бўлишича, атмосферадан сўриладиган күёш нурлари ҳамда ердан чиқадиган иссилик ўз навбатида ҳаво ҳароратини оширишга хизмат қилади. Ҳавонинг сезирарли даражада қизиши экин ҳосилининг энергия билан таъминланиши билан бир қаторда ҳудуддаги буғланишга ҳам тасъирини ўтказади. Қўёшли бўлган вақтда об-ҳавода буғланиш орқали сувнинг йўқотилиши булатли ва салқин об-ҳавога нисбатан кўпроқ бўлади.

Фарғона вилоятида олимлар томонидан олиб борилган илмий тадқиқотлар натижаси ҳамда Сирдарё-Сўҳ ИТХБ ҳузуридаги Мелиоратив экспедиция хисоботи материалларига асосан вилоятдаги бўз тупроқлари гидромодуль районлар бўйича қўйидагича тақсимланган: 0,9% (IV) – 46,3% (IV) атрофида, чўл минтақада эса: 5,2% (III) – 23,3 фоиз (IV)га teng. Гидромодул районларнинг тақсимланиши қишлоқ хўжалик экинларини сугориш тартибини аниқлашда асосий ўринни эгаллайди. Шу асосда қишлоқ хўжалик экинларини сугориш тартиби белгиланди.

Н.Ф.Беспалов томонидан ишлаб чиқилган мавсумий сугориш меъёрлари ҳамда дастурий маълумотлар солиширилган ҳолда қишлоқ хўжалик экинларининг корреляция коэффицентлари аниқланди. Фарғона вилояти бўйича гўзанинг сувга бўлган талабини келтириб ўтсан, ҳудуднинг гидромодуль районига боғлиқ ҳолатда 3300 м³/га. дан 5900 м³/га. га ўзгариши қайд этилган бўлса, Н.Ф.Беспалов томонидан келтирилган тавсияга асосан 3500 м³/га. дан 6200 м³/га атрофида бўлди (2-расм). Курғоқчил ҳудудларда гўзанинг сувга бўлган талаби вегетация даврида айниқса юқори бўлди, чунки метеорологик кўрсаткичлар анча юқори бўлган ҳамда ёғингарчилик жуда кам бўлган. Ўзбекистон шароитида ўтказилган тажрибалар ҳамда халқаро FAO услубини маҳаллий шароитга мослаштирилган ҳолда дастурий маълумотлар олинди ва таҳлил қилинди [16].

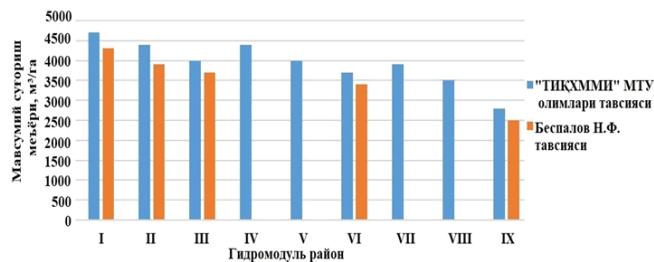


2-расм. Гўзанинг мавсумий сугориш меъёрини гидромодуль районлари бўйича ўзгариши

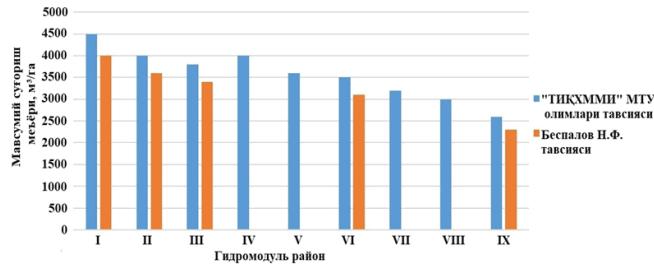


3-расм. Қузи буғдойининг мавсумий сугориш меъёрини гидромодуль районлари бўйича ўзгариши

Вилоятда гидромодуль районларнинг тақсимланишига асосан гўзадан юқори ва сифатли хосил олишда 4 мартадан 7 мартага сугориш кераклиги ва сугориш меъёри: 650–1100 м³/га ва мавсумий сугориш меъёри 3300–5900 м³/га. га тенг бўлган. Қузи буғдойни етиширишда: сугориш меъёри 500–1000 м³/га, сугоришлар сони 2–5 та ва мавсумий сугориш меъёри 2000–4000 м³/га; мевали боғларда сугориш меъёри 500–1000 м³/га, сугоришлар сони 4–7 та ва мавсумий сугориш меъёри 2800–4700 м³/га; полиз экинларида эса сугориш меъёри 400–600 м³/га, сугоришлар сони 4–9 та ва мавсумий сугориш меъёри 2600–4500 м³/га. ни ташкил қилди (3–5-расмлар).



4-расм. Мевали боғнинг мавсумий сугориш меъёрини гидромодуль районлари бўйича ўзгариши



5-расм. Полиз экинларининг мавсумий сугориш меъёрини гидромодуль районлари бўйича ўзгариши

FAO услубиятининг “CropWat 8.0” дастуридан фойдаланиб, тадқиқот объектлари бўйича гўза, қузи буғдой, мевали боғ ва полиз экинларининг мавсумий сугориш меъёри ишлаб чиқилди. Шунга асосан профессор Н.Ф.Беспалов томонидан қишлоқ хўжалик экинлари учун тавсия этилган ҳамда “ТИҶХММИ” МТУ олимлари томонидан ишлаб чиқилган мавсумий сугориш меъёрлари солиширилди. Натижада корреляция коэффициент координаталар тизими ишлаб чиқилди. Корреляция коэффициенти $R^2=0,8586$ (гўза), $R^2=0,8823$ (кузи буғдой), $R^2=0,8839$ (мевали боғ), $R^2=0,9247$ (полиз экинлари) га тенг бўлди. Ҳар бир қиймат жуфтлиги маълум бир белги билан белгиланади. “У” ва “Х” координата ўқининг ўзгариши қўйидаги боғлиқликка эга эканлиги аниқланди (1-4) [17-19].

$$y = 1,071 X - 327,23 \quad (\text{гўза}) \quad (1)$$

$$y = 1,2043 X + 310,39 \quad (\text{кузи буғдой}) \quad (2)$$

$$y = 1,1484 X - 283,85 \quad (\text{мевали боғ}) \quad (3)$$

$$y = 1,0672 X + 15,169 \quad (\text{полиз экинлари}) \quad (4)$$

Юқорида келтириб ўтилган боғлиқларга асосан (CropWat-8 дастури), вилоятда етишириладиган қишлоқ хўжалик экинларининг сугориш тартиби ишлаб чиқилди [20] ҳамда дастурдан фойдаланилган ҳолда қишлоқ хўжалик экинларининг вегетация даври учун сувга бўлган талаби хисобга олинниб сугориш меъёри, вақти ва муддати аниқланди.

Хуносалар

1. CropWat 8.0 дастуридан фойдаланиб, тадқиқот объектлари бўйича этalon эвапотранспирация ва радиация тезлиги аниқланди. Бу кўрсаткичлар Фаргона вилоятида ўртача 15,4 мдж/мл/кун ва 3,02 мм/кунга тенг бўлди.

2. FAOnинг CropWat 8.0 дастуридан фойдаланиб, Фаргона вилояти етиштириладиган қишлоқ хўжалик экинларини илмий асосланган сугориш тартиби ишлаб чиқилди.

3. Фаргона вилояти учун қишлоқ хўжалик экинлари, жумладан, фўзанинг мавсумий сугориш меъёрлари гидромодуль районлар бўйича гектарига 3300–5900 м³; кузги буғдой учун: 2000–4000 м³; мевали боғ учун: 2800–4700 м³; полиз экинлари учун: 2600–4500 м³ атрофида бўлди.

$R^2=0,9247$ га тенг эканлиги аниқланди.

4. Фаргона вилояти бўйича қишлоқ хўжалик экинлари, жумладан, фўзанинг мавсумий сугориш меъёрлари гидромодуль районлар бўйича гектарига 3300–5900 м³; кузги буғдой учун: 2000–4000 м³; мевали боғ учун: 2800–4700 м³; полиз экинлари учун: 2600–4500 м³ атрофида бўлди.

5. Гидромодуль районлар бўйича қишлоқ хўжалик экинлари, жумладан, фўзанинг сугориш меъёрлари гектарига 650–1100 м³ (нетто)ни ва сугоришлар сони 4–7 тани; кузги буғдоидаги: 500–1000 м³ (нетто)ни ва сугоришлар сони 2–5 тани; мевали боғларда: 500–1000 м³ (нетто)ни ва сугоришлар сони 4–7 тани; полиз экинларида: 400–600 м³ (нетто)ни ва сугоришлар сони 4–9 тани ташкил этди.

Nº	Адабиётлар	References
1	The President of the Republic of Uzbekistan dated July 10, 2020 "Development of water management of the Republic of Uzbekistan for 2020 – 2030, Decree №. PF-6024. Tashkent, 2020 (in Uzbek).	Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2020 йил 10 июлдаги "Ўзбекистон Республикаси сув хўжалигини ривожлантиришнинг 2020 – 2030 йилларга мўлжалланган КОНЦЕПЦИЯСИ" түррисидаги ПФ-6024-сонли Фармони. Тошкент, 2020.
2	https://uznature.uz/ru/site/news?id=2756	https://uznature.uz/ru/site/news?id=2756
3	Kosimova N. "Issues of water use in the eyes of the mass media of Uzbekistan" // Methodological guide, publishing house named after Chulpon. Tashkent, 2018, 88 p. (in Uzbek).	Косимова Н. "Сувдан фойдаланиш масалалари Ўзбекистон ОАВ нигоҳида" // Услубий қўлланма. – Тошкент: Чўлпон номидаги нашриёт-матбаа ижодий ўйи, 2018. – 88 б.
4	Khamidov A.M., Gadaev N.N. "Development of scientifically based methods of irrigation of cotton in irrigated areas of Bukhara region by hydromodule regions based on computer technologies" // Golden brain, Multidisciplinary Scientific Journal, ISSN:2181-4120, Volume 1, Issue 10, April, 2023, p. 182-192 (in Uzbek).	Хамидов А.М., Гадаев Н.Н. "Бухоро вилояти сугориладиган майдонларида гўзани гидромодуль районлар бўйича илмий асосланган сугориш тартибларини компьютер технологиялари асосида ишлаб чиқиш" // Golden brain, Multidisciplinary Scientific Journal, ISSN:2181-4120, Volume 1, Issue 10, April, 2023, 182-192 б.
5	Isayev S., Malikov E. "Effect of irrigating mosh with collector water on soil agrophysics" // "Agro ilm" journal, issue 2 (89), 2003, p. 62-63. (in Uzbek).	Isayev S., Malikov E. "Moshni kollektor-zovur suvlar bilan sug'orishning tuproq agrofizikasiga ta'siri" // "Agro ilm" journali, 2-son (89), 2003, - 62-63 b.
6	Agaltseva N. "Impact of climate change on water resources of Uzbekistan" // Uzhydromet. Tashkent. 2019 (in Russian)	Агальцева Н. "Воздействие изменения климата на водные ресурсы Узбекистана" // Узгидромет. Ташкент. 2019 г
7	http://www.pogodaiklimat.ru/history/38618_3.htm	http://www.pogodaiklimat.ru/history/38618_3.htm
8	Food Organization of the United Nations. www.fao.org (in Uzbek).	БМТнинг Озиқ-овқат ташкилоти. www.fao.org
9	UN-FAO. "Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements - FAO" // "Irrigation and drainage", Rome: FAO, 1998., paper 56, page 27-53.	UN-FAO. "Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements - FAO" // "Irrigation and drainage", Rome: FAO, 1998., paper 56, page 27-53.
10	"Method of conducting field experiments" // Scientific research institute of cotton cultivation of Uzbekistan-2007, methodological manual - 147 p. (in Uzbek).	"Дала тажрибаларини ўтказиш услуги" // Ўзбекистон пахтачилик илмий тадқиқот институти-2007 йил, услубий қўлланма – 147 б.
11	Report of the Syrdarya-Sokh Basin Department of Irrigation Systems of the Fergana Region for 2021-2023. (in Uzbek).	Фаргона вилояти, Сирдарё-Сўх ирригация тизимлари хавза бошқармасининг 2021-2023 йиллардаги хисоботи.
12	https://www.fao.org/land-water/databases-and-software/cropwat/en/	https://www.fao.org/land-water/databases-and-software/cropwat/en/
13	Annual report of the Hydrometrology Center for 2023, Tashkent 2023. http://www.pogodaiklimat.ru/history/38618_3.htm (in Uzbek).	Гидрометрология марказининг 2023 йил бўйича йиллик хисоботи // Тошкент 2023 й. http://www.pogodaiklimat.ru/history/38618_3.htm
14	Matyakubov, B., Koshekov, R., Avlakulov, M., Shakirov, B. "Improving water resources management in the irrigated zone of the Aral Sea region" // E3S Web of Conferences, 264, 03006 (2021), 02 June 2021, p.8. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126403006	Matyakubov, B., Koshekov, R., Avlakulov, M., Shakirov, B. "Improving water resources management in the irrigated zone of the Aral Sea region" // E3S Web of Conferences, 264, 03006 (2021), 02 June 2021, p.8. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126403006
15	Ofentse Moseki, Michael Murray-Hudson, Keotshephile Kashe. "Crop water and irrigation requirements of Jatropha curcas L. in semi-arid conditions of Botswana: applying the CROPWAT model". // Okavango Research Institute, University of Botswana, Private Bag 285, Maun, Botswana. Agricultural Water Management Volume 225, 20 November 2019, 105754.	Ofentse Moseki, Michael Murray-Hudson, Keotshephile Kashe. "Crop water and irrigation requirements of Jatropha curcas L. in semi-arid conditions of Botswana: applying the CROPWAT model". // Okavango Research Institute, University of Botswana, Private Bag 285, Maun, Botswana. Agricultural Water Management Volume 225, 20 November 2019, 105754.
16	"Develop a unified system for assessing water requirements, water consumption and wastewater disposal standards in various sectors of the economy of countries in the Aral Sea basin" // SANIIRI Report, 1998.p.36-37.(in Russian).	"Разработать единую систему оценки требований на воду, норм водопотребления и водоотведения в различных отраслях экономики стран в бассейне Аральского моря" // САНИИРИ Отчет, 1998.с.36-37.
17	Bespalov N.F. "Peculiarities of water consumption and irrigation regime of cotton crop rotation" // Collection of scientific works of UzNIIH, 1976., issue 34, T., P. 3-8. (in Russian)	Беспалов Н.Ф. "Особенности водопотребления и режима орошения культур хлопкового севооборота" // Сборник научных трудов УзНИИХ, 1976., вып. 34, Т., С. 3-8.

БУХОРО ВИЛОЯТИ ШАРОИТИДА ГЎЗАНИНГ СУВ ИСТЕММОЛИНИ АНИҚЛАШ УСУЛЛАРИ

Б.Ш.Матякубов – қ.х.ф.д., профессор, “Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаши муҳандислари институти” Миллий тадқиқот университети,

Д.Э.Нуров – т.ф.ф.д., доцент, “Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаши муҳандислари институти” Миллий тадқиқот университети Бухоро табиий ресурсларни бошқарши институти

Аннотация

Мақолада Бухоро вилоятида механик таркибига кўра енгил ва ўрта қумоқ тупроқлари шароитида гўза даласида сув истеъмолини хисоблаш бўйича олиб борилган тадқиқотлар натижалари келтирилган. Гўза даласидаги умумий сув истеъмоли Пенман - Монтейт (FAO), Н.И.Иванов, С.М.Алпатьев формулалари бўйича аниқланган ҳамда таққосланган. Шу билан бир қаторда умумий сув баланси формуласи орқали гўза даласининг сув истеъмоли тажриба дала кўрсаткичлари бўйича ҳам аниқланган.

Гўзанинг сув истеъмоли кўрсаткичларини таққослаш натижаларига кўра, корреляция коэффицентларининг координаталар тизими ишлаб чиқилган бўлиб, корреляция коэффицентлари Блейни-Криддл ва Н.И.Иванов бўйича $R^2=0,9785$, “CropWat” модели ва Блейни-Криддл бўйича $R^2=0,8967$ ҳамда “CropWat” модели ва Н.И.Иванов бўйича $R^2=0,9384$ га тенг бўлган. Ҳар бир қиймат ва кўрсаткичларнинг “У” ва “Х” координаталар ўқига боғлиқлик ўзгариши аниқланганлиги тўғрисида сўз юритилади.

Калит сўзлар: томчилатиб сугориш, енгил тупроқ, ўрта қумоқ, сугориш меъёри, мавсумий сугориш меъёри, ҳосилдорлик, маҳсулдорлик, самарадорлик, “CropWat” модели.

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ ХЛОПЧАТНИКА В БУХАРСКОЙ ОБЛАСТИ

Б.Ш.Матякубов – д.с.х.н., профессор, Национальный исследовательский университет “Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства”

Д.Э.Нуров – к.т.н., доцент, Национальный исследовательский университет “Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства” Бухарский институт управления природными ресурсами

Аннотация

В статье представлены данные по расчету водопотребления на хлопковом поле в условиях легких и средних почв по механическому составу Бухарской области. Суммарное водопотребление на хлопковом поле определено и сравнивалось по формулам Пенман-Монтейт (FAO), Иванова Н.И., Алпатьева С.М., параметры экспериментального поля определялись по общей формуле водного баланса. По результатам сравнения показателей водопотребления хлопчатника разработана система координат коэффициентов корреляции, коэффициенты корреляции составили по Блейни-Криддла и Н.И.Иванова. $R^2=0,9785$; по модели «CropWat» и Блейни-Криддла $R^2=0,8967$ и модели «CropWat» и Н.И.Иванова по $R^2=0,9384$. Приводится изменение зависимости каждой величины и показателей от оси координат «Y» и «X».

Ключевые слова: капельное орошение, легкие почвы, средние почвы, поливная норма, оросительная норма, урожайность, продуктивность, эффективность, модель “CropWat”.

METHODS FOR DETERMINING WATER CONSUMPTION OF COTTON IN BUKHARA REGION

Б.М.Матякубов – DSc, professor, “Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers” National Research University

Д.Э.Нуров – PhD., Associate professor, Bukhara Institute of Natural Resources Management of the “Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers” National Research University

Abstract

The article presents data on the calculation of water consumption based on research data on a cotton field in conditions of light and medium soils according to the mechanical composition of the Bukhara region. The total water consumption in a cotton field was determined and compared using the formulas Penman-Monteith (FAO), N.I.Ivanov, S.M.Alpatiev. In addition, the experimental field parameters were determined using the general water balance. Based on the results of comparing cotton water consumption indicators, a coordinate system of correlation coefficients, Blaney-Criddle and N.I.Ivanov correlation coefficients was developed. $R^2=0.9785$; according to the “CropWat” and Blaney-Criddle model $R^2 = 0.8967$ and the “CropWat” model and N.I. Ivanov by $R^2=0.9384$. The change in the dependence of each value and indicators on the coordinate axis “Y” and “X” is given.

Key words: drip irrigation, light soil, medium soil, irrigation rate, seasonal irrigation rate, yield, productivity, efficiency, “CropWat” model.



Кириш. Глобал иқлим ўзгаришлари туфайли Марказий Осиё минтақасида, жумладан, республикамизда ҳам сув ресурслари танқислиги йил сайин кучайиши таъсири кучи сезилмоқда. Шунга асосан қишлоқ хўжалик экинларини этиштиришда сув

тежамкор сугориш технологияларидан фойдаланиш, уларни хисоблаш усусларини такомиллаштириш мухим масалалардан бири бўлиб қолмоқда. Сугориш тартибини аниқлаш ҳозирги сув танқис бўлган вақтда суформа дехқончиликнинг энг мураккаб вазифаларидан

бири ҳисобланади. Бунда албатта даладан бўладиган умумий буғланиш миқдори инобатга олиниши зарур. Мақбул суғориш тартиби минтақанинг табиий-иқлим шароитларини ҳисобга олиш орқали амалга оширилади [1, 2, 3, 4].

А.М.Алпатьев [5], Н.Ф.Беспалов [6], А.Рамазонов, В.Насонов [7] ва бошқаларнинг таъкидлашича, ғўзанинг сувга бўлган биологик эҳтиёжи, яъни 1 г курук модда ҳосил қилиш учун танаси ва баргидан буғлатадиган (транспирация) сув миқдори тупроқ-иқлим шароитига боғлиқ ҳолда 400–700 г сувни ташкил этганлиги келтириб ўтилган.

С.Н.Рыжов [8, 9] таъкидланишича, ғўзанинг сув истеъмоли бир қанча омилларга боғлиқ ҳолда аниқланади, яъни: тупроқ шароити, иқлим кўрсаткичлари ва қўлланиладиган агротехник тадбирлар ҳамда бошқа бир қанча омилларга боғлиқлиги исботланган. Суформа дехқончилик шароитида экин етишириладиган майдон сув истеъмоли икки усулда, яъни дала сув мувозанати баланси ҳамда лизиметрлар асосида аниқланади.

Хозирги кунда йилдан йилга кузатилаётган сув танқислигини юмшатишида мавжуд сув ресурсларидан тўғри ва режали фойдаланиш катта аҳамиятни касб этади. Бу ҳолатда қишлоқ хўжалик экинлари етишириладиган даладан бўладиган “умумий буғланиш” миқдори энг муҳим хусусиятлардан бири ҳисобланади. Бир қатор тадқиқотчилар ўзларининг илмий тадқиқотларида суғориладиган майдонда кузатиладиган “умумий буғланиш” қишлоқ хўжалик экинларини суғориш тартиби, суғориш технологияси ва бошқа бир қатор омилларга таъсири қилишини таъкидлаб ўтишган. Шуларни ҳисобга олган ҳолда ғўзани сув истеъмолини тўғри белгилашда турли хил боғлиқликдаги эмпирик формуласлар ва дастурлардан фойдаланиш долзарб ҳисобланади.

Қўриб чиқилаётган муаммонинг ҳозирги ҳолати. Дунёнинг ривожланган давлатларида қишлоқ хўжалик экинларини суғориша тежамкор суғориш усусларини такомиллаштиришга оид олиб борилган илмий тадқиқотларда ғўза ва унинг мажмуудаги экинларни томчилатиб суғориша мавсумий сув сарфи икки баробар тежалган (United States Department of Agriculture, АҚШ), томчилатиб суғориша тупроқ таркибидаги озиқа элементларининг ўсимлик томонидан ўзлаштирилиши ортган (University of Cordoba, Испания), суғориш сувлари фаоллаштирилганда ўсимликдаги биокимёвий жараёнлар жадаллашган (Киров номидаги Санкт-Петербург давлат илмий маркази, Россия), азотли ўғитларни томчилатиб суғориша қўллаш технологияси ишлаб чиқилган (Истроил давлат илмий маркази), томчилатиб суғориш тизимида минерал ўғитларнинг тупроқнинг мелиоратив ҳолатига таъсири ўрганилган (Central Institute for Cotton Research, Хинди斯顿), янги ва истиқболли ғўза навларини суғоришнинг тежамкор технологиялари плёнка тўшаб суғориш, эгилувчан қувурлар орқали суғориш, дискрет усулида суғориш, томчилатиб ва ёмғирлатиб суғориш технологиялари ишлаб чиқилган [10, 11].

Хозирги глобал иқлим ўзгаришлари ва сув танқислиги тобора кучайиб бораётган даврда сув ресурсларидан оқилона ва самарали фойдаланиш муҳим аҳамият касб этмоқда. Қишлоқ хўжалиги суғориладиган майдонларида ғўза етиширишда сув тежамкор суғориш технологияларидан, айниқса, томчилатиб суғориш технологиясини қўллаш, суғориш усули самарадорлиги ва унинг аҳамиятини ўрганиш долзарб ҳисобланади.

Қишлоқ хўжалик экинларини томчилатиб суғориш бўйича В.А.Духовный, М.Г.Хорст, Ю.Г.Шейнкин,

А.В.Новикова, З.И.Цой, М.А.Пинхасов, С.Н.Рыжов, М.П.Меднис, Х.А.Ахмедов, Ф.М.Саттаров, М.Х.Хамидов, Ф.М.Рахимбоев, Н.Ф.Беспалов Р.Муротов, Р.Икрамов, Қ.Мирзажанов, Ф.А.Бараев, Б.С.Серикбаев, А.Т.Салоҳиддинов, Б.Ш.Матякубов, И.Махмудов, А.Шамсиев, А.Каримов, С.Нерозин, Б.Қамбаров, А.Усманов, Б.Маллаев, Т.Палванов, Э.Чолпанқулов, Р.Любар, У.Норқулов, А.Шеров, С.Маматов, Г.Стулина, А.Артиков ва М.Саримсоқовлар томонидан олиб борилган тадқиқотларда батафсил ёритилган [11, 12].

Олимлар томонидан олиб борилган изланишларда маълум илмий натижаларга эришилган. Бироқ дехқончилик юритиш тизими ўзгариши ва интенсивлашиши, ер ва сув ресурсларидан йил давомида фойдаланилаётганлиги, сув танқислигининг тобора кучайиб бораётганлиги қишлоқ хўжалик экинларини суғориша инновацион сув тежамкор суғориш усуслар ва технологияларни такомиллаштиришни тақозо этмоқда. Бу масалада Бухоро вилоятининг шўрланнишга мойил механик таркибига кўра енгил ва ўрта қумоқ, кучиз даражада шўрланган тупроқлари шароитида ғўзани суғориша томчилатиб суғориш усулини қўллаш бўйича илмий-тадқиқот ишлари етарли даражада ўрганилмаган.

Сув танқислигини юмшатиши ҳамда мавжуд сув ресурсларидан оқилона фойдаланишини йўлга кўйиш мақсадида Бухоро вилоятининг сизот сувлар сатхи 2–2,5 м, минерализацияси 2,0–3,0 г бўлган, кучиз шўрланган, механик таркибига кўра енгил ва ўрта қумоқ тупроқлари шароитида ғўзани томчилатиб суғориш технологиясининг мақбул суғориш тартибини ишлаб чиқиши такомиллаштириш ва мазкур технологиянинг самарадорлигини илмий асослаш бўйича 2020–2022 йилларда дала тадқиқот ишлари олиб борилди, уларни олиб боришида асосий эътибор сувдан тежамли фойдаланишга қаратилган бўлиб, ғўзани сув истеъмолини аниқлашнинг бир қанча усуслардан фойдаланиш, жумладан, тўғридан-тўғри тажриба далада бажарилган ўчловлар орқали, метеорологик станция маълумотлари асосида ва хисобий формулалар қўллашга йўналтирилди. Тажриба дала тадқиқот ишларининг натижаларининг илмий аҳамияти шундан иборат бўлди, юқорида таъкидлаб ўтилганидек, ғўза даласидаги сув истеъмоли FAOнинг “CropWat 8” дастури [13, 14] ҳамда турли эмпирик формула [15]лар ёрдамида ҳисоблаш орқали амалга оширилган.

Таҳлилий ҳисоб-китоб ҳамда тадқиқот ишлариларни ўтказишида ИСМИТИ ва ПСУЕАИТИда қабул қилинган “Дала тажрибаларни ўтказиши услублари” [16] ҳамда БМТнинг FAO услубиятидан фойдаланилган [17]. Математик боғлиқликларни, яъни кореляция коэффициентларни аниқлашда дастурий таъминот ва уларни сонли ҳисоблаш усусларидан фойдаланилди [18].

Натижалар таҳлили ва мисоллар.

Эваптранспирация – (сув истеъмоли) режалаштирилган ҳосилни олиш учун экин томонидан сарфланган сув миқдори ҳисобланади. Тажриба даланинг сув истеъмоли, ғўза поя танаси (E_t) ва тупроқ юзасидан бўладиган буғланишга (E_p) сарфланади, яъни (1):

$$E_{\text{умумий}} = E_t + E_p \quad (1)$$

Далада кузатиладиган транспирация асосан қёёш радиация энергиясига, ўсимликнинг тургор ҳолатига, ҳавонинг максимал ва минимал ҳароратига, ҳаводаги сув буғларининг миқдорига, яъни ҳаво нисбий намлигига, ўсимлик атроф-мухитдаги CO_2 нинг концентрацияси ва шамол тезлигига боғлиқ бўлганлиги инобатга олинди. Шу билан бирга қаторда транспирацияга ғўзанинг

нави, танаси ва баргларидан сув ўтказувчанлиги, сув танқислигига мослашувчанлиги турлича таъсир этди. Бу кўрсаткичлар олдин олимлар томонидан таклиф қилинган формулалар ёрдамида аниқланди.

Тажриба далада кузатиладиган эвапотранспирация, бу сувнинг тупроқ устидан, гўза поя танаси ва баргларидан буғланишга сарфланган умумий сув миқдори ҳисобланади. Суғоришдан кейин тупроқ устидан сувнинг буғланишига ҳаво ҳарорати, ҳаво нисбий намлиги, қуёш радиациясининг фаоллиги ва шамол кучи таъсир кўрсатади.

Тупроқ юзасига ўсимликлардан тушадиган соя ҳам тупроқ намининг буғланишига таъсир этади. Тупроқ устининг қуриб бориши билан (бир неча кун давомида) радиация таъсири даражаси кескин камаяди [19].

Кишлоқ хўжалик экинларининг эвапотранспирация миқдорини аниқлашда “эвапотранспирация эталони” миқдорини белгилаш катта аҳамиятга эга.

“Эвапотранспирация эталони” – бу мақбул ўсиб-ривожланган ва сув танқислиги кузатилмаган, тупроқ юзаситини ўсимлик тўлиқ қоплаб олган, баландлиги унча катта бўлмаган (20 см. гача) яшил экин қолдиқларидан бир бирлик вақт давомида буғланган сув ҳажми ҳисобланади. Бу миқдор бутун дунёда ўсимлик усти эталони сифатида қабул қилинган.

Кейинги 50 йилда бутун дунёning йирик олим ва мутахассислари турли иқлим кўрсаткичлари ёрдамида этalon эвапотранспирация (ET_0) ни ҳисоблашнинг кўп сонли усуllарини ишлаб чиқсанлар. Бу усуllар минтақавий хусусиятга эга бўлиб, дунёning бошқа бурчагида кўллашда қўшимча меҳнат ва вақт талаб этади.

FAO томонидан ишлаб чиқилган этalon эвапотранспирация (ET_0)ни аниқлашнинг Пенман-Монтейт услуби ягона ва стандарт усули сифатида тавсия қилинган. FAO томонидан барча иқлим кўрсаткичлари етарли бўлмаганда ҳам этalon эвапотранспирацияни тезкор аниқлайдиган автоматлаштирилган компьютер дастури ишлаб чиқилган [20].

Ғўзанинг умумий сув истеъмолини ҳисоблаш адаптация қилинган Пенман-Монтейт услуби асосида ҳисоблашда, ҳаво ҳарорати ва намлиги, шамол тезлиги ва қуёш нур сочиш давомийлиги бўйича маълумотлардан фойдаланилади (2):

$$ET_0 = \frac{0.408 \cdot \Delta \cdot (R_n - G) + \gamma \cdot \frac{900}{(T + 273)} \cdot u_2 \cdot (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma \cdot (1 + 0.34 \cdot u_2)}; \text{ мм} \quad (2)$$

Эталон эвапотранспирация (ET_0) ва экин эвапотранспирация (ET_0) си билан боғлаш учун экин коэффициент (K_f)лари киритилиб, ғўзанинг ривожланиш босқичлари бўйича сув истеъмоли ҳисобга олинди. Ўсимликнинг ўсиб-ривожланиш жараённада тўлиқ самарадорликка эришишда экин коэффициенти (K_f)нинг қиймати касалликка чалинмаган, мақбул тупроқ шароитига ҳамда тупроқ унумдорлиги ва суғориш технологияларини ҳисобга олиб гўза даласидаги эвапотранспирация (ET_f) қуйидагича ҳисобланади (3):

$$ET_f = K_f \cdot ET_0; \text{ мм} \quad (3)$$

Бу ерда: ET_f – гўза даласида бўладиган эвапотранспирация, мм;

K_f – ғўзанинг ривожланиш босқичи ҳамда сув истеъмолини ҳисобга олувчи коэффициент;

ET_0 – этalon эвапотранспирация, мм.

Ғўзанинг экин коэффициенти (K_f) қиймати экиш муддати, ривожланиш босқичлари, вегетация даври даво-

мийлиги, қўлланиладиган суғориш усули ва техникаси (эгатлаб ёки томчилатиб суғориш ва бошқалар) ҳамда худуднинг табиий-иқлим шароити каби омилларга боғлиқ. Ғўзанинг экин коэффициенти (K_f) дала-тажриба тадқиқотларидан олинган маълумотлар асосида қабул қилинади [13].

Тажриба дала тупроқ шароитини ҳисобга олган ҳолда, ғўзанинг ривожланиш босқичларидан келиб чиқиб гўзанинг экин коэффициентлари олинади (1-жадвал).

1-жадвал Ғўзани экин коэффициенти қийматлари (FAO услуби)

Ўсии фазалари	Тупроқнинг механик таркиби	
	Енгил	Ўрта
1	0,39	0,36
2	0,72	0,70
3	1,11	1,09
4	0,70	0,69

“Бухоро” метеостанциясидан олинган кўп йиллик ўртача ойлик иқлим маълумотлари асосида этalon эвапотранспирация миқдори Пенман-Монтейт формуласидан фойдаланиб ғўзанинг ҳар ойдаги эвапотранспирация миқдорлари аниқланди. Пенман-Монтейт томонидан тақдим қилинган формуладан фойдаланишда қуйидаги маълумотлар ишлатилди, яъни апрель-август ойларидаги суғориладиган майдонларда бўладиган этalon эвапотранспирация 118–252 мм, ғўзанинг ривожланиш босқичлари ҳамда сув истеъмолини ҳисобга олувчи гўзанинг экин коэффициенти 0,36–1,10 фойдаланилди [13].

Юқорида келтириб ўтилган маълумотлар асосида гўза даласида бўладиган эвапотранспирация миқдори 41,3–277 мм оралиғида эканлиги аниқланди (1-расм).

Блейни-Кридл услубидан фойдаланган ҳолда этalon эвапотранспирация ET_0 миқдорини аниқлашда қуйидаги формуладан фойдаланилди:

$$ET_0 = P \cdot (0,46 \cdot T_{\text{yr}} + 8); \text{ мм} \quad (4)$$

бу ерда: P – йиллик кундузги давр (соат)ларнинг бир кундаги ўртача фоизи;

$$T_{\text{yr}} = (T_{\max} + T_{\min}) / 2 \quad (5)$$

T_{\max} – ой давомидаги энг юқори ҳароратлар йигиндиши;

T_{\min} – ой давомидаги энг паст ҳароратлар йигиндиши;

$$T_{\max} = (\sum T_{\max} \text{ ой давомида}) / N_{\text{кунлар}} \quad (6)$$

$$T_{\min} = (\sum T_{\min} \text{ ой давомида}) / N_{\text{кунлар}} \quad (7)$$

$N_{\text{кунлар}}$ – 1 ойдаги кунлар сони.

P – ни аниқлаш учун тажриба хўжалик жойлашган худуд қайси кенглиқда (экватордан шимол ёки жануб томонда неchanчи градусда) жойлашганлигини билиш талаб қилинади. Йиллик кузатув соатларининг ўртача фоизи 2-жадвалда келтириб ўтилган. Шунга асосан йиллик кузатув соатлари фоизи қабул қилинган.

Ой давомидаги энг юқори ва энг паст ҳароратлар йигиндишини тадқиқотлар олиб борилган фермер хўжалиги худудидаги “Бухоро” метеостанцияси маълумотларидан фойдаланилди (3-жадвал).

$$T_{\max} = (\sum T_{\max} \text{ ой давомида}) / N_{\text{кунлар}} = 1116 / 31 = 36^{\circ}\text{C}.$$

$$T_{\min} = (\sum T_{\min} \text{ ой давомида}) / N_{\text{кунлар}} = 589 / 31 = 19^{\circ}\text{C}.$$

$$T_{\text{yr}} = (T_{\max} + T_{\min}) / 2 = (36 + 19) / 2 = 28^{\circ}\text{C}.$$

$$ET_o = P \cdot (0,46 \cdot T_{\text{прт.}} + 8) = 0,329 \cdot (0,46 \cdot 28 + 8) = 6,87 \text{ мм/кун.}$$

$$ET_o = 6,87 \text{ мм/кун} \cdot 31 \text{ кун} = 213 \text{ мм/ой. (июл ойи учун ET_o.)}$$

Шу тартибда барча ойлар ҳам ҳисобга олинди. Апрель, май, июнь, июль ва август ойлари бўйича эвапотранспирация миқдори аниқланди. Ёзда даласидаги эвапотранспирация 53,1; 64,8; 138; 235,6; 139,5 мм. ни ташкил

Йиллик кундузги соатларнинг ўртача фоизи (шимолдан жанубга)

Кенглик	Январь-июль	Февраль-август	Март-сентябрь	Апрель-октябрь	Май-июнь	Июнь-декабрь	Июль-январь	Август-февраль	Сентябрь-март	Октябрь-апрель	Ноябрь-май	Декабрь-июнь
600	15	20	26	32	38	41	40	34	28	22	17	13
550	17	21	26	32	36	39	38	33	28	23	18	16
500	19	23	27	31	34	36	35	32	28	24	20	18
450	20	23	27	30	34	35	34	32	28	24	21	20
400	22	24	27	30	32	34	33	31	28	25	22	21
350	23	25	27	29	31	32	32	30	28	25	23	22
300	24	25	27	29	31	32	31	30	28	26	24	23
250	24	26	27	29	30	31	31	29	28	26	25	24
200	25	26	27	28	29	30	30	29	28	26	25	25
150	26	26	27	28	29	29	29	28	28	27	26	25
100	26	27	27	28	28	29	29	28	28	27	26	26
50	27	27	27	28	28	28	28	28	28	27	27	27
00	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27

куйидагича аниқланади:

$$ET_o = 0,0018 \cdot 0,8 \cdot (25+28) \cdot (100-32) = 275 \text{ мм.}$$

Ёзда даласидан бўладиган эвапотранспирация миқдори қуйидагича бўлди:

$$ET_f = 1,1 \cdot 275 = 302 \text{ мм.}$$

Шу тартибда бошқа ойлар ҳам ҳисобланди.

Бу кўрсаткич ўз навбатида апрель ойида – 38,8; май 2-жадвал ойида – 67,5; июнь ойида – 180,6; июль ойида – 302; август ойида – 166 мм. га тенг бўлди (1-расм).

Умумий буғланиш миқдорини лойиҳа институтлари, илмий тадқиқот муассасалари томонидан ишлаб чиқилган тавсияномалар асосида ёки С.М.Алпатъевнинг биоиқлимий усулида аниқланади.

С.М.Алпатъев томондан тақдим қилинган формулага кўра, умумий буғланиш ҳаво намлиги танқислиги функцияси боғлиқлигига асосан ҳисобланади:

$$ET_c = K_b \cdot \Sigma d \quad (9)$$

бу ерда: Σd – ҳаво намлиги танқислигининг ҳисобий давр учун ўртача кунлик йиғиндиси, кПа (энг яқин метеостанциядан олинади);

K_b – биоиқлимий коэффициент (кўп йиллик дала экспериментал тадқиқотлари асосида олинди);

Σd – ҳаво намлиги танқислиги (2-жадвал).

3-жадвалга кўра, ҳаво ҳарорати $+28^\circ\text{C}$ ва $F = 32\%$ ҳавонинг нисбий намлигига мос келадиган шудринг нуктасининг ҳаво ҳарорати $T_d = +10^\circ\text{C}$ ва абсолют намлик $P = 9,40 \text{ г}/\text{м}^3$ га тенг бўлган.

Ҳавонинг нисбий намлиги (10) формула орқали аниқланади.

$$F = (P / P_t) \cdot 100 \% \quad (10)$$

Иқлим кўрсаткичларини (10) га кўйиб чиқсан, қуйидаги кўриниш келиб чиқади:

$$32 \% = (P / 9,40 \text{ г}/\text{м}^3) \cdot 100 \% ;$$

$$\text{бу ерда } P = (32 \cdot 9,40) / 100 = 3 \text{ г}/\text{м}^3$$

$$d = E - e \text{ ёки } d = P_t - P \quad (11)$$

(11) дан ҳаво намлиги танқислиги қуйидаги кўринишга келади:

$$d = 9,4 \text{ г}/\text{м}^3 - 3 \text{ г}/\text{м}^3 = 6,4 \text{ г}/\text{м}^3. \quad (12)$$

Худди шу тарзда қолган ойлар учун ҳам ҳисоб-китоб ишлари олиб борилди.

С.М.Алпатъев томонидан тақдим қилинган формуладан фойдаланган ҳолда апрель-август ойларида сугориладиган майдонлардан бўладиган этalon эвапотранспирация миқдори аниқланди. Ҳисоб-китоб натижасига кўра, ойлик этalon эвапотранспирация миқдори 36,0-218,2 мм. бўлганлиги аниқланди. Ёзда экилган тажриба даладаги эвапотранспирациянинг ойлар бўйича таксимланиши қуйидагича бўлди, яъни апрель: - 36,0; май: - 52; июнь: - 113,4; июль - 218; август: - 110,6 мм. ҳисоб-китобларга асосан июль ойида ёзда даласидаги эвапотранспирация миқдори юқори бўлди, яъни Пенман-Монтейт (FAO): - 277 мм.; Блейни-Криддл: - 235,6 мм.; Иванов Н.И.: - 302 мм.; Алпатъев С.М.: - 218 мм бўлди (1-расм).

Аниқланган маълумотларга асосланадиган бўлсак, тажриба йилида ўзув даврида эвапотранспирация миқдори Пенман-Монтейт (FAO): - 704,8; Блейни-Криддл: - 635,3; Н.И.Иванов: - 760,1; С.М.Алпатъев: - 533,8 мм бўлганлиги ҳамда дала тажриба даласида 606,1 мм. бўлганлиги аниқланди.

Юль ойи учун этalon эвапотранспирация қиймати

Ҳарорат, °C	Босим, Р		Ҳарорат, °C	Босим, Р		З и ч - лик, г/м³	
	кПа	мм симоб устини		кПа	мм симоб устини		
0	0,611	4,38	4,84	17	1,94	14,53	14,5
1	0,656	4,92	5,22	18	2,06	15,48	15,4
2	0,705	5,29	5,60	19	2,19	16,48	16,3
3	0,757	5,60	5,98	20	2,34	17,57	17,3
4	0,813	6,10	6,40	21	2,48	18,60	18,3
5	0,872	6,54	6,84	22	2,64	19,80	19,4
6	0,934	7,01	7,30	23	2,81	21,10	20,6
7	1,010	7,57	7,80	24	2,99	22,40	21,8
8	1,070	8,05	8,30	25	3,17	23,80	23,0
9	1,150	8,61	8,80	30	4,24	31,80	30,3
10	1,230	9,21	9,40	40	7,37	55,30	51,2
11	1,310	9,84	10,0	50	12,3	92,50	83,0
12	1,400	10,52	10,7	60	19,9	149,4	130,0
13	1,500	11,23	11,4	70	31,0	233,7	198,0
14	1,590	11,99	12,1	80	47,3	355,1	293,0
15	1,700	12,79	12,8	90	70,1	525,8	424,0
16	1,810	13,63	13,6	100	101,3	760,0	598,0

Июль ойи учун этalon эвапотранспирация қиймати

$$ET_o = 0,0018 \cdot 0,8 \cdot (25 + T)^2 \cdot (100 - a) \quad (8)$$

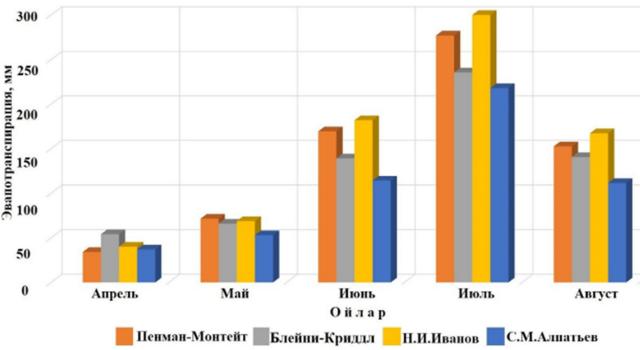
бунда: ET_o – этalon эвапотранспирация;

T – ҳавонинг ойлик ҳарорати, °C;

a – ҳавонинг ойлик ўртача нисбий намлиги, %.

“Бухоро” метеорологик станцияси маълумотлари(2-жадвал)га кўра, июль ойидаги ўртача ҳаво ҳарорати $+28^\circ\text{C}$ ни, ҳавонинг нисбий намлиги эса 32 фоизни ташкил қиласган.

Июль ойи учун этalon эвапотранспирация қиймати



1-расм. Турии услублар бўйича ғўза даласининг ойлик эвапотранспирация миқдорларининг қиёсий қийматлари

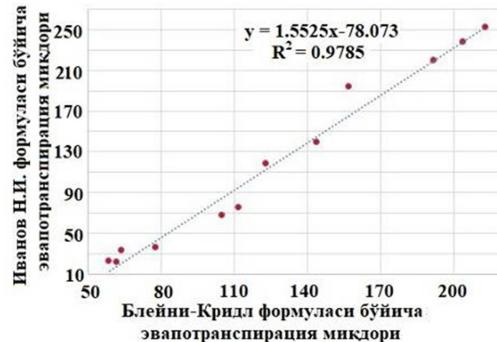
Ривожланган мамлакатлар олимлари томонидан биоиклимий кўрсаткичларга асосланган ҳолда умумий буғланиши аниқлаш бўйича турии ҳисобий услубларни ишлаб чиқилган ва улар дунёнинг турии минтақаларида кенг кўлланилмоқда. Олимлардан К.Лъгов, П.Невский ва Д.А.Штойко, В.С.Мезенцев, Н.И.Иванов, С.И.Харченко, С.В.Торнвест, Jensen, Doorenbos, Pruitt, Allenлар шулар жумласидандир. Илмий-тадқиқот ташкилотлари умумий буғланиши аниқлаш юзасидан ўз моделларини ишлаб чиқкан. Ҳозирда Пенман-Монтейт (FAO) услуги хорижда кенг кўлланилмоқда.

FAO томонидан тақдим қилинган услуг стандарт сифатида тавсия этилмоқда. Умумий буғланиши аниқлаш бўйича ишлаб чиқилган барча услублар иқлимий маълумотларга асосланган. Булардан асосийлари ҳаво ҳарорати, ҳавонинг нисбий намлиги, қуёш радиациясининг фаоллиги ва шамол кучи тезлиги ҳисобланади. Ғўза даласидан бўладиган эвапотранспирация юқорида келтириб ўтилгандек, олимлар томонидан турии хил услублардан фойдаланилган ҳолда аниқланган. Ҳозирги кунда FAO ташкилоти томонидан дастур катта аҳамиятга эга ҳисобланади.

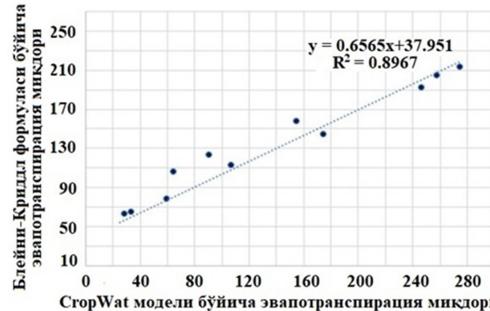
Эвапотранспирация турии ҳисобий усусларда ҳисоблаб кўрилди, умумий буғланиши аниқлаш барча ҳисобий услублар иқлим маълумотларига асосланган ҳолда баъжарилди. Энг яхши тезкор усул сифатида FAO томондан таклиф қилинган дастур самарали эканлигини таъкидлаш мумкин. Чунки айрим метеостанцияларда иқлим кўрсаткичлари етарли бўлмагандан ҳам этalon эвапотранспирацияни тезкор аниқлайдиган автоматлаштирилган компьютер дастурини орқали аниқлаш ва ўзгартиришлар киритиш мақсадга мувофиқ ҳисобланади. Бу дастурдан ҳозирги кунда қишлоқ ҳўжалиги соҳасида етакчи бўлган ҳорижий мамлакатларда фойдаланиб келиниши ҳамда Ўзбекистонда ҳам фойдаланиш йўлга қўйилиши катта аҳамият қасб этади. Бу дастурнинг аниқлик даражаси жуда ўқори бўлиши билан бирга оддий ва замонавий, кўп вақт ва машақватли қўл меҳнатини талаб қилмайди. FAO томонидан тақдим қилинган “CropWat” дастури замон талабига жавоб беради ҳамда экинларни сувга бўлган талаби орқали сув беришни режалаштиришда катта аҳамият қасб этади.

Тажриба даласидаги аниқланган эвапотранспирация миқдорини корреляция коэффициентларини ишлаб чиқилди. Тадқиқот далалари бўйича томчилатиб суғоришида FAO услубиятининг “CropWat 8.0” дастуридан ҳамда профессор Н.И.Иванов ва Блейни-Кридлар томонидан тавсия этилган формулалар ва услублардан фойдаланиб, ишлаб чиқилган меъёрлар билан солиширилди. Солишириш натижаларига кўра корреляция коэффициентларининг координаталар тизими ишлаб чиқилди. Корреляция коэффициентлари Блейни-Кридл ва Н.И.Иванов бўйича $R^2=0,9785$, “CropWat” модели ва Блейни-Кридл бўйича $R^2=0,8967$ ҳамда “CropWat” модели ва Н.И.Иванов бўйича $R^2=0,9384$ га тенг бўлди. Ҳар бир қиймат жуфтлиги маълум бир белги билан белгиланди

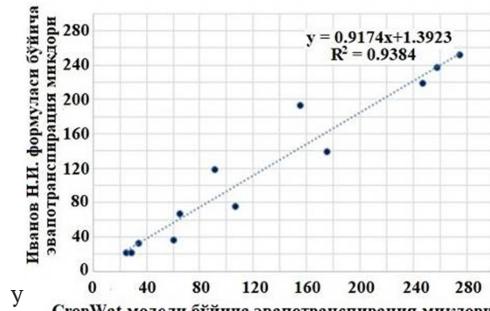
ва ушбу кўрсаткичлар 2, 3 ва 4-расмлардаги графиклар орқали ифода қилинди. “У” ва “Х” координата ўқининг ўзгариши қўйидаги боғлиқликка эга эканлиги аниқланди (13, 14, 15).



2-расм. Блейни-Кридл ва Н.Иванов бўйича корреляция коэффициенти $R^2=0,9785$



3-расм. “CropWat” модели ва Блейни-Кридл бўйича корреляция коэффициенти $R^2=0,8967$



4-расм. “CropWat” модели ва Н.Иванов бўйича корреляция коэффициенти $R^2=0,9384$

$$- 78,073 \quad (13)$$

$$y = 0,6565x + 37,951 \quad (14)$$

$$y = 0,9174x + 1,3923 \quad (15)$$

Хулоса

1. Тажриба даласида бўладиган умумий буғланиш миқдорини табиий-иқлим кўрсаткичлари асосида Пенман-Монтейт, Блейни-Кридл, Н.И.Иванов, С.М.Алпатьевларнинг эмпирик формулалари ёрдамида ҳисобланди ҳамда дала тажриба натижалари билан солиширилди.

2. Турли эмпирик формулалар асосида аниқланган эвапотранспирация миқдорларининг ўзаро боғлиқлик даражасини аниқлаш учун чиқиқли корреляция коэффициентлари ишлаб чиқилди, жумладан Блейни-Кридл ва Н.И.Иванов бўйича $R^2=0,9785$, “CropWat” модели ва Блейни-Кридл бўйича $R^2=0,8967$ ҳамда “CropWat” модели ва Н.И.Иванов бўйича $R^2=0,9384$ га тенг бўлди.

3. “У” ва “Х” координата ўқининг ўзгариши бўйича $y = 1,5525x - 78,073$; $y = 0,6565x + 37,951$ ҳамда $y = 0,9174x + 1,3923$ координаталар тизими ишлаб чиқилди.

№	Адабиётлар	References
1	Цырульник А.Г. Развития мелиорация в регионах Российской Федерации и стран Содружество Независимых Государств в условиях изменения климата // Дайджест журнал, выпуск 1 (51). – Москва, 2023. –18 с.	Sirul'nik A.G. Razvitiya melioratsiya v regionax Rossiyskix Federasiy i stran Sodrujestvo Nezavisimix Gosudarstv v usloviyah izmeneniya klimata. [Development of land reclamation in the regions of the Russian Federation and the countries of the Commonwealth of Independent States in the context of climate change] Digest magazine, issue 1(51), Moscow 2023.-18 p. (in Russian)
2	Texas A&M University, Global Weather Data for SWAT, 08 2014. [Online]. Available: http://globalweather.tamu.edu . [Accessed 02 10 2020].	Texas A&M University, Global Weather Data for SWAT, 08 2014. [Online]. Available: http://globalweather.tamu.edu . [Accessed 02 10 2020].
3	Годовой отчёт министерства водных ресурсов Узбекистана. – Ташкент, 2019.	Godovoy otchyt Ministerstva vodnih resursov Uzbekistana. [Annual report of the Ministry of Water Resources of Uzbekistan] Tashkent - 2019.(in Russian).
4	Отчет Аму-Бухарского бассейнового управления ирригационных систем Бухарской области за 2021-2022 годы.	Otchet Amu-Buxarskogo basseynovogo upravleniya irrigacionnix sistem Buxarskoy oblasti za 2021-2022 godi. [Report of the Amu-Bukhara Basin Management of irrigation Systems of the Bukhara region for 2021-2022]. Bukhara -2023.(in Russian)
5	Алпатьев А. М. Вопросы водопотребления культурных растений // Биологические основы орошаемого земледелия. – Москва: Издательство академия наук, 1957. – С. 361-369.	Alpat'ev A. M. Voprosi vodopotrebleniya kul'turnix rasteniy [Issues of water consumption of cultivated plants] Biological foundations of irrigated agriculture". Academy of Sciences Publishing House, Moscow - 1957.- Pp. 361-369. (in Russian)
6	Беспалов Н.Ф. Особенности водопотребления и режима орошения культур хлопкового севооборота // Сборник научных трудов Узбекский научно-исследовательский институт хлопководства (УзНИИХ), 1976, выпуск 34, Ташкент, С. 3-8.	Bespakov N.F. Osobennosti vodopotreble-niya i rejima orosheniya kul'tur xlopkovogo sevooborota. [Peculiarities of water consumption and irrigation regime of cotton crop rotation] Collection of scientific works of Uzbek Research Institute of Cotton Growing, 1976., issue 34, Tashkent, Pp. 3-8. (in Russian)
7	Рамазонов А., Насонов В. Пахта даласининг умумий сув сарфи // “Ўзбекистон қишлоқ хўжалиги” журналининг “Агро илм” иловаси. – Тошкент, 2015. – 1 [33]-сон. – Б. 56-57.	Ramazonov A., Nasonov V. Paxta dalasi-ning umumiy suv sarfi [Total water consumption of cotton field] “Agroilm” supplement to the agricultural journal of Uzbekistan, Tashkent 2015., Volume 1 [33], Pp. 56-57. (in Uzbek)
8	Рыжков С.Н., Беспалов Н.Ф. Принципы режима орошения сельскохозяйственных культур и гидромодульного районирования орошаемой территории // Материалы “Объединенная научная сессия по хлопководству по хлопководству”, Ташкент, 1980, № 10, С. 25-29.	Rijov S.N., Bespalov N.F. Prinsipi rejima orosheniya kul'tur xlopkovogo sevooborota i gidromodul'nogo rayonirovaniya orosha-emoy territorii [Principles of irrigation regime of agricultural crops and hydromodule zoning of the irrigated area] Proceedings of the “United Scientific Session on cotton growing on cotton”, Tashkent, 1980, No 10, Pp. 25-29. (in Russian)
9	Рыжков С.Н. Научные основы агротехники хлопчатника в орошаемых условиях Средней Азии // Материалы “Объединенная научная сессия по хлопководству по хлопководству”, том 1. – Ташкент, 1958. – С. 27-35.	Rijov S.N. Nauchnie osnovi agrotexniki xlopchatnika v oroshaemix usloviyah Sredney Azii [Scientific bases of cotton agrotechnics in irrigated conditions of Central Asia] Proceedings of the “United Scientific Session on Cotton Growing on Cotton”, Volume 1. Tashkent, 1958, Pp.27-35. (in Russian)
10	Хамидов М.Х., Матякубов Б.Ш. Фўзани сугориш тартиби ва тежамкор сугориш технологиялари //Монография – Ташкент, ТИҚҲММИ, 2019. – 194 б.	Khamidov M.H., Matyakubov B.Sh . G'o'zani sug'orish tartibi va tejamkor sug'orish texnologiyalari [Cotton irrigation procedure and economical irrigation technologies] Monograph - Tashkent. TIIAME. 2019.194 p.(in Uzbek)
11	Капельное орошение // http://www.drip.agrodepartament.ru	Kapel'noe oroshenie [Drip irrigation] http://www.drip.agrodepartament.ru
12	Духовный В.А. Капельное орошение-перспективы и препятствия // Сб. научных трудов по капельному орошению Научно-производственное объединение “САНИИРИ”. – Ташкент, 1995. – 386 с.	Dukhovny V.A. Kapel'noe oroshenie-perspektivi i prepyatstviya [Drip irrigation-perspectives and obstacles] Collection of scientific works on drip irrigation of Scientific and Production Association “Central Asian Research Institute of Irrigation”. Tashkent, 1995.- 386 p. (in Russian)
13	Рўзметов Ш. Ўзбекистонда этalon эвапотранспирация (ЕTo) // ФАО нинг “56-сугориш ва дренаж” йўриқномаси асосида ишлаб чиқилди. Bahodir & Sons, ф/х. Қармиш. – Хоразм, 2020. – Б. 28-37.	Rozmetov Sh. O'zbekistonda etalon evapotranspiratsiya (ETo) [The evapotranspiration standard (ETO) in Uzbekistan] Developed on the basis of FAO's "56th Guidelines on Irrigation and Drainage", Bahadur and Sons, farming Karmish, Khorezm, 2020, Pp. 28-37. (in Uzbek)
14	UN-FAO. Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements - FAO// “Irrigation and drainage”, Rome: FAO, 1998, paper 56, Pp 27-53.	UN-FAO. “Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements - FAO”, “Irrigation and drainage”, Rome: FAO, 1998., paper 56, Pp. 27-53.

УЎТ: 633.85: 631.671: 631.675

СОЯНИНГ СУВ ИСТЕММОЛИ

А.Б.Маматалиев – доцент, М.А.Маликова – магистрант,

“Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаши муҳандислари институти” Миллий тадқиқот университети

Аннотация

Ушбу мақолада сувнинг қишлоқ хўжалигида ва бошқа соҳаларда тутган ўрни, аҳамияти, Ўзбекистонда олиб бориладиган сув тежамкор сугориш технологиялари, такрорий экин сифатида экилган соянинг сугориш тартиблари ва унинг сув истеммоли ва ҳосилдорликка таъсири бўйича маълумот берилган.

Калит сўзлар: сугориш тартиби, соя, тупроқ намлиги, сугориш меъёри, чегаравий дала нам сигими (ЧДНС), сув истеммоли.

ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ СОИ

А.Б.Маматалиев – доцент, М.А.Маликова – магистрант,

Национальный исследовательский университет "Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства"

Аннотация

В данной статье представлена информация о роли и значении воды в сельском хозяйстве, водосберегающих технологиях орошения, внедряемых в Республике Узбекистан, режиме орошения сои при повторном посеве, а также ее влиянии на водопотребление и урожайность.

Ключевые слова: режим орошения, соя, влажность почвы, оросительная норма, предельная полевая влагоемкость (ППВ), водопотребление.

WATER CONSUMPTION OF SOYBEAN

A.B.Mamataliyev – associate professor, M.A.Malikova – master student,

"Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers" National research university

Annotation

This article provides information on the role and importance of water in agriculture and other areas, on water-saving irrigation technologies being introduced in the Republic of Uzbekistan, on the procedure for irrigating soybeans during re-planting and its impact on water consumption and productivity.

Key words: irrigation method, soybean, soil moisture, irrigation rate, marginal field capacity (FWC), water consumption.
Key words: cotton, typical sierozem soils, drip irrigation technology, irrigation scheduling, during of irrigation.

Кириш. Жаҳонда глобал иқлим ўзгариши, аҳоли сонининг ортиши, саноат тармоқларининг ривожланиши сув ресурсларига бўлган талабнинг кескин ортиши туфайли қишлоқ хўжалигида сувдан тежамли фойдаланиш бугунги куннинг долзарб масалаларидан биридир. Қишлоқ хўжалик экинларини сугоришда сув тежамкор технологияларини жорий қилиш, сугориш меъёри ва муддатларини ҳисоблаш усувларини такомиллашириш бўйича бутун дунёда алоҳида этибор қаратилмоқда.

Бу йил (қайси йили) республикамизда 490,1 минг гектарда сувни тежайдиган сугориш технологиялари жорий қилиниб, ана шундай технологиялар қўлланиладиган майдонлар республикамиз бўйича сугориладиган ерларнинг 20 фоизини қамраб олди. Эътиборлиси, Ўзбекистон сув тақчиллигини камайтириш учун сув тежовчи технологияларни жорий этиш ва сувни бошқаришда замонавий технологиялардан фойдаланиш имкониятларини кенгайтириш борасида Марказий Осиё давлатлари орасида ташаббускор бўлмоқда. Халқаро ташкилотлар ва эксперталар иштирокида ишлаб чиқилган Ўзбекистон Республикаси сув хўжалигини ривожлантиришнинг 2020–2030 йилларга мўлжалланган Концепцияси бутун мөҳияти ва мазмуни билан ана шундай хужжат бўлди. Мазкур хужжатни Ўзбекистоннинг ўн йилдан кейинги даврда сув ресурслари бўйича кутилаётган ўзгаришларга тайёргарлигини белгиловчи ўзига хос дастур бўлди.

Глобал иқлим ўзгариши натижасида қўшни республикалар худудидаги музликлар сўнгги 50–60 йил давомида 30 фоизга қисқарган. Тахминларга кўра, ҳарорат 2°C га ортганда музликлар ҳажми 50 фоизга, 4°C га исиганда эса 78 фоизга камаяди. Ҳисоб-китобларга

кура, 2050 йилгача Сирдарё ҳавзасида сув ресурслари 5 фоизга, Амударё ҳавзасида 15 фоизгача камайиши кутилаётган. Ўзбекистонда 2015 йилгача бўлган даврда сувнинг умумий тақчиллиги 3 млрд. m^3 дан ортикни ташкил қилган бўлса, 2030 йилга бориб 7 млрд. m^3 ни, 2050 йилга бориб эса 15 млрд. m^3 ни ташкил қилиши мумкин.

Таҳлиллар иқлим ўзгариши Ўзбекистонда сув тақчиллигини янада кескинлаштиришини, 2000, 2008, 2011, 2014 ва 2018 йиллардаги каби қурғоқчиликнинг давомийлиги ва даврийлиги кўпайишига олиб келишини ҳамда иқтисодиётнинг сув ресурсларига бўлган эҳтиёжини қондиришда жиддий қийинчиликларни келтириб чиқариши мумкинлигини кўрсатмоқда.

Шу боис ҳозирда сугориш учун тежамкор сугориш тартибларини ишлаб чиқиши алоҳида аҳамият касб этмоқда. Бундан ташқари олимлар дехқончиликда етишириладиган ўсимликларнинг ўсиши ва ривожланиши, ҳосилдорлигига сезиларли таъсири кўрсатадиган омиллардан бири сугориш меъёrlари эканлиги, сугориш тартибларининг ўзгариши натижасида ўсимлик бўйининг баландлиги, барг сони, ён шоҳлари ва ҳосил элементларининг ўзгариб боришини қайд этган.

Юқоридагилардан келиб чиқсан ҳолда биз Фарғона водийсининг ўтлоқи бўз тупроқлари шароитида кузги буғдоидан кейин такрорий экин сифатида экилган соянинг сув истеммоли ва мақбул сугориш тартибларини ўргандик. Тажрибалар соянинг “Ўзбекистон-2” навида олиб борилди. Сугориш тупроқ намлиги ЧДНСга нисбатан турли хил тартибда олиб борилди.

Тадқиқот натижалари. “Ўзбекистон-2” нави Шолицилик илмий-тадқиқот институти олимлари томонидан якка танлов усулида яратилган. 1988 йилдан Ўзбекистон Республикаси худудида тавсия этилган

қишлоқхўжалик экинлари Давлат реестрига киритилган, ўсув даври 140–145 кун (кечипишар). Ўсимлик бўйи 160–170 см. Пастки дуккак жойлашиши 12–14 см, шохлар сони 3–5 та. Бир ўсимликдаги дуккалар сони 150–160 та. Бир дуккақдаги донлар сони 2–4 та, 1000 дона ургу вазни 160–170 г, дон таркибидаги оқсили 41–42%, поясида 22–24%, дон таркибидаги мой 21–22%. Ётиб колишга, тўклишига, касалликларга чидамли ва механизация ёрдамида йиғишириб олишга мўлжалланган ҳосилдорлиги дон 32–35 ц/га кўк поя 400–450 ц/га.

Тажриба 3 та вариантда, уч қайтариқда, бир яруса жойлаширилган ҳолда олиб борилди. Соя навларининг илмий асосланган сугориш тартибларини аниқлаш бўйича тажриба тизими 1-жадвалда келтирилган.

1-жадвал

Тажриба тизими

Вариантлар	Сугоришлардан олдинги тупроқ намлиги, ЧДНСга нисбатан %	Илдиз тарқалган фаол қатлам чукурлиги, см		
		Гуллашгача	Дастлабки гуллаш даври	Гуллаш, дуккакларнинг шаклланishi ва пишиш даври
1	70-70-70	50	70	100
2	70-75-75	50	70	100
3	70-80-80	50	70	100

Тажриба майдонида тупроқнинг механинг таркиби, тупроқнинг ҳажм массаси, сув ўтказувчанлиги, тупроқнинг чегаравий дала нам сифими ва бундан ташқари турли хил кузатиш, ўлчов ва таҳлиллар олиб борилди.

2-жадвал

Соя навларининг ҳосил бирлигига нисбатан сув сарфи

Вариантлар	Сугориш тартиби, ЧДНСга нисбатан %	Дон ҳосили, ц/га	Мавсумий сугориш меъёри бўйича		
			Мавсумий сугориш меъёри, м ³ /га	1 ц ҳосил учун, м ³	Умумий сув истеъмоли, м ³
1	70-70-70	21,3	2250	105,6	3005
2	70-75-75	25,1	2386	95,1	2971
3	70-80-80	23,4	2520	107,7	3081

Тажрибаларда сугоришдан олдинги тупроқ намлиги турлича бўлган сугориштарниг мавсумий сугориш меъёrlари, умумий сув истеъмоли ва соя ҳосилдорлигига таъсири ўрганилди. Натижалар 2-жадвалда келтирилган.

Тажриба натижаларига кўра, соя сугоришлардан олдинги тупроқ намлиги ЧДНСга нисбатан 70-70-70% бўлган тартибда сугорилганда мавсумий сугориш меъёри 2250 м³/га, ни ташкил қилди ва умумий сув истеъмоли 3005 м³/га, га тенг бўлди. Худди шундай, 70-75-75% бўлган тартибда сугориш амалга оширилганда бу кўрсаткичлар мос равишида 2386 м³/га ва 2971 м³/га, ни ва 70-80-80% бўлган тартибда эса мос равишида 2520 м³/га ва 3081 м³/га, ни ташкил қилди. Бу эса энг кам сув истеъмоли сугоришлардан олдинги тупроқ намлиги ЧДНСга нисбатан 70-75-75% бўлган тартибда сугорилганда кузатилишини кўрсатади.

Сугориш тартибларининг соя ҳосилдорлигига таъсири ўрганилганда, энг юқори ҳосил 70-75-75% бўлган тартибда сугорилган 2-вариантда бўлганлигини кўриш мумкин. Бу вариантда бошқа вариантларга нисбатан ҳар бир гектардан 1,7–3,8 центнер ҳосил олинган.

2-жадвалда келтирилган маълумотлар бўйича соядан 1 центнер дон ҳосили етишириш учун сарфланган энг кам сув миқдори ҳам сугоришлар 70-75-75% бўлган тартибда амалга оширилган вариантда эканлигини кўриш мумкин. Бу вариантда сув истеъмоли коэффициенти мавсумий сугоришга нисбатан олинганда 95,1 м³/ц. ни, умумий сув истеъмолига нисбатан олингина 118,4 м³/ц. ни ташкил қилган.

Хулоса. Умуман олганда, олиб борилган тажриба натижалари бўйича қўйидача хулосалар қилиш мумкин:

Фарона водийсининг ўтлоқи бўз тупроқлари шароитида кузги буғдойдан кейин такорий экин сифатида экилган сояни сугоришдан олдинги тупроқ намлиги ЧДНСга нисбатан 70-75-75% бўлганда сугоришида мақсадга мувофик бўлади. Бунда мавсумий сугориш меъёри 2386 м³/га, ни ташкил қилиб, ҳосилдорлик 25,1 ц/га, ни ташкил қиласи. Умумий сув истеъмоли 2971 ц/га, ни ташкил қилиб, соядан 1 центнер дон ҳосили олиш учун нисбатан кам сув сарфланади. Яъни сув истеъмоли коэффициенти 118,4 м³/ц. га тенг бўллади.

Nº	Адабиётлар	References
1	Улуғмуродов Д. Сув хўжалигига тежамкор технологиялардан қай даражада фойдаланилмоқда // "Халқ сўзи" газетаси. – Тошкент, 2021.	Ulug'murodov D. Suv xo'jaligida tejamkor texnologiyalardan qay darajada foydalanimoqda [To what extent efficient technologies are used in water management] People's word, 2021.
2	Атабаева Х.Н. Соя. – Т.: Ўзбекистон миллий энциклопедияси нашриёти, 2004. – Б. 21-22.	Atabayeva X.N. Soya. [Soybeans] Publishing House of the National Encyclopedia of Uzbekistan, 2004. - p. 21-22
3	Атабаева Х.Н. Соя – перспективная культура в условиях орошения Узбекистана // Ж. Вестник аграрной науки Узбекистана. – Ташкент, 2000. – №1.	Atabayeva X.N. Soya-perspektivnaya kultura v usloviyakh orosheniya Uzbekistana [Soybean is a promising crop in irrigation conditions of Uzbekistan]/// Journal of Agrarian Science of Uzbekistan, - 2000. No. 1
4	Ёрматова Да., Маъмуроев А. Энг яхши тақорий экин // "Ўзбекистон қишлоқ хўжалиги" журнали // – Тошкент, 2007. – №6. – 17-б.	Yormatova D., Ma'murov A. Eng yaxshi takroriy ekin. O'zbekiston qishloq xo'jaligi jurnali [The best repeat crop. Agricultural journal of Uzbekistan]. No. 6. 2007 year. Page 17. Dissertation for the PhD degree. - T.: 2019. -156 p.
5	Лытов, М.Н. Продуктивность и водопотребление сои при капельном орошении / М.Н. Лытов, А.А.Диденко // Вестник АПК Волгоградской области. – 2005. – № 9. – С. 22-23.	Litov, M.N. Produktivnost i vodopotreblenie soi pri kapelnom oroshenii.[Productivity and water consumption of soybeans under drip irrigation]. /M.N. Lytov, A.A. Didenko // Bulletin of the agrarian and industrial complex of the Volgograd region. – 2005. – №. 9. – 22-23 b.
6	Нематов У.М. Фарғона водийси шароитида тақорий экин – соя навларидан юқори ва сифатли ҳосил етиширишда сугориши тизимларини асослаш. К.х.ф.д. илмий даражаси учун ёзилган диссертация. – Т., 2019.	Nematov U.M. Farg'ona vodisi sharoitida takroriy ekin-soya navlaridan yuqori va sifatlisi hosil yetishtirishda sug'orish tizimlarini asoslash.[Grounding of irrigation systems in the cultivation of high and quality crops from repeated crop-soy varieties in the conditions of the Fergana Valley]. Q/x. Dissertation for the degree of Doctor of Sciences. - T.: 2019
7	Сотторов О.А. Қашқадарё вилоятининг типик бўз тупроқлари шароитида соя навларини сугориштарни ишлаб чиқиши. PhD илмий даражаси учун ёзилган диссертация. - Т.: 2019. -156 б.	Sottorov O.A. Qashqadaryo viloyatining tipik bo'z tuproqlari sharoitida soya navlarini sug'orishtartiblarini ishlab chiqish [Development of methods of irrigation of soybean varieties in conditions of typical gray soils of Kashkadarya region]. Dissertation for PhD degree. - T.: 2019. -156 p
8	Соболева Н.В Водопотребление сои при различных орошения в условиях южной зоны Амурской области. Jurnal.org/articles/2013/selo.html Urozhayna-gryadka.norod.ru.na—orochenie. Html. 2012.	Soboleva N.V Vodopotrebleniye soi pri razlichnyx oroshenii v usloviyakh yuznoy zoni Amurskoy oblasti [Water consumption of soybeans under various irrigation conditions in the southern zone of the Amur region].Jurnal.org/articles/2013/selo.html Urozhayna-gryadka.norod.ru.na—orochenie. Html. 2012.
9	Хамидов М.Х., Маматалиев А.Б. Мойли экинларни томчилигати сугориш (Монография). – Ташкент: "MERIYUS" XMНК, 2015. – 120 б.	Xamidov M.X., Mamataliev A.B. Moyli ekinlarni tomchilatib sug'orish. [Drip irrigation of oil crops] Monograph. -Tashkent: "MERIYUS" KhMNK, -2015: -120 p.

УДК: 627.837

АВТОМАТИЧЕСКОЕ ПЕРЕГОРАЖИВАЮЩЕЕ СООРУЖЕНИЕ ДЛЯ КАНАЛОВ ТРАПЕЦЕИДАЛЬНОГО СЕЧЕНИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕГО ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ

М.-Г.А. Кадирова – к.т.н., доцент,

Национальный исследовательский университет «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства»

Аннотация

На основе анализа существующих и предлагаемых конструкций автоматических затворов-автоматов, а также конструкции автоматического регулятора уровня воды на канале, разработанной ранее совместно с Ф.А. Кадировым, была разработана конструкция мобильной автоматической конструкции перегораживающего сооружения для каналов трапециевидного сечения оросительных систем. А также, на основе модельных исследований, проведенных автором, определён коэффициент расхода воды, протекающего через неё и формула для определения пропускной способности данной конструкции. Данная конструкция выполнена в виде затвора, представляющего собой ёмкость, образованную жестким дном, напорной части переходящими в гибкие боковые элементы, выполненные из гибкой прорезиненной мелиоративной ткани, и жёсткой водосливной части, обтянутой гибкой прорезиненной мелиоративной тканью. Контроль уровня перед конструкцией перегородки осуществляется с помощью регулятора уровня. Данная конструкция перегораживающего сооружения не требует больших затрат, она может быть переносной или стационарной, она не металлическая, легкая, транспортабельная, совмещает функции поддержания необходимого уровня воды в канале, пропуска в нижний бьеф излишков воды, плавающих тел и мусора, обеспечивает необходимый приток воды в отводные каналы

Ключевые слова: затвор, регулятор уровня, прорезиненная мелиоративная ткань, расход воды.

ТРАПЕЦИЯ КЕСИМЛИ КАНАЛЛАРИ УЧУН АВТОМАТИК СУВ ТЎСИШ ИНШООТИ ВА УНИНГ СУВ ЎТКАЗИШ ХУСУСИЯТИНИ АНИҚЛАШ

М.-Г.А. Кадирова – т.ф.н., доцент,

“Тошкент ирригация ва қишилоқ хўжалигини механизациялаш мұхандислари институты” Миллий тадқиқот университети

Аннотация

Амалдаги ва таклиф этилган затвор-автоматларни ҳамда Ф.А.Кадиров билан биргаликда ишлаб чиқилган каналдаги автоматик сув сатхини рослаш иншооти конструкцияни таҳлил қилиш асосида сугориш тизимидағи трапеция кесимли каналлар учун автоматик сув тўсиш иншооти яратилди. Ушбу трапеция кесимли каналлар учун автоматик сув тўсиш иншооти конструкцияси таркибига эгилувчан органлари билан ясалган затвор ва сув сатхи ростлагич киради. Унинг эгилувчан органлари билан ясалган затворининг ҳажми затворнинг қаттиқ туви, эгилувчан резиналаштирилган мелиоратив матодан ясалган босимли қисмидан ва эгилувчан резиналаштирилган мелиоратив матолик қобигига ёпилган бўйлама кесими бўйича вакуумсиз профилидаги оқова шаклида ясалган қаттиқ каркасдан ва резиналаштирилган мелиоратив матодан ясалган юмшоқ ён томонлик қисмлардан ташкил топган. Автоматик сув тўсиш иншооти конструкциянинг юқори бъефдаги сув сатхини бошқарилиши сув сатхи ростлагич ёрдамида амалга оширилади. Сув сатхи ростлагич тепаси очиқ бўйлан вертикал қувур шаклида ясалган бўлиб эгилувчан органлари билан ясалган затворнинг пастки бъеф томонидан жойлашади ва затворнинг ҳажми билан қувур орқали туташтирилади.

Муаллиф томонидан ўтказилган экспериментал тадқиқотлар асосида ушбу ишлаб чиқилган трапеция кесимли каналлар учун автоматик сув тўсиш иншоотининг сув ўтказиш қобилиятини аниқлаш учун сув сарфи коэффициенти ифодаси аниқланди.

Таклиф этилган автоматик сув тўсиш иншоотни сугориш тизимидағи трапеция кесимли каналларга татбиқ қилиш катта ҳаражатларни, ҳамда металлни талаб этмайди, у енгил, ҳам доимий каналнинг бир жойида ишлаб турадиган, ҳам мобил, канални бир жойидан бошқа жойига ўтказиб ишлайдиган бўлиши мумкин. Ушбу конструкция сугориш тизимидағи трапеция кесимли каналларда сув сатхини керакли баланлиқда ушлаб туриб, ортиқча сувни, юза келадиган жисмларни туширади ва сув чиқарувчи иншоотлар орқали тақсимловчи каналларга керакли микдорда сув сарфини ўтказади.

Калит сўзлар: затвор, сув сатхи ростлагич, резиналаштирилган мелиоратив мато, сув сарфи.

AUTOMATIC PARTITION FOR TRAPEZOIDAL CHANNELS AND DETERMINATION OF ITS CAPACITY

Mukaddas-Gaukhar Kadirova

National Research University "Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers"

Abstract

Based on the analysis of existing and proposed designs of automatic gate structures, as well as the design of an automatic water level regulator on the canal developed earlier with F.A.Kadirov, a design of a mobile automatic partition structure in the form of an automatic shutter for channels of trapezoidal section of irrigation systems was developed. And also, on the basis of model studies conducted by the author, the flow coefficient is determined and a formula for determining the throughput of this design is given. This design is made in the form of a gate, which is a container formed by a rigid bottom, pressure and spillway parts of flexible rubberized meliorative fabric, passing into flexible side elements. The level control in front of the partition structure is carried out with the help of a level controller. This partition structure does not require large expenditures, it can be portable or stationary, it is not metal-intensive, lightweight, transportable, combines the functions of stabilizing the required water level in the channel, dumping excess water, fin and debris, provides the necessary water inflow into the discharge channels.

Key words: hydraulic, autoregulator, non-vacuum profile, rubberized meliorative fabric.



Введение. Учитывая то, что на сегодняшний день важное значение приобретает разработка и внедрение современных инновационных конструкций гидротехнических сооружений, которые обеспечивают экономию воды и электроэнергии в водном хозяйстве, улучшают эффективность эксплуатации сооружений на оросительных каналах, что показано в работах Я.Э. Пулатова [1], Т.С. Кошкаровой, Л.Н. Медведевой, А.А. Новикова, Л.А. Воеводиной [2], В.Н. Щедрина, С.М. Васильева, А.А. Чураева [3], А.А. Алдошкина [4], Э.М. Халифа, М.А.Эльтавил, М.Э. Мелеха, М.М. Шараф [5], П.П. Гадж, В. Джотипракаш, В.В. Бхосекар [6].

Для поддержания требуемого уровня воды в канале перед перегораживающим сооружением и подачи заданного расхода воды в распределительные каналы для экономного потребления воды потребителями используется гидравлическая автоматизация перегораживающих сооружений на каналах. Она осуществляется с помощью гидравлических затворов - автоматов. Они позволяют экономить воду и электроэнергию, затрачиваемую на эксплуатацию перегораживающих сооружений, то есть снижают эксплуатационные расходы. До настоящего времени лишь некоторые конструкции гидравлических автоматических затворов-автоматов, используемых на перегораживающих сооружениях, были описаны в известных работах Ш.С. Бобохидзе, Я.В. Бочкарева, П.И. Коваленко, Е.Е. Маковского. Они изготавливаются из традиционных металлических конструкций, не допускают перелив воды поверх затвора-автомата, и поэтому требуют периодической очистки участка канала перед затвором-автоматом от плавающих тел и мусора, требуют для своей работы значительных перепадов уровня воды, а также требуют для установки таких затворов-автоматов строить капитальное сооружение прямоугольного поперечного сечения. Это дорого и препятствует их широкому внедрению в практику.

В настоящее время появление материалов в виде гибких прорезиненных тканей, показанных в работах Т. Томияма и И. Нисидзаки [7], Уэстон, Г. Чартуни, Л. Далтон, Д. Форс, Дж. Тровиллон, К. Зумбулев, Р. Макмиллен [8], Новикова С.Г., Куценко В.Н. [9], создают большие возможности для применения их в качестве гибких органов в гидравлических затворах-автоматах уровня воды на перегораживающих сооружениях на каналах.

Поэтому на сегодняшний день уже существуют комбинированные гибкие конструкции гидравлических

затворов – автоматов уровня воды. Эти конструкции показаны в работах К.М. Мелихова, А.А. Пахомова, Н.А. Колобанова [10], В.Н. Щедрина, А.А. Чураева, В.М. Школьная, Л.В. Юченко [11], В.И. Ольгаренко, Н.С. Степанова, О.П. Кисарова, И.В. Ольгаренко, М.И. Бальзанникова, А.С. Овчинникова, Р.З. Киселёвой, К.М. Мелихова, А.А. Киселёва, М.-Г.А. Кадировой. А также конструкция гидравлического автoreгулятора уровня воды на канале с гибкими рабочими элементами, разработанная совместно с Ф.А. Кадировым.

Однако основным недостатком широкого использования этих конструкций на трапециoidalных каналах является неудобство трапециoidalное поперечное сечение канала для установки автоматического затвора и необходимость периодической механической очистки этого участка от плавающих тел и мусора перед автоматическим затвором. Поэтому из-за того, что применение всех этих конструкций на каналах оросительных систем трапециoidalного сечения затруднено в настоящее время существует необходимость разработки конструкций таких гидравлических затворов-автоматов, то есть автоматических регуляторов уровня для каналов трапециoidalного сечения оросительной системы, конструкции которых отличаются отсутствием этих недостатков.

Постановка задачи. Анализируя существующие и предлагаемые конструкции автоматических затворов для каналов оросительных систем, была поставлена цель – разработать конструкцию автоматического перегораживающего сооружения для каналов оросительных систем трапециoidalного сечения, работающую полностью на гидравлической энергии потока воды, автоматически регулирующей уровень воды по длине канала до места установки этой конструкции, обеспечивающей пропуск плавающих тел и мусора. В то же время эта конструкция должна быть неметаллоемкой, легкой и, при необходимости, портативной, мобильной. А также определить её пропускную способность. Исходя из поставленной цели, были поставлены следующие задачи. 1) Выбор аналога для разработки конструкции. 2) На основе этого аналога разработка новой инновационной конструкции автоматического перегораживающего сооружения, представляющей собой автoreгулятор уровня воды для каналов трапециoidalного сечения. 3) Выбор масштаба модели и определение размеров модели методом физического моделирования модели и натуры, 4) Выполнение экспериментальной установки и модели разработанной конструкции. 5) Проведение

пробных модельных исследований работоспособности конструкции. 6) Проведение модельных исследований на экспериментальной установке для определения пропускной способности сооружения. 7) Обработка результатов экспериментальных исследований пропускной способности модели и, на этой основе, определение коэффициента расхода для определения пропускной способности модели.

Разработанная конструкция автоматического перегораживающего сооружения в виде авторегулятора уровня воды показана на рис. 1 и рис. 2.

Она представляет собой затвор, ёмкость 1 которого образована днищем 2, выполненным в виде жёсткого dna трапецидального канала, напорной частью 3, которая выполнена из прорезиненной мелиоративной ткани, и частью 4, которая является жёсткой водосливной частью затвора, обтянутой прорезиненной мелиоративной тканью и переходит в боковые элементы 9, которые являются также продолжением напорной части 3 и выполнены также из прорезиненной мелиоративной ткани.

Положение авторегулятора, его наполнение и опорожнение регулируются автоматически с помощью регулятора уровня 5, выполненного в виде трубы с открытым верхом. В то же время верхняя часть трубы регулятора уровня 5 устанавливается на отметке, заданной глубины воды в канале перед конструкцией автоматического перегораживающего сооружения.

В этом случае вода с более высокой отметкой уровня, чем та, которая установлена в канале перед конструкцией автоматического перегораживающего сооружения, поступает из участка канала перед конструкцией автоматического перегораживающего сооружения через водовпускное отверстие патрубка 6 в ёмкость водовмещающего затвора. А затем в трубу 7 и, будучи установленной по закону сообщающихся сосудов с уровнем, равным уровню воды перед конструкцией автоматического перегораживающего сооружения, она

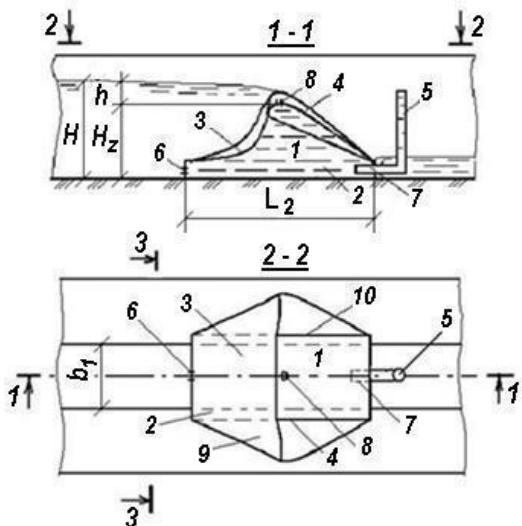


Рис. 1. Конструкция разработанного автоматического перегораживающего сооружения для каналов трапецидального сечения: 1 – ёмкость затвора, 2 – днище затвора, 3 – напорная часть затвора, 4 – водосливная часть затвора, 5 – регулятор уровня воды, 6 – водовпускной патрубок, 7 – водовыпускной патрубок, 8 – воздуховыпускное отверстие, 9 – боковые элементы затвора.

текает через верхнюю часть трубы 5 в нижний бьеф.

После этого уровень воды в ёмкости затвора автоматического перегораживающего сооружения и, следовательно, гидростатическое давление воды, действующее на его внутренние элементы, снижается.

Вода из ёмкости затвора 1 по трубе 7 поступает в регулятор уровня воды 5, и по нему сливается в нижний бьеф канала, поскольку его верх установлен

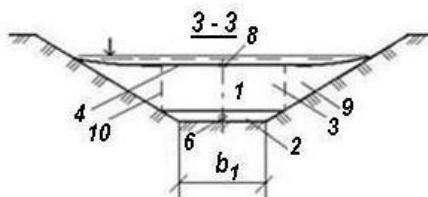


Рис. 2. Вид разработанной конструкции автоматического перегораживающего сооружения для каналов трапецидального сечения в разрезе 3 – 3 (рис. 1):

1 – ёмкость затвора, 2 – днище затвора, 3 – напорная часть затвора, 4 – водосливная часть затвора, 5 – регулятор уровня воды, 6 – впускной патрубок, 7 – выпускной патрубок, 8 – воздуховыпускное отверстие, 9 – гибкие боковые элементы затвора.

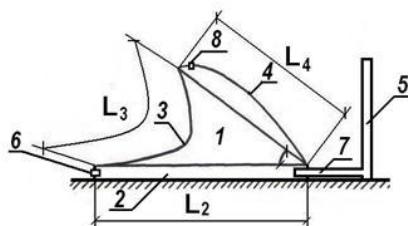


Рис. 3. Конструктивные элементы разработанного автоматического перегораживающего сооружения для каналов трапецидального сечения: 1 – ёмкость затвора, 2 – днище затвора длиной L_2 , 3 – напорная часть затвора длиной L_3 , 4 – жёсткая водосливная часть затвора, длиной L_4 , 5 – регулятор уровня воды, 6 – впускной патрубок, 7 – выпускной патрубок, 8 – воздуховыпускное отверстие. (Боковые элементы водовмещающего затвора на рисунке не показаны).

на заданной отметке уровня воды перед конструкцией автоматического перегораживающего сооружения. Из-за того, что площадь поперечного сечения выпускного патрубка 6 затвора в 3–4 раза меньше площади его выпускного патрубка 7, количество воды, поступающей в ёмкость затвора 1, будет меньше количества воды, вытекающей из ёмкости затвора 1, ёмкость затвора 1 начинает опорожняться. И жёсткая водосливная часть затвора 4 начинает опускаться, тем самым увеличивая поток воды, проходящей поверх жёсткой водосливной части затвора, и понижая уровень воды перед конструкцией автоматического перегораживающего сооружения до заданной отметки уровня воды.

Когда уровень воды в канале перед конструкцией автоматического перегораживающего сооружения опускается ниже заданной отметки уровня воды, вода не будет вытекать через верхнюю часть трубы 5 регулятора уровня воды. При этом через отверстие выпускного патрубка 6 вода будет постоянно поступать в ёмкость

затвора 1, но она не будет вытекать из его ёмкости. Гидростатическое давление внутри ёмкости затвора 1 увеличится, и ёмкость затвора 1, наполняясь водой, начнет подниматься, перекрывая участок канала до тех пор, пока уровень воды в канале не станет выше заданной отметки уровня воды перед конструкцией автоматического перегораживающего сооружения. В результате этого вода из ёмкости затвора 1 будет поступать через выпускной патрубок 7 в трубу регулятора уровня 5 и сливаться через его открытый верх в нижний бьеф канала.

При повышении отметки уровня воды в канале выше заданной отметки уровня воды в канале процесс повторяется. Этот процесс будет продолжаться до тех пор пока не установится уровень воды в канале, при котором количество воды, поступающей в ёмкость затвора 1, станет равным количеству воды, вытекающей из ёмкости затвора через открытый верх трубы регулятора уровня воды, то есть, когда установится заданная отметка уровня воды в канале перед конструкцией автоматического перегораживающего сооружения.

Для определения пропускной способности конструкции автоматического перегораживающего сооружения для каналов оросительной сети трапецидального сечения, были поставлены и проведены ее экспериментальные исследования.

Исследования пропускной способности автоматической перегораживающей конструкции в виде авторегулятора уровня воды проводились на экспериментальной установке, показанной на рис. 4.

Моделирование исследуемых явлений проводилось в соответствии с критериями гравитационного подобия объектов и динамического подобия сил, описанном в работе В.А. Прокофьева, Г.А. Судольского. Масштаб модели при этом по отношению к натуре был принят 1:4.

Экспериментальная установка состояла из лотка трапецидального сечения с шириной дна 0,36 м и боковыми стенками, высотой 0,5 м, расположенным под

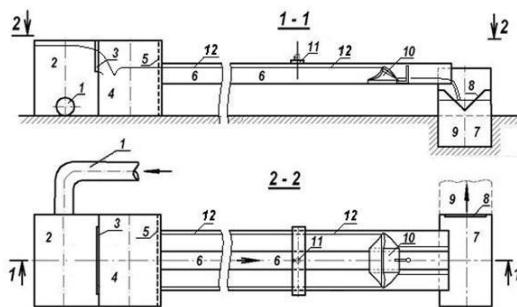


Рис. 4. Экспериментальная установка.

- 1 – труба, подводящая воду от насоса,
- 2 – успокоительный бак №1,
- 3 – мерный треугольный водослив с тонкой стенкой,
- 4 – успокоительный бак №2,
- 5 – гаситель энергии водного потока,
- 6 – лоток,
- 7 – успокоительный бак №3,
- 8 – мерный треугольный водослив с тонкой стенкой,
- 9 – водосбросная траншея,
- 10 – исследуемая модель,
- 11 – передвижная полка с установленным на ней штитценмасштабом,
- 12 - уровень воды в лотке.

углом 0,611 радиана относительно горизонтали, длиной 12 м, шириной лотка по верху 1,36 м. Максимальный расход воды, подаваемой в лоток, составлял 0,0561 м³/с.

Снабжение лотка водой осуществлялось насосом через закрытую систему подачи воды. Для исследования

пропускной способности затвора с гибкими рабочими органами конструкции автоматического перегораживающего сооружения была использована одна модель. Водосливная часть модели затвора была выполнена в продольном сечении в виде жёсткого каркаса в форме безвакуумного профиля, обтянутого прорезиненной мелиоративной тканью, (рис. 1, рис. 2).

Этот профиль был построен в соответствии с координатами Кригера-Офицерова, описанном в работе А.П. Гурьев, Е.С. Беглярова, С.А. Соколова, Б.А. Хайек [19].

Размеры элементов модели затвора, рис.1, рис. 2, рис. 3, были приняты следующими: L₃ – длина напорной части 3 затвора, L₃ = 0,45 м, L₄ – длина хорды водосливной части 4 затвора, L₄ = 0,45 м, L₂ – длина дна 2 затвора, L₂ = 0,64 м, α_{max} – максимальный угол, образуемый хордой водосливной части затвора с горизонтом, α_{max} = 0,611 радиан.

Днище модели затвора имело ширину 0,36 м понизу и ширину 0,51 м поверху, длину L₂ = 0,64 м и высоту 0,08 м. Отверстие впускного патрубка 6 в ёмкость модели затвора было принято круглым диаметром 0,025 м. Отверстие выходного патрубка 7 из ёмкости модели затвора было принято круглым диаметром 0,05 м.

Диаметр трубы регулятора уровня воды 5 модели был принят 0,07 м, а диаметр отверстия для выпуска воздуха во время наполнения ёмкости модели затвора водой был принят 0,006 м.

Водосливная часть 4 модели была выполнена в продольном направлении в виде жёсткого каркаса безвакуумного профиля водослива в соответствии с координатами Кригера-Офицерова. Моделирование эластичного материала проводилось в соответствии с максимальным линейным растяжением. Этот вопрос рассматривается в работах А.П. Назарова и А.П. Назарова, Б.И. Сергеева.

Основная часть экспериментов проводилась с последовательным увеличением расхода воды в лотке. Измерения всех параметров производились через 15–20 минут после изменения расхода или любого из значений. В течение этого времени в лотке устанавливался равномерный неизменяемый режим течения воды.

Результаты и примеры. В общем случае коэффициент расхода представляет собой слепую типу функцию.

$$m = f(H, h_0 / H, \alpha, \alpha_{max}, h_{vac} / H, \sigma_n, Fr, We, Re) \quad (1)$$

где: H – напор воды на сооружении, h₀ – напор над порогом водосливной части затвора с учётом скоростного напора, H_z – высота поднятия затвора относительно дна канала перед сооружением, α – угол, образуемый хордой водосливной части затвора с горизонталью, α_{max} – максимальный угол, образуемый хордой водосливной части затвора с горизонталью, h_{vac} – вакуумметрическое давление под струёй на водосливной части затвора, σ_n – коэффициент, учитывающий подтопление со стороны нижнего бьефа, F_r – число Фруда, We – число Вебера, Re – число Рейнольдса.

Из-за того, что учёт влияние всех этих параметров на изменение коэффициента расхода практически невозможно рассчитать пропускной способности модели проводился по хорошо известной формуле

$$Q = mb\sqrt{2g} h_0^{1.5} \quad (2)$$

где: m – коэффициент расхода, g – ускорение свободного падения или силы тяжести, b – ширина водосливной части, h₀ – напор над порогом водосливной части затвора

с учетом скоростного напора.

В связи с тем, что скорость в лотке была менее 1 м/с скоростное давление не учитывалось, h_0 было принято равным

$$h_0 = h = (H - H_z) \quad (3)$$

где: H – глубина воды перед конструкцией автоматического перегораживающего сооружения, H_z – высота водовмещающего затвора конструкции автоматического перегораживающего сооружения по отношению к дну канала.

В данном случае, поскольку ширина водосливной части водовмещающего затвора конструкции автоматического перегораживающего сооружения неодинакова по высоте из-за того, что канал имеет трапецидальное сечение, ширина b была определена как:

$$b = b_1 + m_1(H_z + H) \quad (4)$$

где: H – глубина воды перед конструкцией автоматического перегораживающего сооружения, H_z – высота затвора конструкции автоматического перегораживающего сооружения по отношению к дну канала, m_1 – коэффициент заложения откоса канала, b_1 – ширина канала по дну.

Поэтому для расчета пропускной способности затвора конструкции автоматического перегораживающего сооружения формула (2) преобразуется в следующую формулу (5)

$$Q = m[b_1 + m_1(H_z + H)]\sqrt{2g}(H - H_z)^{1.5} \quad (5)$$

Как показала математическая обработка результатов данных наших исследований методом конечных разностей модели затвора разработанной конструкции автоматического перегораживающего сооружения, её коэффициент расхода m зависит от величины отношение глубины воды над порогом её затвора к его высоте (h/H_z), и эта зависимость подчиняется следующей квадратичной параболической зависимости (6), рис. 5.

В то же время разница между данными исследования относительно полученной параболической зависимости, показанной точками на рисунке 5, составляет +4%.

$$m = -0.994(h/H_z)^2 - 0.5964(h/H_z) + 0.3505 \quad (6)$$

При $h/H_z = 0,03-0,46$ коэффициент расхода изменяется в пределах $m = 0,375-0,455$.

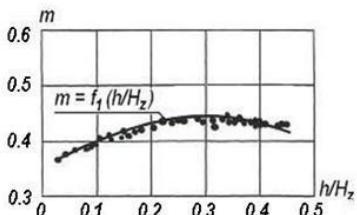


Рис. 5. График зависимости $m = f_1(h/H_z)$, полученный для затвора разработанной конструкции автоматического перегораживающего сооружения для каналов трапецидального сечения оросительной системы

Исследования разработанной нами конструкции автоматического перегораживающего сооружения для каналов трапецидального сечения показали, что ее гидравлические характеристики соответствуют гидравлическим характеристикам потока, описанным в работе А.П.Гурьева, Е.С.Бегляровой, С.А.Соколовой, Б.А.Хайек.

Результаты экспериментальных исследований модели затвора разработанной конструкции автоматического перегораживающего сооружения, при $H_p = 0,15$ м показали, что значения её коэффициентов расхода m соответствуют значениям коэффициентов расхода водослива в виде безвакуумного профиля.

Таким образом, результаты экспериментальных исследований модели затвора разработанной конструкции автоматического перегораживающего сооружения, при $H_p = 0,15$ м, показали следующее:

1. Затвор разработанной конструкции автоматического перегораживающего сооружения для каналов трапецидального сечения имеет коэффициент расхода m , который изменяется в соответствии с параболической зависимостью (6).

2. Расхождение между значением коэффициента расхода m , полученным по формуле (5), и коэффициентом расхода m , полученным экспериментально по формуле (6), имеет допустимое расхождение в пределах +4%.

3. Полученная формула (6) позволяет определить пропускную способность затвора разработанной конструкции автоматического перегораживающего сооружения для каналов трапецидального сечения.

4. Конструкция автоматического перегораживающего сооружения для каналов трапецидального сечения работает стабильно и не подвержена вибрации, поскольку форма водосливной части её водовмещающего затвора является безвакуумной.

Выводы. В соответствии с целями и задачами, поставленными в работе:

1. Разработанная конструкция автоматического перегораживающего сооружения для каналов трапецидального сечения оросительных систем не сужает попечное сечение трапецидального канала, обеспечивает требуемый уровень воды в канале перед конструкцией автоматического перегораживающего сооружения, сброс излишков воды, плавающих тел и мусора, работает за счет гидравлической энергии водного потока, обладает достаточной точностью регулирования уровня воды. Она изготавливается из дешёвых современных материалов, может быть стационарной и переносной и устанавливаться на канал одним или несколькими рабочими, проста в эксплуатации.

2. Для обеспечения устойчивой, без вибраций работы разработанной конструкции автоматического перегораживающего сооружения была обоснована и принята форма водосливной части её затвора в виде безвакуумной.

3. На основе экспериментальных исследований автором получена формула для определения коэффициента расхода, входящего в формулу пропускной способности разработанной конструкции автоматического перегораживающего сооружения для каналов трапецидального сечения, позволяющая определить её пропускную способность.

№	Литература	References
1	Пулатов Я. Э. 2017. Водосберегающие технологии орошения и эффективность использования воды в сельском хозяйстве // Журнал "Экология и строительство". – Душанбе, 2017. – № 4. – С. 21–26.	Pulatov Ya.E. 2017. Vodosberegayushchie tekhnologii orosheniya i effektivnost' ispol'zovaniya v ody v sel'skom khozyaystve. //Journal Ekologiya i stroitel'stvo [Ecology and Construction]. Dushanbe, № 4, pp. 21-26. (In Russian).
2	Koshkarova T.S., Medvedeva L.N., Novikov A.A., Voyevodina L.A., 2020. Organization of water accounting and water saving of irrigation water based on world experience in the conditions of changing climate. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 14 Oct., vol. 577, iss. 1, article number: 012013, DOI: 10.1088/1755-1315/577/1/012013.	Koshkarova T.S., Medvedeva L.N., Novikov A.A., Voyevodina L.A., 2020. Organization of water accounting and water saving of irrigation water based on world experience in the conditions of changing climate. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 14 Oct., vol. 577, iss. 1, article number: 012013, DOI: 10.1088/1755-1315/577/1/012013.
3	Щедрин В. Н., Васильев С. М., Чураев А. А. 2013. Комплексный подход к оценке поколений оросительных систем на основе средств имитационного моделирования сложных систем // Известия Нижневолжского агрониверситетского комплекса: [Бюлл. Нижневолжского агрониверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование]. – Волгоград, 2013. – № 4(32). – С. 189–193.	Shchedrin V.N., Vasiliev S.M., Churaev A.A., 2013. Kompleksnyy podkhod k otsenke pokoleniy orositel'nykh system na osnove sredstv imitatsionnogo modelirovaniya slozhnykh sistem. //Izvestiya Nizhnevолжskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie [Bull. of Nizhnevолжsky Agro-University Complex: Science and Higher Professional Education], no. 4(32), pp. 189-193. (In Russian).
4	Алдошкин А. А. Концепции необходимости разработки инновационных технологий строительства оросительных систем // Ж.: "Вестник мелиоративной науки". – Коломен, 2020. – № 2. – С. 58–65.	Aldoshkin A.A. Kontseptsiy neobkhodimosti razrabotki innovatsionnykh tekhnologiy stroitel'stva orositel'nykh sistem. // Vestnik meliorativnoy nauki [Bulletin of Reclamation Science], Kolomen, 2020. № 2, pp. 58-65. (In Russian).
5	Халифа, Э.М., Эльтавил, М.А., Мелеха, М.Э., и Шраф, М.М. 2009. Совершенствование управления орошаемыми водами с использованием разработанных оросительных каналов // Журнал почвоведения и сельскохозяйственной инженерии, 34(6), 7481–7503. https://doi.org/10.21608/jssae.2009.103878	Khalifa, E. M., Eltawil, M. A., Meleha, M. E., & Sharaf, M. M. Sovrshenstvovaniye upravleniya oroshennimi vodami s ispolzovaniem razrabotannix orositel'nix kanalov [Enhancing the irrigation water management using developed irrigation canals] // Journal of Soil Sciences and Agricultural Engineering,34(6), 7481–7503. https://doi.org/10.21608/jssae.2009.103878
6	Gadge, P. P., Jothiprakash, V., &Bhosekar, V. V. 2019. Hydraulic design considerations for orifice spillways. // ISH Journal of Hydraulic Engineering, 25(1), 12–18. https://doi.org/10.1080/09715010.2018.1423579	Gadge, P. P., Jothiprakash, V., &Bhosekar, V. V. 2019. Hydraulic design considerations for orifice spillways.// ISH Journal of Hydraulic Engineering, 25(1), 12–18. https://doi.org/10.1080/09715010.2018.1423579
7	Tomiyama, T., &Nishizaki, I. 2020. Applicability of fiber reinforced plastics to hydraulic gates. In Composites in Civil Engineering, CICE 2006, pp. 453–456. International Institute for FRP in Construction (IIFC).	Tomiyama, T., &Nishizaki, I. 2020. Applicability of fiber reinforced plastics to hydraulic gates. InComposites in Civil Engineering, CICE 2006, pp. 453–456. International Institute for FRP in Construction (IIFC).
8	Уэстон Д., Чартуни Г., Далтон Л., Форс Д., Тровиллион Дж., Зумбулев К., Макмиллен Р. 2021. Использование композитного материала для секторных и вертикальных подъемных ворот. Во Всемирном конгрессе по экологическим и водным ресурсам 2021 г.: Планирование устойчивого будущего в пресноводных районах Америки - Избранные документы Всемирного конгресса по экологическим и водным ресурсам 2021 г. (стр. 116–121). Американсское общество инженеров-строителей (ASCE). https://doi.org/10.1061/9780784483466.011	Weston D., Chartouni G., Dalton L., Force D., Trovillion J., Zumbulev K., McMillen R. Ispolzovaniye kompozitnogo materiala dlya sektornih i vertikal'nykh pod'emyx vorot [Use of composite material for sector gates and vertical lift gates. InWorld Environmental and Water Resources Congress 2021: Planning a Resilient Future along America's Freshwaters - Selected Papers from the World Environmental and Water Resources Congress 2021] (pp. 116–121). AmericanSocietyofCivilEngineers (ASCE). https://doi.org/10.1061/9780784483466.011
9	Новиков С.Г., Куценко В.Н. Использование мобильных гибких защитных гидротехнических сооружений из композитных материалов для снижения последствий ущерба от водных катастроф // Журнал «Провинциальные научные записки». – Курск, 2019. – № 1 (9). – С. 114–117.	Novikov S.G., Kutsenko V.N. Ispolzovaniye mobil'nyx gibkix zashitnyx gidrotexnicheskix soorujenij iz kompozitnix materialov dlya snijeniya posledstviy usherba ot vodnix katastrof[Innovative mobile flexible protective hydrotechnical structures from composite materials] //The journal "Provinzialnye zapiski" №. 1 (9), 2019, pp. 114-117. CHOU VO Regionalnyy otkrytyy sotsialnyy institute. Kursk. (In Russian)
10	Мелихов К. М., Пахомов А. А., Колобанова Н. А. Возможность автоматизации подачи заданного расхода воды на открытых оросительных системах // Международный научно-исследовательский журнал [International Scientific Research Journal]. 2016. № 10(52). – С. 161–163.	Melikhov K.M., Pakhomov A.A., Kolobanova N.A. Vozmozhnost' avtomatiztsii podachi zadannogo raskhoda vody na otkrytykh orositel'nykh sistemakh. // Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy journal [International Scientific Research Journal], № 10(52), pp. 161-163. (In Russian).
11	Щедрин В.Н., Чураев А.А., Школьная В.М., Юченко Л.В. 2021. Моделирование динамического управления водораспределением на каналах открытой оросительной сети // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. 2015. № 4(20). С. 1–20.	Shchedrin V.N., Churaev A.A., Shkolnaya V.M., Yuchenko L.V. Modelirovaniye dinamicheskogo upravleniya vodoraspredeleniem na kanalax otkritoy orositel'noy seti // Nauchnyy Journal Rossiyskogo NII Problem Melioratsii, № 4(20), pp. 1-20 (In Russian).

УДК: 631.675

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СОБСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ СТРУКТУРНО-НЕОДНОРОДНОЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ

Т.Мавланов – профессор, Ш.Худайназаров – доцент, О.Чориева – студентка,
Национальный исследовательский университет «Ташкентский институт инженеров
ирригации и механизации сельского хозяйства»

Аннотация

В статье исследованы собственные колебания цилиндрической оболочки, подкрепленных равноотстоящими попечерными упругими шпангоутами прямоугольного профиля. Для получения уравнений колебаний использовано принцип возможных перемещений. Исследование спектра собственных колебаний подкрепленной оболочки свелось к решению краевой задачи, которое решается с помощью граничных условий. При получении численных результатов использовано программный комплекс ANSYS. Построены формы собственных колебаний цилиндрической оболочки. Определены собственные частоты колебаний при различных соединений и количество шпангоутов. Полученные результаты сопоставлены с результатами теоретических и экспериментальных исследований других авторов. Проведенные анализы численных результатов показывают, что с увеличением числа шпангоутов увеличивается и значение собственной частоты колебаний цилиндрической оболочки, и в свою очередь достигается уменьшению амплитуды колебаний.

Ключевые слова: собственные колебания, цилиндрическая оболочка, принцип возможных перемещений, собственная частота колебаний, собственная форма колебаний, потенциальная энергия, модуль упругости, шпангоут.

СТРУКТУРАВИЙ БИР ЖИНСЛИ БЎЛМАГАН ҚОБИҚЛИ КОНСТРУКЦИЯЛАРНИ СОНЛИ ТАДҚИҚ ЭТИШ

Т.Мавлонов – профессор, Ш.Худайназаров – доцент, О.Чориева – талаба,
“Тошкент ирригация ва қишилоқ ҳўжалигини механизациялаш мұхандислари институти” МТУ

Аннотация

Мақолада тўғри тўртбурчак кўндаланг кесимли эластик шпангоутлар ўрнатилган структуравий бир жинсли бўлмаган қобиқли конструкцияларнинг хусусий тебранишлари урганилган. Тебраниш тенгламаларини олиш учун мумкин бўлган кўчиш принципи кўлланилган. Эластик шпангоутлар ўрнатилган структуравий бир жинсли бўлмаган қобиқли конструкцияларнинг тебраниш тенгламалари чегаравий масалаларга келтирилиб, кўйилган чегаравий шартлар ёрдамида ечилади. Масалаларни ечиш ва натижаларни олишда ANSYS дастурий таъминотидан фойдаланилган. Цилиндрсизмон қобиқнинг хусусий тебраниш шакллари курилган. Цилиндрсизмон қобиқнинг чеккаларига ҳар хил боғланишлар ўрнатилган ҳолатлар ва шпангоутларсонига кўра хусусий тебраниш частоталари аниқланди. Олинган натижалар бошқа муаллифларнинг назарий ва экспериментал тадқиқлари натижалари билан таққосланди. Ракамли натижаларни таҳлил қилиш шуни кўрсатадики, шпангоутлар сонининг ортиши билан цилиндрсизмон қобиқнинг хусусий тебраниш частотасининг қиймати ҳам ошади ва ўз навбатида тебранишлар амплитудасининг пасайишига эришилади.

Калил сўзлар: хусусий тебранишлар, цилиндрсизмон қобиқ, мумкин бўлган кўчишлар принципи, тебранишларнинг хусусий частотаси, тебранишларнинг хусусий шакли, потенциал энергия, эластик модули, шпангоут.

NUMERICAL STUDY OF NATURAL VIBRATIONS OF A STRUCTURALLY NON-HOMOGENEOUS CYLINDRICAL SHELL

T. Mavlanov- professor, Sh.Khudaynazarov - associate professor, O.Chorieva - student.
National Research University "Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers"

Abstract

The article examines the natural vibrations of a cylindrical shell supported by equally spaced transverse elastic frames of a rectangular profile. The principle of virtual displacements was used to obtain the equations of oscillations. The study of the spectrum of natural vibrations of the reinforced shell was reduced to solving a boundary value problem using boundary conditions. In obtaining numerical results, the ANSYS software package was used. The modes of natural vibrations of the cylindrical shell are constructed. The eigenfrequencies of vibrations for various fastenings and the number of frames are determined. The results obtained are compared with the results of theoretical and experimental studies of other authors. The analyses of the numerical results show that with an increase in the number of frames, the value of the eigenfrequency of cylindrical shell vibrations also increases, and, in turn, a decrease in the vibration amplitude is achieved.

Keywords: natural vibrations, cylindrical shell, principle of virtual displacements, eigenfrequency of vibrations, natural mode of vibrations, potential energy, modulus of elasticity, frame.

Введение. Оболочечные конструкции различного вида нашли своё широкое использование в современной инженерной практике, что приводит к серьёзным требованиям, относящимся к надёжности их работы и рациональному использованию материала при их конструировании. Данные конструкции обладают высокими прочностными свойствами, имеют малый вес

и имеют высокую устойчивость при воздействии на них различного рода нагрузок.

Структурно-неоднородные оболочечные конструкции широко применяются в судостроении, самолётостроении, строительстве крупных сооружений, в космической технике. Расчёты на прочность, устойчивость и колебания структурно-неоднородных оболочечных конструкций

играют важную роль при проектировании современных аппаратов, конструкций, машин и сооружений. Тем не менее, поведение тонких структурно-неоднородных оболочечных конструкций под действием статических и динамических нагрузок, при котором проявляются геометрическая нелинейность, поперечные сдвиги, ползучесть и ортотропных свойств материалов, исследовано недостаточно.

Известно, что тонкие оболочки могут допускать прогибы, соизмеримые с их толщиной, даже под действием небольших нагрузок. Для придания в нужных местах большей жесткости профиль тонких оболочек может иметь плавные утолщения. С целью повышения жесткости тонкостенная часть оболочки может быть подкреплена дискретно расположеными шпангоутами и стрингерами. В обоих случаях существенно повышается несущая способность конструкции при незначительном увеличении её массы и эти оболочечные конструкции называются структурно-неоднородными.

Все большее значение в промышленности и строительстве занимают конструкции, в состав которых входят оболочки различных геометрических форм с разными значениями физико-механических свойств материала (рис.1,2).

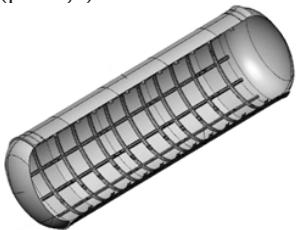


Рис.1 Топливный бак космического аппарата.

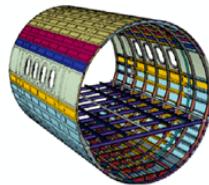


Рис.2 Балочный фюзеляж самолета.

Для анализа напряженно-деформированного состояния таких конструкций все чаще используют численные методы расчетов. Среди них можно выделить метод конечных элементов (МКЭ), получившего большую популярность в современном мире. Основная идея данного метода заключается в разбиении (дискретизации) конструкции на конечное число элементов различной формы и процесса кусочно-элементной интерполяции функций. К преимуществам МКЭ можно отнести:

- 1) конструктивные особенности используемого объекта не оказывают влияния на расчет конструкции;
- 2) простой алгоритм, учитывающий взаимодействие исследуемой конструкции со средой окружающей её;
- 3) автоматизированный расчет на всех этапах разработки;
- 4) широкий спектр конструктивной, геометрической и физической интерпретации.

Многие достоинства выше указанного метода позволило использовать его в широко известных инженерных, программных комплексах (ЛИРА, САПР, NASTRAN, ABAQUS, ANSYS и др.). Появление МКЭ исторически связано с идеей применения работающих алгоритмов расчёта неопределенных (статически и кинематических) стержневых систем для решения задач из теории упругости. С целью упрощения расчетов в XIX веке появилась идея дискретизации сплошной среды, реализовать которую стало возможным лишь с

появлением компьютеров в середине XX в.

ANSYS – это программный пакет конечно-элементного анализа, решающий задачи в различных областях инженерной деятельности (прочность конструкций, термодинамика, механика жидкостей и газов, электромагнетизм), включая связанные многодисциплинарные задачи (термопрочность, магнитоупругость и т.п.). Система ANSYS – это гибкое и надежное средство проектирования и анализа. Она работает в среде операционных систем самых распространенных компьютеров - от РС до рабочих станций, высокопроизводительных кластеров и суперкомпьютеров. Особенностью программной системы является файловая совместимость всех членов семейства ANSYS для всех используемых платформ. Многоцелевая направленность программы (т.е. реализация в ней средств для описания отклика или реакции сложной системы на воздействия различной физической природы) позволяет использовать одну и ту же модель для решения таких связанных задач, как прочность при тепловых нагрузках, влияние магнитных полей на прочность конструкции, тепломассоперенос в электромагнитном поле. Модель, созданная на РС, может использоваться на суперкомпьютере. Это обеспечивает всем пользователям ANSYS удобные возможности для решения широкого круга инженерных задач.

Сегодня ANSYS – это чрезвычайно мощная и удобная программная система. Каждая ее версия включает новые и расширяет прежние возможности системы, что делает ANSYS более быстродействующей, более гибкой и удобной в использовании. Эти ее качества помогают пользователям справиться с непрерывно возрастающими запросами современного промышленного производства.

Обзор проведенных исследований.

В статье [1] разработан алгоритм расчета по методу конечных элементов осесимметричных и неосесимметричных колебаний составных ортотропных оболочек вращения со шпангоутами. Шпангоут рассматривается как упругое кольцо с недеформируемым поперечным сечением. Оценено влияние параметров шпангоута на собственные частоты колебаний оболочек.

В статьях [2-3] предложены математические модели с учетом геометрической нелинейности деформирования оболочек переменной толщины. При этом рассмотрены различные свойства материалов оболочек (ортотропия, линейная и нелинейная упругость, вязкоупругость, поперечные сдвиги, переменная жесткость).

В статье [4] на основе конечно-элементной модели определены расчетные частоты и формы собственных колебаний цилиндрической оболочки. Проведено расчетно-экспериментальное исследование и получены экспериментальные частоты, формы собственных колебаний методом ударного возбуждения.

В статье [5] исследованы собственные колебания цилиндрических, эллиптических и открытых оболочек. Проанализировано влияние граничных условий и различных геометрических параметров на собственные частоты колебаний оболочек. Представлены результаты исследования собственных колебаний трёхмерных тонкостенных конструкций, выполненного в рамках конечно-элементных реализаций, основанных на уравнениях классической теории оболочек и трёхмерной теории упругости.

В работе [6] проведена нелинейный статический и динамический анализ оболочки с учетом однородного, изотропного и линейно-упругого материала. Определены критическая нагрузка и собственная частота с соответствующими им режимами изгиба и вибрации. При линейном динамическом анализе было отмечено, что собственная частота увеличивается с увеличением высоты изогнутой кромки.

В работах [7-8] рассмотрена задачи о вынужденных

колебаниях оболочечной конструкции со свободными граничными условиями на концах. Приведены примеры расчета амплитудно-частотных характеристик и режимов вибрации оболочечной конструкции.

В работах [9-16] исследованы вынужденные колебания многослойных цилиндрических, сферических и конических оболочек при нестационарном нагружении. В рамках модели оболочек типа Тимошенко выводятся уравнения движения многослойных оболочек вращения и проводится численное моделирование динамического поведения многослойных оболочек при осесимметричном импульсном нагружении. Приведены численные примеры динамического поведения оболочек и проанализированы полученные результаты.

В работах [17-18] исследована динамическая устойчивость цилиндрической ортотропной оболочки. Методом Бубнова-Галеркина задача была сведена к бесконечной системе обыкновенных дифференциальных уравнений, которая сводится к бесконечной системе однородных алгебраических уравнений в виде временных тригонометрических рядов. Путем сведения полученной системы и приравнивания приведенного определителя матрицы нулю было получено характеристическое уравнение для определения критических частот пульсаций внешнего давления. Разработанная математическая модель позволяет рассчитывать динамическую устойчивость ортотропных цилиндрических оболочек линейно-переменной толщины.

В работах [19-20] приведены методы и результаты экспериментальных исследований напряженно-деформированного состояния и прочности многослойных толстостенных анизотропных цилиндров при динамическом нагружении. Разработана алгоритм и программа для расчета напряженно-деформированного состояния и прочности многослойных композитных цилиндров при внутреннем импульсивном нагружении.

В отличие от вышеприведенных научных работ в настоящей работе проведены исследования динамики оболочечных конструкций с учетом структурной неоднородности и реологических свойств элементов конструкции. Основная цель работы являются оценка динамических характеристик тонких структурно-неоднородных оболочечных конструкций.

Постановка задачи. Объект исследования. Проведены исследования собственных колебаний тонкостенной структурно-неоднородной цилиндрической оболочки, регулярно подкрепленных равноотстоящими шпангоутами 6x1 мм прямоугольного профиля с помощью программного комплекса ANSYS.

При численных расчетах принятые следующие реальные геометрические характеристики тонкостенной структурно-неоднородной цилиндрической оболочки:

$$\begin{aligned} L/R &= 2,3; R/h = 115; R = 75 \text{ мм}, h = 0,65 \text{ мм}, L = 172,5 \text{ мм} \\ E &= 2100000 \text{ кг}/\text{см}^2, \gamma = 7850 \text{ кг}/\text{м}^3 \end{aligned}$$

Оболочки устанавливались в разных граничных условиях:

- C-C – жесткое двухстороннее защемление;
- S-S – шарнирное закрепление;
- C-F – консольное закрепление контуров.

Результаты.

Построены собственные формы колебаний и определены собственные частоты для разных цилиндрических оболочек с разными количествами шпангоутов (рис. 3):

1. Цилиндрическая оболочка с пятью шпангоутами;
2. Цилиндрическая оболочка с четырьмя шпангоутами;
3. Цилиндрическая оболочка с тремя шпангоутами;
4. Цилиндрическая оболочка с двумя шпангоутами;
5. Цилиндрическая оболочка с одним шпангоутом.

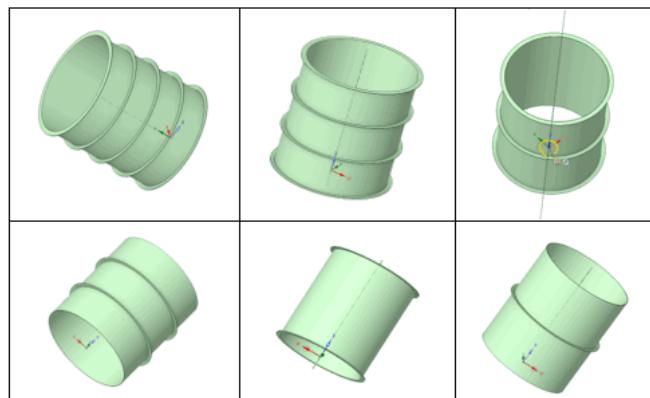
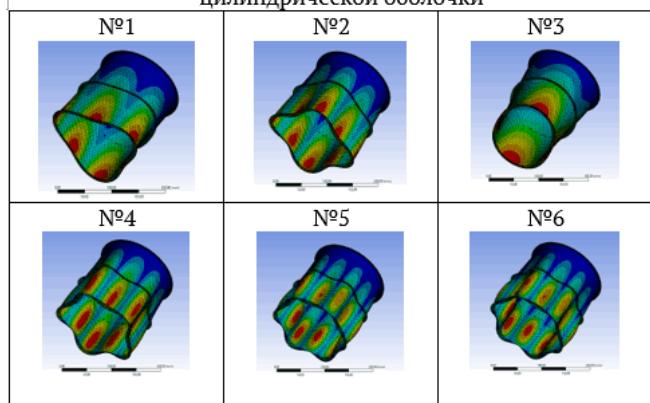
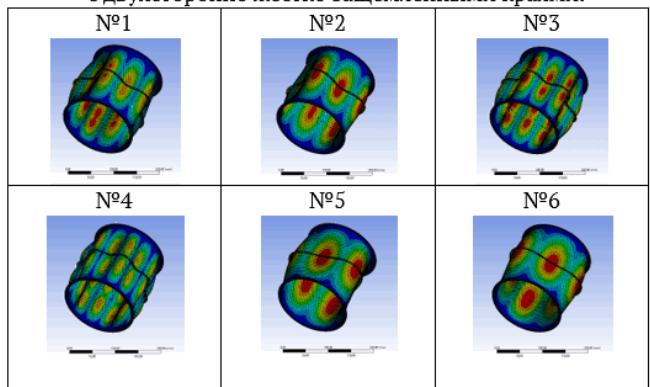


Рис.3 Цилиндрические оболочки с разными количествами шпангоутов.

Собственные формы колебаний консольной цилиндрической оболочки



Собственные формы колебаний цилиндрической оболочки с двухсторонне жестко защемленными краями.



Собственные формы колебаний цилиндрической оболочки с шарнирном соединением.

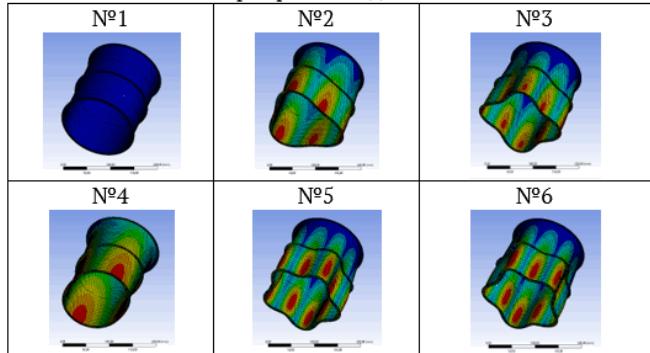


Рис.4. Собственные формы колебаний структурно-неоднородной цилиндрической оболочки.

Таблица №1

Значения собственных частот с учетом граничных условий с пятью шлангутами

Nº	C-F	C-C	S-S
1.	1258,9	2790,4	0,0
2.	1261,6	2794,4	1218,7
3.	1547,3	3148,8	1427,8
4.	1549,5	3185,9	1662,
5.	2341,3	3515,8	1664,3
6.	2342,7	3519,2	2306,3
7.	2609,9	4348,3	2513,8
8.	2639,9	4386,5	2699,1
9.	3021,8	4653,7	2727,9
10.	3023,9	4671,4	3424,3

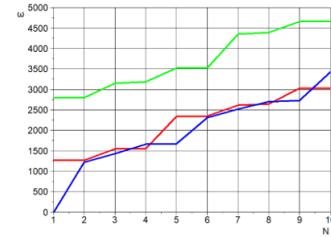


Рис.5 График зависимости изменения частот колебаний с учетом граничных условий с пятью шлангутами

На рис.5 приведены кривые изменения частоты собственных колебаний с пятью шлангутами.

Таблица №2

Значения собственных частот с учетом граничных условий с четырьмя шлангутами

Nº	C-F	C-C	S-S
1.	1248,5	2734,1	0,0
2.	1249,7	2750,1	3,65e-003
3.	1422,3	2937,1	1973,8
4.	1426,2	2980,2	1981,3
5.	2321,3	3559,3	2374,7
6.	2350,9	3570,8	2397,5
7.	2378,4	3994,2	2501,8
8.	2379,7	4005,7	2541,6
9.	3010,9	4595,5	3749,3
10.	3021,4	4627,0	3759,0



Рис.6 График зависимости изменения частоты собственных колебаний с четырьмя шлангутами

На рис.6 приведены кривые изменения частоты собственных колебаний с четырьмя шлангутами.

Таблица №3

Значения собственных частот с учетом граничных условий с тремя шлангутами

Nº	C-F	C-C	S-S
1.	856,05	1866,0	0,0
2.	856,56	1869,3	756,57
3.	1037,2	1955,3	1006,0
4.	1037,6	1956,9	1006,4
5.	1254,2	2095,8	1094,7
6.	1254,5	2096,1	1095,2
7.	1394,9	2455,2	1225,3
8.	1396,3	2458,2	1461,5
9.	1769,7	2515,4	1464,2
10.	1772,	2513,6	1896,2



Рис.7 График зависимости изменения частот колебаний с учетом граничных условий с тремя шлангутами

На рис.7 приведены кривые изменения собственных частот с тремя шлангутами.

Таблица №4

Значения собственных частот с учетом разных граничных условий с двумя шлангутами

Nº	C-F	C-C	S-S
1.	1222,6	2729,6	0,0
2.	1234,9	2735,1	0,0055
3.	1280,1	3026,6	1904,5
4.	1281,7	3033,0	1918,2
5.	1927,2	3527,5	1924,6
6.	1963,0	3533,6	2195,7
7.	2512,1	4240,2	2618,6
8.	2514,6	4500,7	2651,4
9.	3007,5	4645,8	3505,7
10.	3014,3	4658,3	3901,5



Рис.8 График зависимости изменения частот колебаний с учетом граничных условий с двумя шлангутами

На рис.8 приведены графики изменения собственных частот цилиндрической оболочки с двумя шлангутами.

Таблица №5

Значения собственных частот с учетом граничных условий с одним шлангутом

Nº	C-F	C-C	S-S
1.	992,88	2668,2	0,0
2.	998,77	2671,8	0,0039
3.	1265,2	2755,3	1803,9
4.	1266,2	2766,1	1819,3
5.	1425,2	3567,8	1944,3
6.	1448,2	3573,5	2213,3
7.	2301,9	3586,2	2246,6
8.	2392,7	3611,8	2284,0
9.	2563,9	4075,1	3202,7
10.	2564,8	4110,2	3252,3

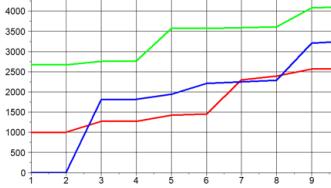


Рис.9 Графики изменения собственных частот цилиндрической оболочки с одним шлангутом.

На рис.9 приведены графики изменения собственных частот цилиндрической оболочки с одним шлангутом.

Таблица №6

Значения собственных частот консольной цилиндрической оболочки

Nº	Цилиндрическая оболочка с пятью шлангутами	Цилиндрическая оболочка с четырьмя шлангутами	Цилиндрическая оболочка с тремя шлангутами	Цилиндрическая оболочка с двумя шлангутами	Цилиндрическая оболочка с одним шлангутом
1.	1258,9	1248,5	856,05	1222,6	992,88
2.	1261,6	1249,7	856,56	1234,9	998,77
3.	1547,3	1422,3	1037,2	1280,1	1265,2
4.	1549,5	1426,2	1037,6	1281,7	1266,2
5.	2341,3	2321,3	1664,3	1927,2	1425,2
6.	2342,7	2351,3	2374,7	1254,3	1448,2
7.	2609,9	2639,9	2378,4	1394,9	2301,9
8.	2639,9	2671,8	2379,7	1396,3	2514,6
9.	3021,8	3010,1	3011,8	3007,5	2563,9
10.	3023,9	3014,3	3014,8	3010,5	2564,8

Таблица №7

Значения собственных частот цилиндрической оболочки, с двухсторонним жестко защемленными краями

Nº	Цилиндрическая оболочка с пятью шлангутами	Цилиндрическая оболочка с четырьмя шлангутами	Цилиндрическая оболочка с тремя шлангутами	Цилиндрическая оболочка с двумя шлангутами	Цилиндрическая оболочка с одним шлангутом
1.	2790,4	2734,1	1866,1	2729,6	2668,2
2.	2794,4	2750,1	1869,3	2735,1	2671,8
3.	3148,8	2937,1	1955,3	3026,6	2755,3
4.	3185,9	2980,2	1956,9	3053,1	2766,1
5.	3515,8	3559,3	2095,8	3527,5	3567,8
6.	3519,2	3570,8	2096,1	3533,6	3573,5
7.	4348,3	3994,2	2435,2	4240,2	3586,2
8.	4386,5	4005,7	2458,3	4300,7	3611,8
9.	4595,5	4653,7	2513,4	4643,8	4075,1
10.	4671,4	4627,0	2513,6	4658,3	4110,2

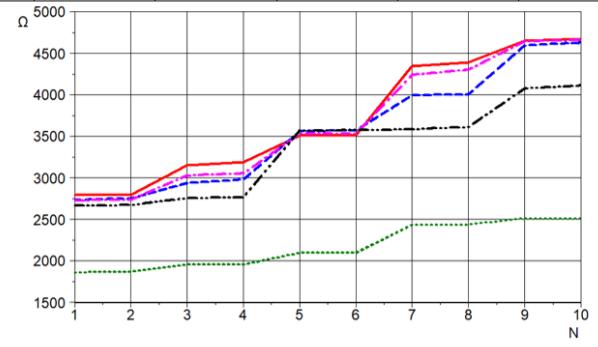


Рис.11 Графики изменения частот колебаний цилиндрической оболочки, с двухстороннее жестко защемленными краями в зависимости от числа шлангутов.

Таблица №8

Зависимость частоты собственных колебаний шарниро оперты краями с разными количествами шлангутов

Nº	Цилиндрическая оболочка с пятью шлангутами	Цилиндрическая оболочка с четырьмя шлангутами	Цилиндрическая оболочка с тремя шлангутами	Цилиндрическая оболочка с двумя шлангутами	Цилиндрическая оболочка с одним шлангутом
1.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2.	1218,7	0,0036	0,0079	0,0055	0,0039
3.	1427,8	1973,8	1315,6	1904,5	1803,9
4.	1662,1	1981,3	1318,5	1918,2	1819,3
5.	1664,3	2374,7	1458,1	1924,6	1944,3
6.	2306,3	2397,5	1461,3	2195,7	2213,3
7.	2513,8	2501,8	1553,1	2618,6	2246,6
8.	2699,1	2541,6	1560,1	2651,4	2284,1
9.	2727,9	3749,3	1806,5	3303,7	3202,7
10.	3424,3	3759,1	1813,6	3901,5	3252,3



Рис.12. Графики изменения частот собственных колебаний цилиндрической оболочки, в зависимости от количества шлангутов

На рисунках 10, 11, 12 изображены графики изменения частот собственных колебаний, в зависимости от количества шпангоутов и разных закреплений краев.

Анализ полученных результатов.

Полученные результаты сопоставлены с результатами статьи «Экспериментальное исследование собственных колебаний конструктивно неоднородных цилиндрических оболочек» авторов Шевченко В.П., Власов О.И., Каиров В.А.

Таблица №9

Значения собственных частот теоретических, экспериментальных и численных исследований

Число шпангоутов	C-F			C-C			S-S		
	f_t	f_e	f_{av}	f_t	f_e	f_{av}	f_t	f_e	f_{av}
1	779	740	992,88	2084	2011	2668,2	1520	1487	0,0039
2	840	812	1208,7	2158	2096	2333,3	1649	1585	0,0055
3	869	854	856	2210	2174	1866	1752	1694	0,0079
4	945	-	1248	2263	-	2734	1768	-	0,0036
5	990	-	1258	2312	-	2790	1776	-	1218,7

f_t – результаты теоретических исследований;

f_e – результаты экспериментальных исследований;

f_{av} – результаты численных исследований авторов;

Анализ данных сопоставлений результатов показывает, несоответствие полученных экспериментальных результатов, только в одном случае, когда установлено шарнирное соединение. Для проверки результатов продолжаем исследование динамического поведения структурно-неоднородной цилиндрической оболочки с двумя шпангоутами, которые установлены на краях шарнирных соединения.

Таблица №9

Значения собственных частот структурно-неоднородной цилиндрической оболочки с двумя шпангоутами, которые установлены на краях шарнирных соединения.

Nº	X=free x=0 Y=free y=free Z=0 z=0	X=free x=free Y=free y=0 Z=0 z=0	X=0 x= free Y=0 y=0 Z=0 z=0	X= free x= free Y=0 y=0 Z=0 z=0
1.	0,0	0,0	0,0	0,
2.	1266,8	1265,1	1267,2	2087,2
3.	1348,7	1349,4	1345,6	2315,8
4.	1350,3	1350,2	1347,	2321,3
5.	1464,3	1466,9	1463,1	2506,6
6.	1894,2	1894,5	1878,1	2516,4
7.	1902,7	1902,7	1908,2	2957,8
8.	2493,2	2493,9	2494,	2956,8
9.	2694,4	2700,6	2693,6	2985,8
10.	2806,4	2807,1	2809,2	4284,3
11.	2853,9	2853,8	2830,1	4307,
12.	3231,5	3233,4	3226,3	4329,3

Выходы. Из анализа данных сопоставлений результатов можно сделать вывод, что нужно проверить результаты эксперимента структурно-неоднородной цилиндрической оболочки, которые установлены на краях шарнирных соединения.

На основе полученных результатов можно сделать следующие выводы:

1. Границные условия существенно влияют на частоту колебаний.

2. Установлено, что при жестко-зашемлёнными краями цилиндрической оболочки частота собственных колебаний имеют наибольшие значения.

3. Шпангоуты значительно увеличивают изгибную жесткость оболочки.

4. Амплитудно-частотные характеристики цилиндрических оболочек зависят от жесткости конструкций, количества и расположения шпангоутов.

Проведенные анализы численных результатов показывают, что с увеличением числа шпангоутов увеличивается и значение собственной частоты колебаний цилиндрической оболочки, и в свою очередь достигается уменьшению амплитуды колебаний.

№	Литературы	References
1	Чжунбум Р. Расчет колебаний составных оболочек вращения с соединительными шпангоутами по методу конечных элементов. - Электронный журнал «Труды МАИ». Выпуск № 69. 2013 г. www.mai.ru/science/trudy/	Chzhunbum R. Raschet kolebanij sostavnnyh obolochek vrashhenija s soedinitel'nymi shpangoutami po metodu konechnyh jelementov. - Elektronnyj zhurnal «Trudy MAI». Vypusk № 69. 2013 g. www.mai.ru/science/trudy/
2	Жгутов В.М. Математические модели деформирования оболочек переменной толщины с учётом различных свойств материалов. - Инженерно-строительный журнал. 2012. № 1(27). С. 79-90. DOI: 10.5862/MCE.27.9.	Zhgutov V.M. Matematicheskie modeli deformirovaniya obolochek peremennoj tolshiny s uchjotom razlichnyh svojst materialov. - Inzhenerno-stroitel'nyj zhurnal. 2012. № 1(27). S. 79-90. DOI: 10.5862/MCE.27.9.
3	Жгутов В.М. Нелинейные уравнения движения ребристых оболочек с учетом различных свойств материала. - Инженерно-строительный журнал. 2010. № 1(11). С. 47-54. DOI: 10.18720/MCE.11.8.	Zhgutov V.M. Nelinejnye uravnenija dvizhenija rebristyh obolochek c uchetom razlichnyh svojst materiala. - Inzhenerno-stroitel'nyj zhurnal. 2010. № 1(11). S. 47-54. DOI: 10.18720/MCE.11.8.
4	Лекомцев С.В. Конечно-элементные алгоритмы расчета собственных колебаний трехмерных оболочек. - Вычислительная механика сплошных сред. – 2012. – Т. 5, № 2. – С. 233-243 DOI: 10.7242/1999-6691/2012.5.2.28 УДК 539.3	Lekomcev S.V. Konechno-jelementnye algoritmy rascheta sobstvennyh kolebanij trehmernyh obolochek. - Vychislitel'naja mehanika sploshnyh sred. – 2012. – T. 5, No 2. – S. 233-243 DOI: 10.7242/1999-6691/2012.5.2.28 UDK 539.3
5	Пермяков Д.А., А.С. Пантилеев А.С., Махнович С.В. Расчетно-экспериментальное исследование собственных колебаний цилиндрической оболочки. Машиностроение: сетевой электронный научный журнал. – 2018. – Т.6, №2. – С. 3-9. DOI: 10.24892/RIJIE/20180201	Permjakov D.A., A.S. Pantileev A.S., Mahnovich S.V. Raschetno-eksperimental'noe issledovanie sobstvennyh kolebanij cilindricheskoy obolochki. Mashinostroenie: setevoy elektronnyj nauchnyj zhurnal. – 2018. – T.6, №2. – S. 3-9. DOI: 10.24892/RIJIE/20180201
6	Soares, R.M., Moreira, C.L.R. & Silva, F.M.A. Nonlinear Oscillations of a Transversally Excited Non-shallow Conoidal Shell via Finite Element Analysis. J. Vib. Eng. Technol. 10, 2073–2095 (2022). https://doi.org/10.1007/s42417-022-00448-5	Soares, R.M., Moreira, C.L.R. & Silva, F.M.A. Nonlinear Oscillations of a Transversally Excited Non-shallow Conoidal Shell via Finite Element Analysis. J. Vib. Eng. Technol. 10, 2073–2095 (2022). https://doi.org/10.1007/s42417-022-00448-5
7	Kosarev, O.I. Forced Oscillations of a Finite Cylindrical Shell Excited by Discrete Forces. J. Mach. Manuf. Reliab. 49, 374–381 (2020). https://doi.org/10.3103/S1052618820050076	Kosarev, O.I. Forced Oscillations of a Finite Cylindrical Shell Excited by Discrete Forces. J. Mach. Manuf. Reliab. 49, 374–381 (2020). https://doi.org/10.3103/S1052618820050076
8	Avramov, K.V. Nonlinear forced vibrations of a cylindrical shell with two internal resonances. Int Appl Mech 42, 169–175 (2006). https://doi.org/10.1007/s10778-006-0072-5	Avramov, K.V. Nonlinear forced vibrations of a cylindrical shell with two internal resonances. Int Appl Mech 42, 169–175 (2006). https://doi.org/10.1007/s10778-006-0072-5
9	Lugovoi, P.Z., Meish, V.F. Numerical Simulation of the Dynamic Behavior and Strength Analysis of Multilayer Shells under Impulsive Loading. Strength of Materials 32, 368–375 (2000). https://doi.org/10.1023/A:1026612919863	Lugovoi, P.Z., Meish, V.F. Numerical Simulation of the Dynamic Behavior and Strength Analysis of Multilayer Shells under Impulsive Loading. Strength of Materials 32, 368–375 (2000). https://doi.org/10.1023/A:1026612919863
10	Lugovoi, P.Z. The Dynamics of Thin-Walled Structures Under Nonstationary Loads. International Applied Mechanics 37, 602–627 (2001). https://doi.org/10.1023/A:1012356328902	Lugovoi, P.Z. The Dynamics of Thin-Walled Structures Under Nonstationary Loads. International Applied Mechanics 37, 602–627 (2001). https://doi.org/10.1023/A:1012356328902
11	Meish, V.F., Kravchenko, N.V. Nonaxisymmetric Vibrations of Discretely Reinforced Inhomogeneous Multilayer Cylindrical Shells under Nonstationary Loads. International Applied Mechanics 39, 1066–1072 (2003). https://doi.org/10.1023/B:INAM.0000008215.63623.fe	Meish, V.F., Kravchenko, N.V. Nonaxisymmetric Vibrations of Discretely Reinforced Inhomogeneous Multilayer Cylindrical Shells under Nonstationary Loads. International Applied Mechanics 39, 1066–1072 (2003). https://doi.org/10.1023/B:INAM.0000008215.63623.fe
12	Lugovoi, P.Z., Meish, V.F. & Shtantsel', S.E. Forced Nonstationary Vibrations of a Sandwich Cylindrical Shell with Cross-Ribbed Core. Int Appl Mech 41, 161–167 (2005). https://doi.org/10.1007/s10778-005-0072-x	Lugovoi, P.Z., Meish, V.F. & Shtantsel', S.E. Forced Nonstationary Vibrations of a Sandwich Cylindrical Shell with Cross-Ribbed Core. Int Appl Mech 41, 161–167 (2005). https://doi.org/10.1007/s10778-005-0072-x
13	Zarutskii, V.A., Lugovoi, P.Z. & Meish, V.F. Dynamic problems for and stress-strain state of inhomogeneous shell structures under stationary and nonstationary loads. Int Appl Mech 45, 245–271 (2009). https://doi.org/10.1007/s10778-009-0187-6	Zarutskii, V.A., Lugovoi, P.Z. & Meish, V.F. Dynamic problems for and stress-strain state of inhomogeneous shell structures under stationary and nonstationary loads. Int Appl Mech 45, 245–271 (2009). https://doi.org/10.1007/s10778-009-0187-6
14	Kurpa, L.V. Nonlinear free vibrations of multilayer shallow shells with a symmetric structure and with a complicated form of the plan. J Math Sci 162, 85–98 (2009). https://doi.org/10.1007/s10958-009-9622-9	Kurpa, L.V. Nonlinear free vibrations of multilayer shallow shells with a symmetric structure and with a complicated form of the plan. J Math Sci 162, 85–98 (2009). https://doi.org/10.1007/s10958-009-9622-9
15	Meish, V.F., Mikhlyak, A.M. Forced vibrations of three-layer elliptic cylindrical shells under distributed loads. Int Appl Mech 46, 195–200 (2010). https://doi.org/10.1007/s10778-010-0298-0	Meish, V.F., Mikhlyak, A.M. Forced vibrations of three-layer elliptic cylindrical shells under distributed loads. Int Appl Mech 46, 195–200 (2010). https://doi.org/10.1007/s10778-010-0298-0
16	Meish, V.F., Meish, Y.A. & Arnauta, N.V. Numerical Analysis of Nonstationary Vibrations of Discretely Reinforced Multilayer Shells of Different Geometry. Int Appl Mech 55, 426–433 (2019). https://doi.org/10.1007/s10778-019-00962-2	Meish, V.F., Meish, Y.A. & Arnauta, N.V. Numerical Analysis of Nonstationary Vibrations of Discretely Reinforced Multilayer Shells of Different Geometry. Int Appl Mech 55, 426–433 (2019). https://doi.org/10.1007/s10778-019-00962-2
17	Bakulin, V.N., Nedbai, A.Y. Dynamic Stability of a Composite Cylindrical Shell with Linear-Variable Thickness under Pulsed External Pressure. J Eng Phys Thermophy 94, 525–533 (2021). https://doi.org/10.1007/s10891-021-02324-7	Bakulin, V.N., Nedbai, A.Y. Dynamic Stability of a Composite Cylindrical Shell with Linear-Variable Thickness under Pulsed External Pressure. J Eng Phys Thermophy 94, 525–533 (2021). https://doi.org/10.1007/s10891-021-02324-7
18	Bakulin, V.N., Danilkin, E.V. & Nedbai, A.Y. Dynamic Stability of a Cylindrical Shell Stiffened with a Cylinder and Longitudinal Diaphragms at External Pressure. J Eng Phys Thermophy 91, 537–543 (2018). https://doi.org/10.1007/s10891-018-1774-3	Bakulin, V.N., Danilkin, E.V. & Nedbai, A.Y. Dynamic Stability of a Cylindrical Shell Stiffened with a Cylinder and Longitudinal Diaphragms at External Pressure. J Eng Phys Thermophy 91, 537–543 (2018). https://doi.org/10.1007/s10891-018-1774-3
19	Moiseev, K.A., Mashkov, R.S. To estimation of moving distributed load effect on the dynamic behavior of circular multilayer cylindrical shells. Russ. Aeronaut. 55, 310–314 (2012). https://doi.org/10.3103/S1068799812030142	Moiseev, K.A., Mashkov, R.S. To estimation of moving distributed load effect on the dynamic behavior of circular multilayer cylindrical shells. Russ. Aeronaut. 55, 310–314 (2012). https://doi.org/10.3103/S1068799812030142
20	Lepikhin, P.P., Romashchenko, V.A. & Bakhtina, E.V. Methods and findings of stress-strain and strength analyses of multilayer thick-walled anisotropic cylinders under dynamic loading (review). Part 1. Experimental studies. Strength Mater 45, 10–19 (2013). https://doi.org/10.1007/s11223-013-9427-4	Lepikhin, P.P., Romashchenko, V.A. & Bakhtina, E.V. Methods and findings of stress-strain and strength analyses of multilayer thick-walled anisotropic cylinders under dynamic loading (review). Part 1. Experimental studies. Strength Mater 45, 10–19 (2013). https://doi.org/10.1007/s11223-013-9427-4

SUV SATHINI O'LCHASHDA ZAMONAVIY USUL VA VOSITALARDAN FOYDALANISH

P.I.Kalandarov – t.f.d., professor, A.A.Abdukadirov – t.f.n, professor,

X.I.Turkmenov – t.f.n., dotsent,

"Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti" Milliy tadqiqot universiteti

Annotatsiya

Maqolada suv sathini o'lchashda zamonaviy usullaridan foydalangan holda ultratovush sath o'lchash usuli, matematik modellashtirishni tipik matematik modellarini ishlab chiqish ko'rib chiqilgan bo'lib, suv rezervuardagi sathini nazorati hamda o'lchash obyektni aniqlash zonasining shakli va ultratovush sensori ishlashining asosiy tamoyillari va sensorlarni o'rnatish va ular bilan ishslash qoidalari, shuningdek, UDM-110 ultratovush sath o'lchagichi misolida parametrlarini tahlil etib chiqilgan.

Kalit so'zlar: suv sathi, matematik modellashtirish, model tenlamalari, rezervuar, ultratovushli sensor.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ УРОВНЯ ВОДЫ

П.И.Каландаров – д.т.н., профессор,

А.А.Абдыкадыров – к.т.н, профессор,

Х.И.Туркменов – к.т.н., доцент,

Национальный исследовательский университет «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства»

Аннотация

В статье рассмотрена разработка типовых математических моделей ультразвукового метода измерения уровня воды, математическое моделирование с использованием ультразвуковых методов при измерении уровня воды, проанализированы параметры контроля уровня водоема и форма зоны обнаружения объекта измерения, а также основные принципы работы ультразвукового датчика и правила его использования. установка и работа датчиков, а также параметры УДМ-110 ультразвукового уравномера.

Ключевые слова: уровень воды, математическое моделирование, модельные многоквартирные дома, резервуар, ультразвуковой датчик.

THE USE OF MODERN METHODS AND TOOLS FOR MEASURING WATER LEVELS

P.I.Kalandarov – Doctor of Technical Sciences, Professor,

A.A.Abdukadyrov – Candidate of Technical Sciences, Professor,

H.I.Turkmenov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,

National Research University "Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers"

Abstract

The article considers the development of standard mathematical models of the ultrasonic method of measuring water level, mathematical modeling using ultrasonic methods for measuring water level, analyzes the parameters of reservoir level control and the shape of the detection zone of the measuring object, as well as the basic principles of the ultrasonic sensor and the rules of its use. installation and operation of sensors, as well as the parameters of the UDM-110 ultrasound equalizer.

Key words: water level, mathematical modeling, model apartment buildings, reservoir, ultrasonic sensor.



Kirish. Suv sathini o'lchash usullari bo'yicha ko'plab knashrlar mavjud va vazifaning dolzarbligi tufayli ularning soni o'sishda davom etmoqda [1-5]. Eng ko'p ishlatiladigan qurilmalar kontakt siz sathni o'lchash, masalan, ultratovushdan foydalanish zondlarni loyihalashda mexanik ishqalanish qismlarini yo'q qilishga imkon beradi va kontakt siz o'lchash usulini amalga oshirishga imkon beradi. Ultratovush sath o'lchagichning ishslash prinsipi ultratovush to'lqinlari bilan boshqariladigan sirtni nurlantirish va aks ettirilgan signalni qabul qilishga asoslangan. Ultratovush sath o'lchagich nurlanish va qabul qilgichdan iborat.

Maxsus tovush tarqatuvchi moslama ultratovush to'lqinlarini chiqaradi, ularning ba'zilari o'lchash obyekti yuzasidan aks etadi va qabul qiluvchiga qaytariladi, u yerda u o'rnatiladi, masalan, raqamli kodga aylantiriladi, keyin dasturiy ravishda qayta ishlanadi. Ixtisoslashgan dasturiy ta'minot aks ettirilgan signal spektridan foydali signalni ajratish va noto'g'ri signallarni filtrlash imkonini beradi. Yuqori quvvatli ultratovush to'lqinlari chiqarilganda, signal yo'qotilishi nolga kamayishi mumkin.

Bugungi kunda zamonaviy sath o'lchagich zarur o'lchov aniqligi va metrologik xususiyatlarini belgilaydigan jiddiy

vositadir [6].

Pezoelektrik sath o'lchagichni ishlab chiqish murakkab texnik vazifadir, shu jumladan fizik akustika, analog elektronika va moddiy xususiyatlarni bilish talab etiladi. Ushbu vazifa bunday materiallarning chastotasi va issiqlik xususiyatlari to'g'risida mavjud ma'lumotlarning yetishmasligi bilan murakkablashadi. Kerakli materiallarning maqbul kombinatsiyasi sinov va xato bilan tanlanishi mumkin, ammo bu jarayonni dastlabki kompyuter modellashtirish yordamida sezilarli sathda kamaytirish mumkin.

Kompyuter modellashtirish tajriba va nazariyaning o'zaro yetishmovchilagini qamrab oladigan ma'lumotlarni tahlil qilish va eksperiment o'rtafigi bo'shilqni bartaraf etishga imkon beradi. Kompyuterni modellashtirish zanjirda asosiy tadqiqotlardan muhandislik dizaynigacha muhim o'rн tutishi mumkin [1].

Kompyuter tajribasi yangi va potensial kuchli vositadir. Standart nazariya, tajriba va kompyuter modellashtirishni birlashtirib, yangi va hal qilinmagan muammolarni o'rganish mumkin.

Suv sathini doimiy ravishda o'lhash, shuningdek, idishlarda yoki ma'lum sig'im rezervuarlardagi maksimal suv sathini o'lhash oddiy vazifa esam, u turli xil usul tamoyillari va zamonaviy kontaktsiz inson ishtrok etmasdan foydalilanidigan va modifikatsiyalarga asoslangan sensorlar yordamida hal qilinadi.

Ultratovush sensorlar operatsion qo'llanilishiga qarab ikki turga bo'linadi: pezoelektrik sensorlar va elektrostatik sensorlar. Ushbu maqolada pezoelektrik prinsip yordamida ultratovush sensorini muhokama qilamiz. Pezoelektrik ultratovush sensorlari ultratovush to'lqinlarini yaratish uchun pezoelektrik materialdan foydalananadi.

Ushbu zamonaviy suv sathini sig'imli idishlardagi doimiy ravishda o'lhash kontaktsiz usullarda ultratovushli sath o'lchagich yordamida amalga oshirilishi mumkin.

Ultratovushli sensorlar oldindan belgilangan chastotali yuqori chastotali tovush impulsalarini ishlab chiqaradi, va havoda tovush tezligida tarqaladi. Impulslar obyektga duch kelganda, tovush to'lqini undan aks etadi va exo shaklida sensorga qaytadi (1-rasm).

Sensor bu signalni sezadi va signal chiqarilgan va signalning aks etgan aks-sadosi qabul qilingan vaqt oralig'i asosida obyektgacha bo'lgan masofani hisoblab chiqadi. Ushbu ultrotovushli sath o'lhash usulini va o'lhash vositalarini tahlil etib chiqamiz.

Ultratovushli suv sathini o'lhash o'lchagichlari o'rnatilan masofani aniqlash uchun sensor doimo ultratovush signallarini chiqaradi. To'siqqa duch kelganda signal aks ettiriladi va sensor sensoriga qaytariladi. Masofa signal yuborilgan paytdan boshlab uning qaytishigacha bo'lgan vaqt farqi asosida hisoblanadi. O'lhash vositalaridan foydalananish doirasi, asosan ochiq suv omborlari va saqlash idishlarida suv sathini o'lhashda, konteynerlarda texnik suyuqliklar va quyma materiallar sathini o'lhashda, har xil shakldagi obyektlarga masofani o'lhash va ularning yaqinligi yoki masofasiga qarab nazorat qilish uskunalarida qo'llaniladi.

Material va usullar. Suv sathining o'lchagichlari idishdagi suv sathini doimiy ravishda kuzatib boradi va uni boshqarish tizimining boshqaruvchisiga yoki Real vaqtida idishdagi suv sathini ko'rsatadigan har qanday ikkilamchi qurilmaga uzatish uchun 4-20 Ma chiqish signalidan foydalananadi.

Ushbu ma'lumotni ko'rsatish uchun panel indikatori yoki

videografik yozuvdan hamda suv nasos bilan chiqariladigan rezervuardagi suv sathini o'zgarishining matematik modellashtirish usulidan foydalilanilgan.

Akustik muhitda to'lqin tarqalishi va uzatish liniysi o'rtasidagi o'xshashlik tahlil qilinadi, bu ultratovushli o'zgartirishning ishchi elementining asosi bo'lgan pezoelektrik materialda signaling elektromexanik uzatilishini tasvirlashga imkon beradi. Ultratovush tizimlarni dastlabki modellashtirishning vazifasi elektr uzatish liniysi va boshqariladigan tok va kuchlanish manbalari kabi elektr komponentlaridan foydalangan holda ultratovushli sensor modelini yaratishga qaratilgan.

Natijalar va muhokamalar. Birinchi qadam suv omborlari, qo'l armaturalari va boshqaruv klapanlarini o'z ichiga olgan eng oddiy rezervuar qurilmalarining matematik modellarini ishlab chiqish zarur bo'ladi. Ushbu matematik modellarini ishlab chiqish tamoyillarini ko'rib chiqaylik, ularning kombinatsiyasidan tugunning matematik modeli tashkil etiladi: kiruvchi mahsulotni iste'mol qilish uchun sath rostlagichi bilan jihozlangan idish, shuningdek chiqadigan mahsulot uchun oqim rostlagichi.

Shu maqsadda matematik modelni va tenglama shaklida suyuqlikni saqlash idishi rezervuardagi sathni aniqlashda quyidagi formuladan foydalilaniladi [7]:

$$\frac{dL}{dt} = \frac{V_{in} - V_{out}}{3600S} \rho \quad (1)$$

bu yerda: V_{in} , V_{out} , rezervuarga kiradigan va idishdan oqib chiqadigan suv oqim tezligi [kg/soat], L – joriy sath qiymati [mm], S – apparatning kesimi [mm^2], ρ – suyuqlikning zichligi [kg/m^3].

Shuningdek, L apparatidagi suyuqlik sathining F_k va F_s (m^3/s) kirish qiymatlariga bog'liqligini topish uchun biz apparatning moddiy balansi tenglamasini tuzamiz:

$$F_k dt = dV + F_s dt \quad (2)$$

bu yerda: V – apparatdagi suyuqlik hajmi, m^3 ; t – vaqt, s. Shuning uchun apparatdagi suyuqlik hajmining o'zgarish tezligi:

$$\frac{dV}{dt} = F_k - F_s \quad (3)$$

Suyuqlik sathining o'zgarish tezligi L , agar apparatning gorizontal tasavvurlar maydoni A (m^2) balandlikda o'zgarmagan bo'lsa

$$\frac{dL}{dt} = \frac{1}{A} (F_k - F_s) \quad (4)$$

Shunday qilib, rezervuardagi sathdagi o'zgarish tezligi kirish va chiqishdagi suyuqlik sarflarinin farqiga mutanosibdir. Suyuqlik sathi vaqt o'tishi bilan doimiy qiymatlarni qabul qiladi (tezlik $dL/dt=0$) faqat sarflar o'rtasida nomuvofiqlik bo'lmaganda F_k va F_s .

(4) tenglamani 0 dan t gacha oraliqda integrallaymiz

$$L = \frac{1}{A} (F_k - F_s) dt + L_0 \quad (5)$$

Shuning uchun obyektning chiqish qiymati uning kirish qiymatlarining o'zgarishi integraliga mutanosibdir.

Qiymat bo'yicha obyekt yukining bosqichma-bosqich o'zgarishi ΔF , suyuqlik sathi L ga bog'liq o'zgaradi (1-rasm):

$$L = \frac{\Delta F}{A} t + L_0 \quad (6)$$

(6) tenglamadan kelib chiqqan holda, chiqish qiymatining bosqichma-bosqich ΔF bezovtalanishi bilan o'zgarish tezligi doimiy va quyidagiga tengdir:

$$\frac{dL}{dt} = \frac{\Delta F}{A} \quad (7)$$

Avtomatlashtirish tizimlarini hisoblashda obyekt dinamikasining tenglamasi nisbiy ifodalanadi. F_k bezovtalik, deb faraz qilamiz, va F_s rostlash ta'siri (1-rasm), u holda quyidagiga ega bo'lamiz:

$$y = \frac{\Delta L}{L_0} \quad x = \frac{\Delta F}{F_0} \quad z = \frac{\Delta F_k}{F_0} \quad (8)$$

bu yerda L_0 va F_0 obyektning muvozanat holatidagi mos keladigan miqdorlarning qiymatlari.

(4) tenglamani bosqichma-bosqich yozish va nisbiy qiymatlarni kiritish orqali dinamika tenglamasiga ega bo'lamiz:

$$\frac{AL_0}{F_0} \cdot \frac{dy}{dt} = z - y \quad (9)$$

(9) tenglamaning chap qismidagi koefitsiyentni T_ε ga almashtirib, umumiy shakldagi birinchi tartibli neytral obyekt dinamikasi tenglamasini olamiz

$$T_\varepsilon = \frac{dy}{dt} = z - y \quad (10)$$

(10) tenglamani integrallab, quyidagi tenglamaga ega bo'lamiz:

$$y = \frac{1}{T_\varepsilon} \int_0^t (z - x) dt \quad (11)$$

Bizning holatda, $x=0$. T_ε ning teskari qiymati ko'pincha obyektning ε tezlashuv tezligi deb ataladi, bu chiqish qiymatining o'zgarish tezligi sifatida tushuniladi y kirish qiymatining dastlabki bosqichma-bosqich o'zgarishi bilan z ga teng. Darhaqiqat, bir qadam bezovtalinish uchun

$z-x=1(t)$, chiqish qiymatining o'zgarishi y bog'liqlikka bo'y sunadi:

$$h(t) = y = \frac{1}{T_\varepsilon} t \quad (12)$$

Birinchi tartibdagi neytral obyektni uzatish funksiyasi:

$$W(p) = \frac{1}{T_\varepsilon p} \quad (13)$$

Dinamik ravishda bunday obyekt integratsiyalashgan bo'g'un hisoblanadi.

Birinchi tartibdagi neytral obyektlar faqat sig'imli (inertial) xususiyatlarga ega, bu, masalan, L sathini rostlashda, $F_k - F_s$ qiymatining dL/dt tezligiga ta'sir sathi bilan ifodalanadi. Bu ta'sir qurilmaning tasavvurlar maydoniga bog'liq. A ning yuqori qiymati bilan daraja o'zgarishi sathi pastroq va aksincha bo'ladi (1-rasmga qarang).

Yuqorida ko'rib chiqilgan qurilma uchun sig'im quyidagiga teng:

$$C = \frac{F_k - F_s}{dL/dt} \quad (14)$$

(14) tenglamasini taqqoslashdan kelib chiqadiki, rezervuar hajmi uning gorizontal qismining maydoniga teng. Bu holda quvvatni o'lchash birligi m^2 bo'ladi. Obyektlarning sig'imi ulardagagi jarayonlarga bog'liq. Shunday qilib, ularda harorat tartibga solinganda issiqlik almashinuvni amalga oshiriladigan issiqlik obyektlarining quvvati issiqlik oqimini o'zgartirish orqali Δq , Vt , T haroratning oshishiga olib keladi, 1° bir soat davomida:

$$C = \frac{\Delta q}{dt/T} \quad (15)$$

Qurilmaning quvvati mahsulot tarkibidagi s_t ning issiqlik quvvatiga bog'liq. Issiqlik obyektning quvvatini o'lchash birligi Dj/C .

Ultratovush sath o'lchagichini tasnifi. UDM-110 ultratovush sath o'lchagichi parametrlarini tahlil etib

chiqaylik.

UDM-110 ultratovush sath o'lchagichi parametrlar bilan tasniflanadi.

1-jadval

Parametr	Qiymati
O'lchov diapazoni	0,2 ... 10,68 m
Sezmaslik zonasasi	0,2 m
Ruxsat etilgan xususiyati	1 sm
Ultratovush chastotasi	42 kGts
Tovush tarqatish burchagi	800
Quvvat manbai	DC 5V / DC 12V
Sarf quvvati	4 Vt
Himoya sathi	IP 65
Operatsion harorati	-40 .. +70
Chiqish signali (buyurtma berishda aniqlanadi)	RS-232 / RS-485 / 4..20Ma / 0..5V / 2 releli chiqishi

Obyektni aniqlash zonasining shakli va ultratovush sensori ishslashining asosiy tamoyillari 2-rasmida keltirilgan:

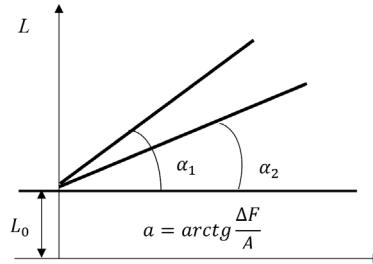
Ultratovush signallarni yuborish chastotasi sekundiga taxminan 10 martadan iborat. Masofani hisoblashda eng yaqin obyektdan aks ettirilgan ultratovush signalidan foydalaniladi. Bunday signalning radiatsiya paytidan boshlab sensor sensoriga qaytarish uchun vaqt eng qisqa bo'ladi. Boshqa barcha aks ettirilgan signallar e'tiborga olinmaydi. Faqat obyekt qayd etiladi, signal to'g'ri burchak ostida aks etadi. Bundan tashqari, bu obyekt sensoring o'zi uchun qaysi burchakda joylashganligi muhim emas. Asosiysi, aks ettirilgan signal sensor shoxiga qaytariladi.

Ultratovush signallar sensordan butun radiatsiya zonasasi bo'y lab chiqadigan to'g'ridan-to'g'ri nurlar sifatida ifodalanishi mumkin. Bunday signallarning zinchligi har doim radiatsiya zonasining markazida yuqori bo'ladi, shuning uchun bu zona uchun obyektning o'lchami va shakliga qo'yiladigan talablar minimal bo'ladi. Zonaning chetidagi narsalarни aniqlash uchun ular tekis yuzaga ega bo'lishi va sezilarli darajada bo'lishi kerak. Sensorga perpendikulyar joylashgan turli o'lchamdagи obyektlarni aniqlash qobiliyati

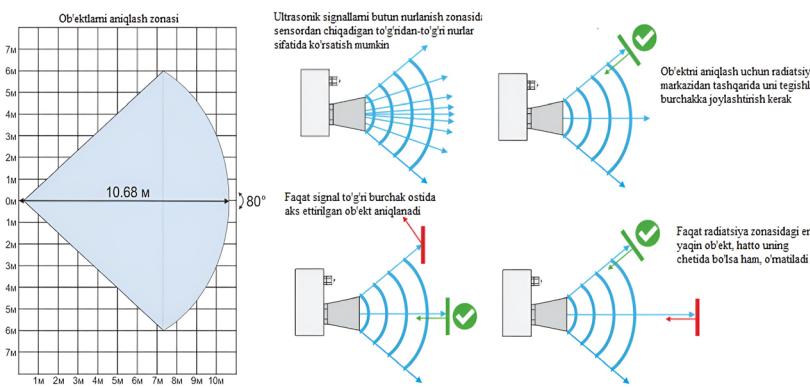
2-jadval

Obyektlarni aniqlash qobiliyati

Maqsadning diametri	Maksimal aniqlash diapazoni
1 sm	1,5 m
3 sm	2,4 m
10 sm	3,5 m
20 sm	7,0 m
50 sm	10,5 m



1-rasm. Birinchi tartibdagi neytral obyektning o'tish tavsifi

**2-rasm. Obyektni aniqlash zonasining shakli**

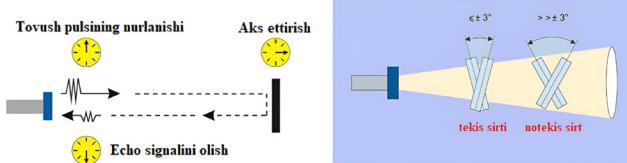
quyidagi 2-jadvalda keltirilgan.

Jadvaldaggi ma'lumotlar quyidagi shartlar bajarilgan taqdirda barcha obyektlar uchun amal qiladi:

obyekt tekis yuzaga ega bo'lsa;

obyekt sensor nurlanishiga perpendikulyar va uning markazi bilan to'g'ri chiziqdagi joylashgan bo'lsa;

aniqlash zonasida sensor nurlanishiga to'g'ri burchak



**2-rasm. a) ultratovushli sensorlarning ishlash sxemasi,
b) obyektlarni tekis va silliq sirt bilan skanerlash
xususiyatlari**

ostida joylashgan boshqa obyektlar yo'q bo'lsa.

RS-232 va RS-485 raqamli chiqish sath o'lchagichlari RS-232 yoki RS-485 chiqishi bilan modifikatsiyalari ketma-ket interfeys orqali ma'lumot chiqishini ta'minlaydi, ketma-ketlik interfeysi parametrlari, quyidagildan iborat: tezlik 9600, 8 bit ma'lumotlari, 1 to'xtash bit, juft nazoratsiz. Masalan: so'rov misoli: [0121]F2, bu yerda qavslar paketning boshi va oxirining belgisi;

01-RS 485 tarmog'idagi sensorning manzili;

21-masofadan o'qish buyrug'i;

F2-hisoblash summasi.

Analog chiqishi bilan 4..20Ma va 0..5 V sath o'lchagichi parametrleri:

Analog tok va kuchlanish chiqishi bo'lgan sath o'lchagichlari klassik sxema bo'yicha ishlaydi. Analog chiqishning pastki chegarasi 20 sm. ga to'g'ri keladi. Yuqori chegara 10,68 m. ga to'g'ri keladi.

O'zgartkich pezoelektrik element ultratovush tebranishlarining emitenti va obyektdan aks ettirilgan signal qabul qiluvchisidir. Signal nurlanishi va uni qabul qilish o'rtaсидagi vaqt uzunligi obyektning sensordan masofasiga bog'liq. Bu vaqt o'lchanadi va tugmalar yordamida dasturlashtirilgan sezgirlik zonasining yaqin va uzoq chegaralarining dasturlashtirilgan qiymatlari bilan taqqoslanadi. Bu javob zonasini sezgirlik zonasidan torroq qilish va noto'g'ri yoki fon obyektlarining ta'siridan moslashish imkonini beradi.

Sensorlarni o'rnatish va ular bilan ishlash qoidalari.

Ultratovush sensorlar har qanday holatda ishlashi mumkin. Biroq, sensor yuzasining kuchli ifloslanishi mavjud bo'lgan pozitsiyalardan ochish kerak. Sensor yuzasida suv tomchilarini va turli xil yog'ingarchiliklar ishlashga ta'sir qilishi mumkin, ammo chang yoki bo'yoqning kichik qatlami ishlashga ta'sir

qilmaydi. Obyektlarni tekis va silliq sirt bilan skanerlash uchun datchiklar 90° yo'z burchak ostida o'rnatilishi kerak (2-rasm b).

Boshqa tomondan, notejis yuzalar katta burchak ostida qoplanishi mumkin. Ultratovush sensorlar konsepsiyasida qachon yuza qo'pol deb hisoblanadi, agar uning qo'polligi chuqurligi ultratovush to'lqinining uzunligidan katta yoki unga teng bo'lsa. Keyin tovush tarqalish shaklda aks etadi, bu esa ish diapazonining qisqarishiga olib keladi.

Qo'pol yuzalar bo'lsa, ruxsat etilgan burchakning maksimal og'ishi va aniqlashning mumkin bo'lgan maksimal diapazoni eksperimental ravishda aniqlanishi kerak. Paxta yoki yumshoq ko'piklar kabi materiallar ham yoki ularni biz ovozni yutuvchi materiallar deb ataymiz, ular ham ish oralig'ini kamaytiradi. Boshqa tomondan, suyuq qattiq materiallar juda yaxshi ovoz aks etiruvchilari hisoblanadilar.

Montaj qilish va sinxronizatsiya qilishda quyidagilarga rioya qilinishi zarur bo'ladi, jumladan, yonma-yon o'rnatilgan ikki yoki undan ortiq sensorlar bir-biriga ta'sir qilishi mumkin. Bunga yo'l qo'ymaslik uchun sensorlar yetarlicha katta masofaga o'rnatilishi yoki bir-biri bilan sinxronlashtirilishi kerak. 3-jadvalda sinxronlashtirilmagan sensorlar orasida minimal o'rnatish masofalari ko'rsatilgan.

Qurilmaning turli xil ish rejimlari va konfiguratsiyasi turli xil avtomatlashtirilgan dasturlarda ultratovush sensorlaridan foydalanishga imkon beradi.

Ko'r zona. Minimal aniqlash masofasini belgilaydi. Obyektlar yoki reflektorlarni ko'r joyga qo'ymaslik kerak, chunki bu noto'g'ri o'lchovlarga olib keladi.

Aniqlash diapazoni. Ideal aks ettirish sharoitida maksimal aniqlash masofasini ifodalaydi.

Operatsion diapazon. Bu odatda sensorning ish maydoni. Sensor yaxshi aks ettirilgan taqdirda maksimal diapazongacha bo'lgan masofalarda ham ishlashi mumkin.

Ishlash diapazonlari sariq chiziq bilan ko'rsatilgan. Ushbu diapazonlarda sensorga -25 dan +70 gacha bo'lgan har qanday haroratda an'anaviy reflektorlar mavjudligini va 0 dan 100 foizgacha bo'lgan har qanday namlikni aniqlash kafolatlanadi. Aniqlash zonalari sensor modeliga bog'liq va ularni har bir sensor uchun hujjalarda alohida ko'rish mumkin.

Ultratovush sensorni tanlashda eng muhim mezon uning aniqlash diapazoni va u bilan bog'liq uch o'lchovli aniqlash zonasidir.

Ultratoauash o'lhashda turli xil standart reflektorlar tashqi tomondan sensorni aniqlash maydoniga ushbu reflektorlar sensor tomonidan aniqlana boshlagan masofada kiritiladi. Obyektlarni aniqlash zonasiga istalgan yo'nalishdan kiritish mumkin.

Qizil rangli joylar sensorning ish diapazonini tavsiflovchi ingichka dumaloq novda (sensor turiga qarab 10 mm yoki 27 mm) o'lchamlarini aniqlaydi.

Moviy joylarni aniqlash uchun: ultratovush nurining tarqalish yo'liga plastinka (500 va 500 mm) o'rnatiladi. Bunday holda, plastinka va sensor orasidagi optimal burchak qo'llaniladi. Shunday qilib, bu sensorning maksimal aniqlash maydonini ko'rsatadi. Moviy maydonidan tashqarida obyektni aniqlab bo'lmaydi.

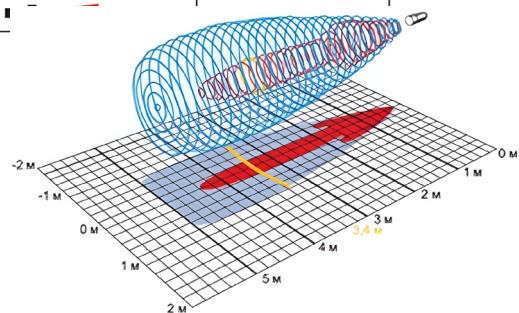
Qizil maydonдан kichikroq zonada dumaloq tayoqnikidan yomonroq aks ettiruvchi xususiyatlarga ega reflektorni aniqlash mumkin. O'z navbatida, eng yaxshi xususiyatlarga ega reflektor qizil va ko'k mintaqalar orasidagi hududda aniqlanadi. Sensorsning ko'r nuqtasi uning ruxsat etilgan

eng kichik aniqlash diapazonini aniqlaydi. Obyektlar yoki reflektorlarni ko'r joyga qo'ymaslik kerak, chunki bu noto'g'ri o'lchovlarga olib keladi.

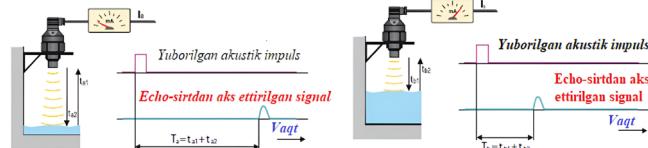
3-jadval

Sinxronlashtirilmagan sensorlar orasidagi minimal or'natish masofalari

Ishlash oralig'i	A	B
0,07 м	$\geq 0,25$ м	$\geq 1,1$ м
0,15 м	$\geq 0,25$ м	$\geq 1,3$ м
0,24 м	$\geq 0,25$ м	$\geq 1,4$ м
0,25 м	$\geq 0,35$ м	$\geq 2,5$ м
0,35 м	$\geq 0,40$ м	$\geq 2,5$ м
1 м	$\geq 0,70$ м	≥ 4 м
1,3 м	$\geq 1,1$ м	≥ 8 м
3,4 м,	≥ 2 м	≥ 18 м



3-rasm. Uch o'lchovli diapazoni va maydonini ifodalanishi



4-rasm. Ultratovushli sath o'lchagichining ishlash tamoyili sxemasi

Suv sathini o'lchash

O'lchash usuli

Ultratovushli

Qo'llanilishi

Suyuqlik sathini o'lchash uchun (suvli eritmalar, oqava suvlar va boshqalar.), yopiq yoki ochiq rezervuarlarda, cho'ktiruvchi sig'lmarda, suv omborlarida va ochiq kanallarda

O'lchash diapazoni

0,2–20 m

Xatoligi

0,15%

Havodagi tovushning susayishi ham bo'lishi mumkin. Shuning uchun bu zona atrof-muhit havosining parametrlariga harorat, namlik va bosimga qarab o'zgarishi mumkin. Ushbu diagnostikalar 20°C da, 50% nisbiy namlik va 101,325 Kpa bosimda to'g'ri hisoblanadi, shuningdek vakuumda o'lchash mumkin emasligini ham hisobga olish kerak bo'лади.

Ultratovush sathni o'lchashning ishlash tamoyili. Suv sathini o'lchagich sirt tomon tarqaladigan bir qator ultratovush impulslarini chiqaradi. Aks ettirilgan akustik to'ljin yana sath o'lchagich tomonidan qabul qilinadi va mikroprotsessor tomonidan qayta ishlanadi. Keyinchalik, haroratni qoplash va chiqish oqimi yoki kuchlanishga aylantirish amalga oshiriladi.

Xulosha

Ultratovush sensorni tahlil qilish turli xil murakkablikdagi o'lchash vazifalarini hal qilishda Real sharoitlarda kafolatlangan ishonchli ishslash uchun kompyuterni modellashtirish imkoniyatlarini hisobga olgan holda suyuq moddalar sathini sensorlarini loyihalashtirishga imkon beradi.

Tahlil etilgan ma'lumotlar murakkab jarayonlarida sath ko'rsatkichlarini o'lchashda va ularni nazorat qilishda integral ishslash ko'rsatkichlarining qiymatlarini taqqoslash orqali moliyaviy va resurs samaradorligi nuqtai nazaridan sath miqdorini o'lchash usullarini va o'lchash vositasini samarali yechimiga ilmiy va texnik yondashuv orqali tushunish va tanlash imkonini beradi.

Adabiyotlar

1. Yogendra, B. Gandole Computer modeling and simulation of ultrasonic system for material characterization / B. Yogendra // Modeling and Numerical Simulation of Material Science. – 2011. – Vol. 1. – P. 1–13.
2. Mason, W. P. Electromechanical Transducers and Wave Filters / W. P. Mason // Van Nostrand. – New York, 1942.
3. Redwood, M. Transient Performance of a Piezoelectric transducer / M. Redwood // Journal of the Acoustical Society of America. – 1961. – Vol. 33, Issue 4. – P. 527.
4. Leach, W. M. Controlled-Source Analogous Circuits and SPICE Models for Piezoelectric Transducers / W. M. Leach // IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics and Frequency Control. – 1994. – Vol. 41. – P. 60–66.
5. Puttmmer, A. SPICE Model for Lossy Piezoceramic Transducers / A. Puttmmer, P. Hauptmann, R. Lucklum, O. Krause and B. Henning // IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics and Frequency Control. 1997. Vol. 44, № 1. – P. 60–66.
6. Некоторые аспекты проектирования ультразвуковых уровнемеров / А. В. Савенков, П. П. Першенков // Изменение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2016. – № 3 (17). – С. 54–60.
7. А. Г. Колмогоров, Н.С. Благодарный, Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 26. 2. 51–56 (2010)

УДК: 636:631.3:621.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ ЭЛЕКТРОТРАКТОРОВ В АГРАРНОЙ ОТРАСЛИ

А.А.Бокиев – д.т.н., Н.А.Нуралеева – PhD, А.Н.Ботиров, Д.М.Акбаров – базовый докторанты,
Национальный исследовательский университет «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства»

Аннотация

В статье рассматривается зарубежный опыт использования электротракторов в сельском хозяйстве. В условиях Узбекистана рекомендуется использовать электрические тракторы, работающие в сельском хозяйстве, представлены их модели и выделены характеристики. Описаны преимущества использования электротракторов. На основе изучения опыта развитых стран в решении вышеизложенных проблем сделаны соответствующие выводы о внедрении мобильной сельскохозяйственной техники, заряжаемой с помощью электростанций, работающих на основе мобильных возобновляемых источников энергии. По результатам анализа были представлены предложения по внедрению электротракторов в агропромышленный комплекс Республики Узбекистан.

Ключевые слова: сельское хозяйство, электрический трактор, электродвигатель, мощность, аккумулятор, солнечные батареи, ветрогенератор, возобновляемые источники энергии, электрические технологии, преобразователь частоты, контроллер, инвертор

AGRAR SOHADA KOMBINATSIYALASHGAN ELEKTR TRAKTORLARDAN FOYDALANISH ISTIQBOLLARI

A.A.Boqiyev – t.f.d., N.A.Nuraliyeva – PhD, A.N.Botirov, D.M.Akbarov – tayanch doktorantlar,
“Toshkent irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti” Milliy tadqiqot universiteti

Annotatsiya

Maqolada elektr traktorlarini qishloq xo‘jaligida qo’llashning xorijiy tajribalari muhokama qilingan. O‘zbekiston sharoitida qishloq xo‘jaligida ishlaydigan elektr traktorlardan foydalanish tavsisi etilib, ularning rusumlari taqdim etiladi, o‘ziga xos xususiyatlari ta’kidlanadi. Elektr traktorlaridan foydalanishning afzalliklari tavsiflangan. Rivojlangan mamlakatlarning yuqorida muammolarni hal qilish borasidagi tajribalarini o‘rganish asosida mobil qayta tiklanuvchi energiya manbalari asosida ishlovchi elektr stantsiyalari yordamida zaryadlanadigan mobil qishloq xo‘jalik texnika vositalarini joriy etish bo‘yicha tegishli xulosalar chiqarilgan. Tahlil natijalariga ko‘ra, elektr traktorlarni O‘zbekiston Respublikasi agrar sektoriga jalb qilish bo‘yicha takliflar taqdim etilgan.

Kalit so‘zlar: qishloq xo‘jaligi, elektr traktor, elektr motor, quvvat, akkumulyator, quyosh panellari, shamol generatori, qayta tiklanuvchi energiya manbalari, elektr texnologiyalar, chastota o‘zgartirgich, kontroller, invertor

PROSPECTS FOR THE USE OF COMBINED ELECTRIC TRACTORS IN THE AGRICULTURAL INDUSTRY

A.A.Boqiev – DSc, N.A.Nuralieva – PhD, A.N.Botirov, D.M.Akbarov – basic doctoral students,
“Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers” National Research University

Abstract

The article discusses foreign experiences of using electric tractors in agriculture. In the conditions of Uzbekistan, it is recommended to use electric tractors working in agriculture, their models are presented, and their characteristics are highlighted. The advantages of using electric tractors are described. Based on the study of the experiences of the developed countries in solving the above problems, appropriate conclusions were drawn on the introduction of mobile agricultural equipment that is charged using power stations operating on the basis of mobile renewable energy sources. According to the results of the analysis, proposals were presented on the introduction of electric tractors into the agricultural sector of the Republic of Uzbekistan.

Key words: agriculture, electric tractor, electric motor, power, battery, solar panels, wind generator, renewable energy sources,

Введение. В сельском хозяйстве тракторы выполняют такие задачи, как вспашка земель, предпосевная подготовка полей, посадка сельскохозяйственных культур, междурядная обработка растений, опрыскивание растений, транспортные работы. Дизельные тракторы при работе выделяют вредные выхлопные газы, который в свою очередь оказывает негативное воздействие окружающей среде [1].

В настоящее время одним из наиболее перспективных направлений в нашей республике является широкое внедрение электрических тракторов для сельского хозяйства. В настоящее время многие крупные производители сельскохозяйственной техники занимаются разработкой электрических тракторов для сельского хозяйства. Электротракторы – инновационное решение для различных сфер агропромышленного комплекса. Это помогает сделать сельскохозяйственные

работы более эффективными и дешевыми. Наша республика сегодня находится в начальном периоде. В статье проанализированы электротракторы, разработанные в ряде стран мира [2].

Но, одним из основных проблем при внедрении электрических тракторов является их зарядка. Решением данной проблемы считаем реализации мобильного энергоснабжения для отдаленных территорий на основе ВИЭ [10].

Материалы и методы. Целью исследования является изучение и анализ эффективности мероприятий по электроснабжению отдаленных территорий и внедрении электрических тракторов с учетом использования современных энергоэффективных технологий в условиях Республики Узбекистан. Основные электротехнологические процессы состоят из маломощного электрооборудования, удаленных друг

от друга и носят сезонный характер. С учетом этого при проектирования сетей электроснабжения регионов должны основываться на комплексном использовании традиционных и различных видов возобновляемых источников энергии при проектировании и разработке систем энергоснабжения [12].

Эти цели могут быть достигнуты при использовании современных методов подбора состава и параметров автономных и мобильных солнечно-ветровых устройств, которые могут постоянно обеспечивать электроэнергией небольшие хозяйства, расположенные вдали от централизованных сетей [4].

Известно, что сельскохозяйственные потребители электрической энергии имеют специфические режимы работы, которые в основном зависят от агротехнических требований и сезонности. Поэтому вводится так называемый коэффициент одновременности K , который определяет зависимость расчетных значений нагрузок нескольких потребителей от значений их максимальных нагрузок. Учитывая, что в процессах выращивания и переработки плодоовошной продукции одновременно не работают несколько потребителей. Поэтому при расчете нагрузок в источнике питания принимается средняя арифметическая сумма значений мощности одновременно работающего оборудования, умноженная на $K < 1$. [6]

Результаты исследований. В аграрной сфере несколько потребителей одновременно не работают. Поэтому расчетная мощность в электроснабжении принимается при значении арифметической суммы мощностей потребителей, работающих в данный момент времени, кратной единовременному коэффициенту $Q < 1$.

Единовременным коэффициентом называют зависимость значений расчетных нагрузок нескольких групп потребителей от значений их максимальных нагрузок.

В аграрной отрасли Узбекистана электрическая энергия в основном потребляется в целях орошения и электрического привода различных оборудований и установок. Нейэффективность централизованного электроснабжения на отдаленных территориях с экономической и технологической точек зрения характеризуется следующими причинами:

- Относительно низкий объем энергопотребления на местах;
- Сезонность потребление электрической энергии;
- Постоянно меняющиеся графики потребления в связи с требованиями агротехники.

Основным препятствием для эффективного развития аграрного сектора в настоящее время является проблемы своевременного и достаточного электроснабжения и энергоооруженность хозяйств. В связи с этим, на местах выходят из оборота плодородные земельные ресурсы. В животноводстве остро ощущается нехватка водных ресурсов на отдаленных пастбищах [9].

Во многих хозяйствах отдаленных регионов, при обработке земель и растений сельскохозяйственная техника приставает из за нехватки горюче-смазочных материалов. В результате посевые работы и обработка растений проводятся с опозданием или в отдельных случаях вручную. Мобильные технические средства используемых в аграрной сфере работает на органическом топливе, в результате чего энергоэффективность проводимых агротехнических мероприятий имеют низкий уровень [14].

Изучения и анализ опыта развитых стран по

внедрению электрических тракторов для сельского хозяйства показали что, главной проблемой является не разработка конструкции самого электрического трактора, а условия их зарядки.



Рис 1. Модель электротрактора SESAM

Американская компания «Jon Dir» разработала электрический трактор марки SESAM. Он оснащен 2 двигателями мощностью по 150 кВт и прямой коробкой передач, обеспечивающей постоянную мощность 174 л.с. Его максимальная мощность составляет 400 л.с. Заряда аккумулятора на одном заряде хватает на 4 часа работы или около 55 км пути. Полная зарядка аккумуляторов занимает около 3 часов.



Рис 2. Электротрактор Монарх МК4

Американская компания Monarch Tractor создала первый в мире интеллектуальный электрический трактор. Тракторы Monarch MK4 доказали, что могут передвигаться без водителя. Этот трактор может работать с различной сельскохозяйственной техникой, оснащен электродвигателем мощностью 55 кВт (70 л.с.), крутящий момент которого в два раза превышает крутящий момент дизельного двигателя той же мощности. Беспилотный электротрактор решает следующие очень важные задачи в сельском хозяйстве:

- работа фермеров не прекращается при нехватке рабочей силы;
- на аккумулятор предоставляется гарантия 10 лет;
- стоит дешевле, чем другие тракторы;
- безопасный и экологически чистый.
- оснащен современными технологиями, имеется камера наблюдения на 360 градусов;
- оператор программирует только те задачи, которые оборудование выполняет автоматически.

Габаритные размеры трактора:

- длина: 3,72 м,
- высота: 2,34 м,
- ширина: 1,23 м,
- вес 2,61 кг.

зарядка и энергопотребление

Порт зарядки: J1772 Тип 1 (до 80 А), Уровень зарядки: Уровень переменного тока 2

- Время зарядки 5-6 часов с зарядным устройством на 80 А.
- Время зарядки составляет 10–12 часов с помощью зарядного устройства на 40 А.
- Электропитание: 220 В переменного тока (NEMA L6-30R) (18 А).

- Источник питания: 110 В переменного тока (NEMA 5-15) (15 А).

С увеличением парка технических средств с электрическим приводом, параллельно должна развиваться инфраструктура по их зарядке. Результаты исследований известных мировых производителей аккумуляторных батарей и зарядных устройств показывает, что, в сочетании с постоянным улучшением работы аккумуляторный батарей, в ближайшем будущем наступить переломный момент в массовом открытии солнечно-ветряных станций малой мощности для зарядки электрического транспорта. Как и в случае с другими подобными инновационными технологиями, переход на электрические транспортные средства будет постепенно нарастать [17].

Исходя из вышеизложенного был разработан проект солнечно-ветровой мобильной электростанции, которая в дневное время может генерировать в среднем $P_{\text{моб.день}} = 4,5-4,7 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$, а вечерние часы - это $P_{\text{моб.ночь}} = 0,8-1,0 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$ электрической энергии.

Электромеханические характеристики электротрактора тягового класса 0,4. Приведены в таблице -1.

Таблица 1
Электромеханические характеристики электротрактора тягового класса 0,4.

№	Наименование параметра	Ед.изм.	
1	Рабочее напряжение	V	48
2	Номинальная мощность	kVt	3,6
3	Емкость бака с рабочей жидкостью	L	200
4	Максимальная грузоподъемность	kg	400
5	Расстояние между колесами	mm	1400
6	Рабочая ширина	m	7,2
7	Полный вес конструкции	kg	750
8	Расстояние, пройденное на одном заряде	km	40

Мобильная электростанция в дневное время может вырабатывать в среднем 4,5-4,7 кВт·час, а вечерние часы 0,8-1,0 кВт·час электрической энергии. Одна мобильная станция создает возможности возвращать более 100 га вышедших из оборота плодородных земельных ресурсов. Если учесть, что с каждого га можно получать в денежном выражении на более 15-20 млн. сум продукции, то окупаемость станции не превышает 4 лет.

С учетом высокой стоимости производства, хранения и доставки горюче-смазочных материалов совместное использование электрических тракторов и мобильных электрических станций на основе ВИЭ считается эффективным. На рис. 2 представлен мобильная электростанция и многофункциональный электрический трактор на основе ВИЭ и способы его применения [12].

Изучение и анализ показывает что, в развитых странах быстрыми темпами проводятся исследования по переводу сельскохозяйственной техники на электропривод. Исходя из этого, учитывая накопленный опыт развитых стран в нашей республике исследования в этом направлении будут проводиться в более широком масштабе, а внедрение энергоэффективных, экологически чистых электротракторов для аграрного

сектора создаст большие возможности для местных фермеров.

Разработанный многофункциональный электрический трактор предназначен для выполнения следующих агротехнических мероприятий:

- Осенняя и весенняя подкормка (опрыскивания суспензии) зерновых, садов и овощей;
- Агротехнические мероприятия по защите растений;
- В качестве транспортных платформ в теплицах.

Исследование направлено на решение проблемы эффективного использования технического потенциала и земельных ресурсов. Электрический трактор и мобильная «Солнечно-ветряная» электростанция востребована в эксплуатации и может иметь применение во всех регионах республики Узбекистан. Так как указанные выше проблемы характерны и для других республик Центральной Азии который дает возможность для организации постепенного экспорта данной продукции [7].

Выходы.

Главной проблемой при внедрении мобильных технических средств на электрическом приводе остается их зарядка. Для организации эффективного электроснабжения аграрной отрасли остается децентрализованность объектов, сезонность режимов потребления и относительно малая потребляемая мощность. Поэтому внедрение фотоэлектрических станций в отдаленных регионах необходимо осуществлять не в качестве дополнительного, а основного источника энергии.

Американские SESAM, Monarch MK4 и другие высокопроизводительные электротракторы выполняют ряд задач в сельском хозяйстве, таких как вспашка, вспашка земли, посадка сельскохозяйственных культур, обработка растений, опрыскивание растений суспензией в течение вегетационного периода. Настало время постепенно переходить на использование электротракторов в Узбекистане. Истощение запасов ископаемого топлива приведет к сокращению часов работы обычных тракторов. Электрический трактор позволит снизить дополнительные затраты по сравнению с дизельными тракторами, и как следствие, продукция, выращиваемая фермерами, станет более конкурентоспособной.

Внедрение электротракторов в сельское хозяйство является актуальным, и при эффективном использовании современных передовых технологических устройств с помощью новых технологий можно экономить топливные ресурсы, предотвращать выбросы вредных веществ в атмосферу, снижать эксплуатационные расходы, снизить уровень уплотнения почвы.

Для широкого внедрения результатов проведенных исследований необходимо выполнить следующие задачи:

- разработка и утверждения соответствующих нормативно-технических документации (исходные требования, техническое задание, конструкторская документация) многофункционального электрического трактора и мобильной электростанции «Солнце-ветер»;
- изготовление опытных образцов для проведения широких хозяйственных испытаний.

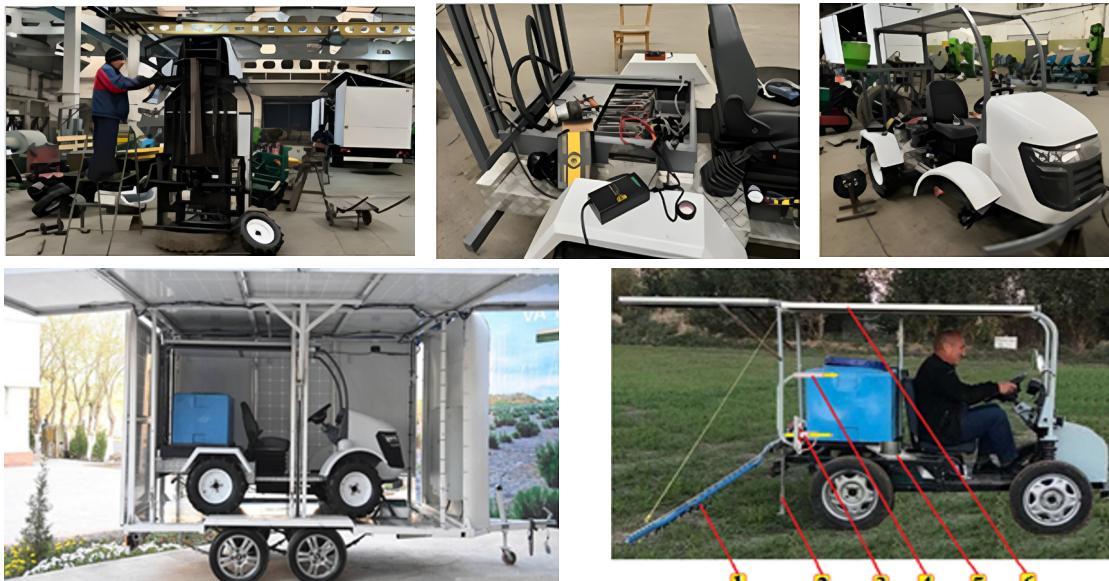


Рис. 2. Разработка электрического трактора и мобильной «Солнечно-ветряной» электростанции

1 – штанговый опрыскиватель; 2 – заземление; 3 – зарядное устройство; 4 – емкость для рабочей жидкости; 5 – высоковольтный трансформатор; 6 – солнечная панель

Adabiyotlar

- Бижаев А.В. Исследование параметров трактора с электроприводным силовым агрегатом // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2020. Т. 14. Н4. С. 33-42. DOI 10.22314/2073-7599-2020-14-4-33-42.
- Boqiev A.A., Nuralieva N.A. Qishloq xo‘jalik traktorlarini elektr yuritmaga o‘tkazishda horij tajribalari // O‘zbekiston qishloq xo‘jaligi. – Toshkent, 2019. – № 2. Б. 43-45.
3. А. В. Медведев, А. А. Кулаков, Т. В. Чертова. Выбор оптимальных параметров солнечной установки. Южно-Уральский государственный аграрный университет, г. Челябинск. С. 615-618. (03)
4. Шерьязов С.К., Толабаев Ш.Р., Шотемиров Ж.М.У. Особенности энергоснабжения с использованием солнечной энергии / С.К. Шерьязов, Ш.Р. Толабаев, Ж.М.У. Шотемиров // Актуальные вопросы агронженерных наук: Теория и практика. Материалы национальной научной конференции Института агронженерии. Под ред. М.Ф. Юдина. 2018. С. 326-334.
5. Чиндяскин В.И., Шахов В.А., Шерьязов С.К. Теоретические исследования бесперебойности электроснабжения сельских потребителей с применением альтернативных источников / В.И. Чиндяскин, В.А. Шахов, С.К. Шерьязов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – Оренбург, 2019. – № 6 (80). – С. 179-181.
6. Фагаманов Ф.Ф., Ахметшин А.Т., Тухватуллин М.И. Ветро-солнечная установка для электроснабжения сельскохозяйственных потребителей / Ф.Ф. Фагаманов, А.Т. Ахметшин, М.И. Тухватуллин // Наука молодых – инновационному развитию АПК. материалы XI Национальной научно-практической конференции молодых ученых. Башкирский государственный аграрный университет. 2018. – С. 65-68.
7. Boqiev A.A., Nuralieva N.A. O’simliklarga qator oralab ishlov beruvchi elektr mexanik qurilma // “O‘zbekiston qishloq xo‘jaligi” jurnali. – Toshkent, 2019. – Maxsus son. – В. 44-46.
8. Раков В.А., Литвинов В.И. Отсенка экономической эффективности использования комбинированных и электрических энергоустановок в сельскохозяйственных машинах. Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. Технические науки: протессы и машины агронженерных систем. С 123-128.
9. Boqiev A.A., Nuralieva N.A. “Perspektiviy perevoda na elektricheskix privod mobilnyx texnicheskix sredstv v selskom xozyaystve respublikii Uzbekistan” “Energiya va resurs tejash muammolari”, // .-T.; 2018. № 3-4., 334-339 betlar.
10. A. Bokiev, N. Nuralieva, S. Sultonov, A. Botirov, and U. Kholiknazarov, “Diversification of energy supply to the agricultural sector in the conditions of Uzbekistan,” in E3S Web of Conferences, 2021, vol. 264. doi: 10.1051/e3sconf/202126404022.
11. A. Bokiev, S. Sultonov, N. Nuralieva, and A. Botirov, “Design of mobile electricity based on solar and garland micro hydro power plant for power supply in Namangan region mountain areas,” in E3S Web of Conferences, 2023, vol. 365. doi: 10.1051/e3sconf/202336504003.
12. A. A. Boqiev, A. Botirov, S.A Toshmatov, Praspect for conversion to electrec dreve of agricultural machinery in Uzbekistan. International journal advanced research insceence, injineering and texnology 2020y 11 noyabr.
13. A. A. Boqiev, A. Botirov, S.A Toshmatov, Conversion of agricultural tractors to electric chain drive. Bulletin of agricultural science of Uzbekistan. storage/users/401/articles/8a4vomcXbXj8lm4mpUKjOj7xkrzjBQhzO38qnxx3.pdf
14. A. A. Boqiev, A. Botirov, Adaptive management of solar panels of the “Sun+Wind” mobile power plant. Contemporary problems of agriculture and water management XVI scientific and practical conference of young scientists, masters and talented students.
15. A. Rajabov, A. Bokiev, N. Nuralieva, and S. Sultonov, “Mobile power supply for drip irrigation systems,” in IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020, vol. 883, no. 1. doi: 10.1088/1757-899X/883/1/012109.

УДК: 604.021.519.887.639.331.5

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ПОТОКОВ В РЕАКТОРЕ ДЛЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ХЛОРЕЛЛЫ

*Ш.Р.Рахманов – к.т.н., доцент,**Национальный исследовательский университет Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства***Аннотация**

В статье рассмотрено математическое моделирование гидродинамической структуры потока в аппарате для культивирования хлореллы. В рассматриваемом реакторе имеет место достаточно активное продольное и радиальное перемешивание, более приемлемой является диффузионная модель. Однако такая модель описывается дифференциальными уравнениями в частных производных и сопряжена с определенными трудностями, связанными с определением коэффициентов радиальной и продольной диффузии. Поэтому при описании подобных явлений более подходит ячеичная модель. Математическое описание гидродинамической структуры потока в виде ячеичной модели состоит из системы линейных дифференциальных уравнений первого порядка. На основе полученных кинематических уравнений и управления гидродинамической структурой потока в реакторе составлена обобщенная математическая модель процесса культивирования микроводорослей. Полученная аналитическими приемами модель рассматриваемого процесса представляет собой систему уравнений, описывающую различные стороны объекта исследования с учетом кинетических параметров и реальных гидродинамических режимов. Эти конкретные значения коэффициентов могут быть использованы при решении различных инженерных задач.

Ключевые слова: математический модель, микроводоросли, численные методы, гидродинамический модель, параметрическая идентификация.

XLORELLANI YETISHTIRISH REAKTORIDA OQIMLARNING GIDRODINAMIK TUZILISHINI MATEMATIK MODELLASHTIRISH

*Sh.R.Rakhmanov – t.f.n., dotsent,**"Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti" Milliy tadqiqot universiteti***Annonatsiya**

Ushbu maqolada xlorellani yetishtirish apparatida oqimlarning gidrodinamik tuzilishini matematik modellashtirish muhokama qilindi. Ko'rib chiqilayotgan reaktorda juda faol bo'ylama va radial aralashtirish sodir bo'lganligi sababli, diffuziya modeli hali ham maqbuldir. Biroq, bunday model qisman differentials tenglamalar bilan tavsiflanadi va radial va uzunlamasina diffuziya koeffitsientlarini aniqlash bilan bog'liq ma'lum qiyinchiliklar bilan bog'liq. Shuning uchun bunday hodisalarini tasvirlashda huajraya modeliga murojaat qilish mantigan to'g'ri keladi. Oqimlarning gidrodinamik tuzilishining uyali model ko'rinishidagi matematik tavsifi birinchi tartibli chiziqli differentials tenglamalar tizimidan iborat. Olingan kinematik tenglamalar va reaktordagi oqimlarning gidrodinamik tuzilishini nazorat qilish asosida biz mikroalglarni etishtirish jarayonining umumlashtirilgan matematik modelini tuzamiz. Ko'rib chiqilayotgan jarayonning analitik usullar bilan olingan modeli – kinetik parametrler va haqiqiy gidrodinamik rejimlarni hisobga olgan holda o'rganilayotgan obyektning turli tomonlarini tavsiflovchi tenglamalar tizimi. Ushbu o'ziga xos koeffitsient qiyatlari turli muhandislik muammolarini hal qilish uchun ishlatalishi mumkin.

Kalit so'zlar: matematik model, mikrosuv o'simliklari, sonli usullar, gidrodinamik model, parametrik identifikatsiya.

MATHEMATICAL MODELING OF THE HYDRODYNAMIC STRUCTURE OF FLOWS IN A REACTOR FOR CULTIVATING CHLORELLA

*Sh.R.Rakhmanov – Ph.D. Associate professor,**National Research University "Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers"***Abstract**

This article discusses mathematical modeling of the hydrodynamic structure of flows in an apparatus for cultivating chlorella. Since quite active longitudinal and radial mixing takes place in the reactor under consideration, the diffusion model is still more acceptable. However, such a model is described by partial differential equations and is associated with certain difficulties associated with determining the radial and longitudinal diffusion coefficients. Therefore, when describing such phenomena, it makes sense to resort to the cell model. The mathematical description of the hydrodynamic structure of flows in the form of a cellular model consists of a system of linear differential equations of the first order. Based on the obtained kinematic equations and control of the hydrodynamic structure of the flows in the reactor, we compile a generalized mathematical model of the microalgae cultivation process. The model of the process under consideration, obtained by analytical techniques, is a system of equations that describes various aspects of the object

of study, taking into account kinetic parameters and real hydrodynamic regimes. These specific coefficient values can be used to solve various engineering problems.

Key words: mathematical model, microalgae, numerical methods, hydrodynamic model, parametric identification.

Введение. При составлении математической модели процесса культивирования хлореллы необходимо учитывать изменение концентрации вещества С во времени t и по длине культиватора с учетом реальной гидродинамической структуры потока [1]. Система уравнений (1) описывает процесс культивирования микроводорослей, реализуемый в периодическом режиме. При достижении заданного значения X процесс переводится в непрерывный режим с целью повышения производительности культиваторов и стабильного использования, культур и питательных веществ [2].

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dx}{dt} = \mu x; \\ \frac{ds^i}{dt} = d_e \mu x; \\ \frac{ds^i_m}{dt} = m_e x; \\ \mu = \mu_m \frac{s_i}{K s_i} \exp \left[\frac{(pH - \varphi_1)^2}{\delta_1^2} - \frac{(T - \varphi_2)^2}{\delta_2^2} - \frac{(C - \varphi_3)^2}{\delta_3^2} \right] \\ \frac{ds}{dt} = (\alpha_1 \mu + m_i) x \end{array} \right. \quad (1)$$

Известные типовые модели идеального перемешивания, идеального вытеснения, комбинированные – ячеичная, диффузионная модели с определенной степенью точности могут применяться для формализации гидродинамической структуры потоков в различных взаимодействующих по конструктивному оформлению культиваторах [3].

Гидродинамическая структура потоков в культиваторах обычно наиболее близка к типовой модели идеального перемешивания [4]. Но поскольку рассматриваемый процесс протекает в культиваторах трубчатого типа, где $l > d$ (l – длина, d – диаметр аппарата), то в первом приближении когда $l/d \geq 10$ целесообразно использовать модель идеального вытеснения [5]. В соответствии с этой моделью применяется поршневое течение без перемешивания вдоль потока при равномерном распределении субстанции в направлении, перпендикулярном к движению потока [6].

Постановка задачи. В рассматриваемом реакторе имеет место достаточно активное продольное и радиальное перемешивание, но более приемлемой является диффузионная модель [7]. Однако такая модель описывается дифференциальными уравнениями в частных производных и сопряжена с определенными трудностями, связанными с определением коэффициентов радиальной и продольной диффузии. Поэтому при описании подобных явлений более подходит ячеичная модель [8].

Математическое описание гидродинамической структуры потока в виде ячеичной модели состоит из системы линейных дифференциальных уравнений первого порядка:

$$\frac{1}{m} * \frac{dS_i}{dt} = \frac{1}{\tau_n} (S_{i-1} - S_i) \quad (2)$$

где: $i = 1, 2, 3, \dots, m$.

Физическая сущность данной модели состоит в том, что в каждой ячейке рассматриваемый поток подвергается мгновенному радиальному перемешиванию, а между отдельными ячейками отсутствует перемешивание (процесс протекает с достаточно большой линейной скоростью) [10]. Количество предполагаемых ячеек идеального перемешивания m – параметр, характеризующий ячеичную модель [11]. Известно, что если $m = 1$, то ячеичная модель переходит в модель полного смешивания при $n \rightarrow \infty$, или в модель идеального вытеснения [12].

Методы решения. При использовании ячеичной модели для описания гидродинамики реальных потоков важно правильно выбрать число ячеек, поскольку она отражает степень перемешивания в аппарате. Следовательно, его роль в ячеичной модели аналогична роли критерия Пекле в диффузионной модели [13].

Практические расчеты показывают, что принимать m слишком большим не имеет смысла, поскольку ячеичная модель с числом ячеек $m > 10$ с достаточным приближением воспроизводит свойства модели идеального вытеснения [14].

При определении числа ячеек в ряде случаев можно воспользоваться формальной аналогией между числом Пекле и определенный величиной [15]. Оказывается, что между этими параметрами существует связь, которая с достаточной для практических расчётов точностью выражается следующей зависимостью:

$$m = \frac{W_a}{2b_a} = \frac{2P_\alpha}{2}, \quad (3)$$

где: W_a – средняя линейная скорость потока,

α – линейные координаты системы,

b_a – коэффициент продольного перемешивания,

P_α – диффузионный критерий Пекле.

По этой зависимости можно определить m и применять в исследованиях вместо диффузионной ячеичной модели, которая значительно проще [16]. Основываясь на формуле (4), по экспериментальным данным можно определить число m ячеичной модели. Значение критерия Пекле можно определить по данным о распределении времени пребывания частиц в потоке:

$$P_\alpha = \frac{2}{\sigma^2}; \quad \sigma^2 = \frac{\Delta t \sum_{i=1}^n \tau_i c u_i}{t^2 \Delta t \sum_{i=1}^n c u_i}, \quad (4)$$

где: C – концентрация вещества (%);

t – время, min;

τ – среднее время пребывания частиц в аппарате;

Δt – шаг интегрирования.

Анализ результатов и примеры. Для определения ячеек в ячеичной модели были проведены эксперименты на культиваторе ёмкостью 10 m^3 . Условия проведения эксперимента соответствовали требованиям технологического регламента. Объемный расход питательных веществ составил $V = 1,4 \text{ m}^3/\text{h}$.

В качестве индикатора при снятии экспериментальных кривых использовали аммиачную воду. Анализ гидродинамической структуры потока проводился импуль-

сным методом, в соответствии с которым импульсное возмущение по концентрации аммиачной воды принято в количестве 120 литров. Среднее время пребывания частиц в аппарате определялось по общепринятой формуле:

$$t = \frac{\Delta t \sum_{i=1}^n t C u_i}{\Delta t \sum_{i=1}^n C u_i} \quad (5)$$

Расчеты по этому уравнению позволили получить следующие результаты: $t_{\text{ср}} = 75 \text{ min}$

$\sigma=0,2$. Отсюда следует, что $m = 4,8$ значение числа ячеек идеального перемешивания принимается равным 5.

Импульсная характеристика (C – кривая) для ячеичной модели имеет вид:

$$C_{\text{кр}}(t) = \frac{1}{(m-1)!} * \left(\frac{mt}{t}\right)^{m-1} * \frac{m}{t} e^{-\frac{mt}{t}} \quad (6)$$

Теоретически – кривая (сплошная линия) и экспериментальная (пунктирная линия) для ячеичной модели ($m=5$) приведены на рисунке 1.

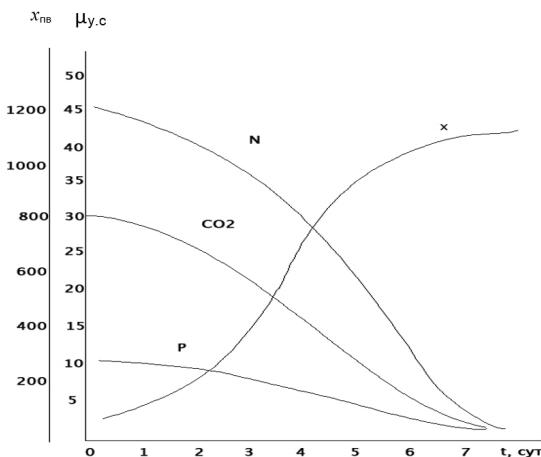


Рис 1. Изменение концентрации N, CO₂, P и X во времени

Расхождение кривых в начале и конце процесса, объясняется наличием застойной и (или) других зон, которые по своему объему занимают значительное место с основным объектом культиватора.

Таким образом, на основе полученных кинематических уравнений (5) и управления гидродинамической структурой потока в реакторе (6) составлена следующая обобщенная математическая модель процесса культивирования микроводорослей:

$$\begin{cases} \frac{dx_i}{dt} = \frac{V}{V_i} (x_{i-1} - x_i) + \mu_i x_i \\ \frac{dSp_{ij}}{dt} = \frac{V}{V_i} (Sp_{i-1,j} - Sp_{i,j}) - \alpha_i \mu_i x_i \\ \frac{dSm_{ij}}{dt} = \frac{V}{V_i} (Sm_{i-1,j} - Sm_{i,j}) - \mu_i x_i \\ \mu_i = \mu_m \frac{S_{ij}}{K_{Si} + S_{ij}} \exp \left[-\frac{(ph - \varphi_1)^2}{\sigma_1^2} - \frac{(T - \varphi_2)^2}{\sigma_2^2} - \frac{(l - \varphi_3)^2}{\sigma_3^2} \right] \\ \frac{dS_{ij}}{dt} = \frac{V}{V_i} (S_{i-1,j} - S_{ij}) - (\alpha \mu_i + m) x_i \end{cases} \quad (7)$$

Дальнейшая задача заключается в определении значений коэффициентов, входящих в уравнение (7).

Выводы. Полученная аналитическими приемами модель рассматриваемого процесса представляет собой систему уравнений, описывающую различные стороны объекта исследования с учетом кинетических параметров и реальных гидродинамических режимов. Эти конкретные значения (оптимальные значения изменение концентрации N, CO₂, P и X во времени) коэффициентов могут быть использованы при решении различных инженерных задач. Определение кинетических констант и параметров модели, наилучшим образом отражающих экспериментальные данные – весьма трудоемкая и сложная задача. Обычно это достигается методами параметрической идентификации.

№	Адабиётлар	References
1	G.M. Ostrovsky Yu. Modelirovaniye slojnyx ximiko-texnologicheskix sxem. [Modeling of complex chemical-technological systems] Moscow, Chemistry Publ, 2005. p.372. (in Russian).	Г. М. Островский. Моделирование сложных химико-технологических схем. – Москва: Химия, 2005. – 372 с.
2	Rakhmanov Sh.R Mathematical modeling of the hydrodynamic structure of flows in the apparatus for cultivating chlorella. Parametric identification of the mathematical model ICECAE 2020 IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 614 (2020) 012152 doi:10.1088/1755-1315/614/1/012152	Rakhmanov Sh.R Mathematical modeling of the hydrodynamic structure of flows in the apparatus for cultivating chlorella. Parametric identification of the mathematical model ICECAE 2020 IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 614 (2020) 012152 doi:10.1088/1755-1315/614/1/012152
3	Raxmonov Sh. Model va algoritmlar boshqaruvi nereyvynymi protochnymi biotekhnologik jarayonlar (Monografiya) [Rakhmanov Sh. Models and algorithms for controlling continuous flow biotechnological processes (Monograph)] Tashkent 2023 (in Russian).	Рахманов Ш. Модели и алгоритмы управления непрерывными проточными биотехнологическими процессами(Монография) Ташкент 2023
4	Rakhmanov Sh Automatic control system for the technological process of chlorella cultivation Scopus, CONMECHYDRO – 2020	Rakhmanov Sh. Automatic control system for the technological process of chlorella cultivation Scopus, CONMECHYDRO – 2020

5	Rakhmanov Sh Metody resheniya zadachi optimalnogo upravleniya kultivirovannyx mikrovodorosley. [Methods for solving the problem of optimal control of cultivated microalgae] Journal Uzbekiston kishlok xujaligi Special Ed. 2019. pp.24-25 (in Russian).	Рахмонов Ш. Методы решения задачи оптимального управления культивированных микроводорослей // "Ўзбекистон қишлоқ хўжалиги" журнали. – Тошкент, 2019. – Махсус сон. – Б. 24-25.
6	Rakhmanov Sh Realizatsiya matematicheskix modeley i algoritmov v zadachax upravleniya prosessom kultivirovaniya mikrovodorosley. [Implementation of mathematical models and algorithms in problems of managing the process of microalgae cultivation]. Irrigation va melioration Special Ed. 2022 , pp.216-219 (in Russian).	Рахмонов Ш. Реализация математических моделей и алгоритмов в задачах управления процессом культивирования микроводорослей // Ж.: "Irrigatsiya va melioratsiya". – Ташкент, 2022. Спец, вып. – С. 216-219.
7	Rakhmanov Sh Matematicheskoye modelirovaniye texnologicheskogo prosessa kultivirovaniya xlorellы [Mathematical modeling of the technological process of chlorella cultivation] Journal Irrigation and melioration Special Ed. 2019. pp.132-135 (in Russian).	Рахманов Ш. Математическое моделирование технологического процесса культивирования хлореллы // Журнал "Иrrигация ва мелиорация" Ташкент, 2019. Спец. вып. – С.132-135.
8	Rakhmanov Sh.R Automatic restart of the pumping unit and control circuit with one button Scopus, Journal of critical views, Volume 7, Issue 5, 2020ISSN – 2394- 5125	Rakhmanov Sh.R Automatic restart of the pumping unit and control circuit with one button Scopus, Journal of critical views, Volume 7, Issue 5, 2020ISSN – 2394- 5125
9	Axmetov K.A., Ismailov M.A. Matematicheskoye modelirovaniye i upravleniye texnologicheskimi prosessami bioximicheskogo proizvodstva. [Mathematical modeling and control of technological processes of biochemical production] Tashkent, Fan Publ., 2001. 112 p. (in Russian).	Ахметов К.А., Исмаилов М.А. Математическое моделирование и управление технологическими процессами биохимического производства. – Ташкент: "Фан", 2001. – 112 с
10	Rakhmanov Sh.R., Razrabotka algoritma optimizatsii nepreryvnogo texnologicheskogo protsessa kultivirovaniya mikroorganizmov [Development of an algorithm for optimizing the continuous technological process of cultivating microorganisms] Jurnal "Irrigatsiya va melioratsiya", 2021 yil, №1 (23)	Рахманов Ш. Разработка алгоритма оптимизации непрерывного технологического процесса культивирования микроорганизмов // Журнал "Иrrигация и мелиорация". – Ташкент, 2021. – №1 (23)
11	Rakhmanov Sh.R., K.N.Turaev Implementation of the developed models and algorithms in problems of control of the process of culturing of chlorella IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 2022, 1043 0120096, 1043 (2022) 012009 IOP Publishing doi:10.1088/1755-1315/1043/1/012009	Rakhmanov Sh.R., K.N.Turaev Implementation of the developed models and algorithms in problems of control of the process of culturing of chlorella IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 2022, 1043 0120096, 1043 (2022) 012009 IOP Publishingdoi:10.1088/1755-1315/1043/1/012009
12	Rakhmanov Sh.R., K.N.Turaev Implementation of mathematical models and algorithms in task control of the microalgae cultivation processes ICECAE 2022. 3rd International Conference on Energetics, Civil and Agricultural Engineering. 14-16 October, 2022	Rakhmanov Sh.R., K.N.Turaev Implementation of mathematical models and algorithms in task control of the microalgae cultivation processes ICECAE 2022. 3rd International Conference on Energetics, Civil and Agricultural Engineering. 14-16 October, 2022
13	Rakhmanov Sh.R., Turaev K.N. Development of algorithms for prediction of the technological process. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 1043, 012009 (2022) doi:10.1088/1755-1315/1043/1/012009.	Rakhmanov Sh.R., Turaev K.N. Development of algorithms for prediction of the technological process. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 1043, 012009 (2022) doi:10.1088/1755-1315/1043/1/012009.
14	Rakhmanov Sh.R., Uskanov Sh Chlorella vulgaris mikroalglarini yetishtirish texnologik jarayonining matematik modellashtirish [Mathematical modeling of the technological process of cultivation of Chlorella vulgaris microalgae] "O'zbekiston agrar fani axborotnomasi" Ilmiy-amaliy jurnal, № 2 (8/2) 2023 (maxsus son). Toshkent-2023 yil 107-112 b.	Rakhmanov Sh.R., Uskanov Sh Chlorella vulgaris mikroalglarini yetishtirish texnologik jarayonining matematik modellashtirish // "O'zbekiston agrar fani axborotnomasi" Ilmiy-amaliy jurnal. – Toshkent, 2023. – Maxsus son. 107-112 b.
15	Rakhmanov Sh. Tekhnologicheskie sistemy upravleniya protsessom prigotovleniya pitatelnyx veshchestv kultivirovaniya chloorely "Journal of Agriculture and Water Management of Uzbekistan" No. 1 (2023), pp. 57-59.	Рахманов Ш. Технологические системы управления процессом приготовления питательных веществ культивирования хлореллы // Ж.: "Ўзбекистон қишлоқ ва сув хўжалиги". – Ташкент, 2023. – №1. – С. 57-59.
16	Rakhmanov Sh. Uskanov Sh.Q. Mikroalglarning o'sishiga va rivojlanishida gaz hamda yorug'lik impulsleri va boshqa omillarning ta'siri [Effects of gas and light pulses and other factors on the growth and development of microalgae]. "Qishloq va suv xujaliginnng zamonaviy muammolari" mavzusidagi muammolarniyi XXI yosh olimlar, magistrlar va iqtidorli talabalarning ilmiy-amaliy anjumani. Toshkent-2022 yil, 12-13 may	Rakhmanov Sh. Uskanov Sh.Q. Mikroalglarning o'sishiga va rivojlanishida gaz hamda yorug'lik impulsleri va boshqa omillarning ta'siri "Qishloq va suv xujaliginnng zamonaviy muammolari" mavzusidagi muammolarniyi XXI yosh olimlar, magistrlar va iqtidorli talabalarning ilmiy-amaliy anjumani. Toshkent-2022 yil, 12-13 may

SUYUQ ERITMALI O'G'ITLARGA ELEKTROGIDRAVLIK EFFEKT BILAN ISHLOV BERISH VA UNING IQTISODIY SAMARADORLIGINI BAHOLASH

A.A.Turdibayev – PhD, dotsent,

"Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mechanizaitsyalash muhandislari instituti" Milliy tadqiqot universiteti

Annotatsiya

Maqolada suyuq eritmali organik va mineral o'g'itlarga elektrogidravlik effekt yordamida ishlov berish orqali o'simliklarni oziqlantirish samaradorligini oshirish masalasi ko'rib chiqilgan. Elektrogidravlik effekt bilan ishlov berish orqali suvdagi nitratlarning miqdorini 1,1 mg/l dan 2,23 mg/l gacha, ya'ni 102,7 foizgacha ortishi hisobiga o'simliklarni qo'shimcha oziqlantirish imkoniy yaratilish va shu bilan birga suyuq eritmali o'g'itlardagi E.coli (ichak tayoqchalar) bakteriyalarining zararsizlanishi, ya'ni nazoratdagiga nisbatan 82,55 foizgacha zararsizlantrish evaziga o'simlik orqali inson va hayvon organizimiga o'tishi ehtimolining oldi olinadi va natijada inson salomatligi saqlanib qolinadi. Tadqiqotlar natijasida suyuq eritmali o'g'itlarga elektrogidravlik effektli ishlov berish jarayoni, suyuqlikdagi qattiq zarrachalarning maydalanish darajasini ta'minlovchi quyidagi ishlov berish rejim va parametrлari ishlov berish kuchlanishi: $U = 24 \text{ kV}$, kondensator sig'imi: $C = 0,8 \text{ mкF}$, impulslar soni: $n = 175 \text{ imp}$ yetarli ekanligi aniqlangan. Elektrogidravlik effektli ishlov berishning bilan Suyuq eritmali o'g'itga elektrogidravlik effektli ishlov berish orqali suyuq eritmadagi yirik o'g'itlarni optimal darajada parchalash orqali amaldagi texnologiyaga nisbatan o'simliklarni o'g'itni o'zlashtirish ko'satgichi yaxshilandi. Natijada hosildorlik pamidorda 33 sentnergacha, bordingda esa 37 sentnergacha oshirish imkoniy yaratildi. Suyuq eritmali o'g'itga elektrogidravlik effektli ishlov berish orqali 1 ga issiqxonaning bir mavsumdagi iqtisodiy samaradorligi 3250000 so'mni tashkil etadi.

Kalit so'zlar: suyuq eritmali o'g'it, elektrogidravlik effekt, razryad kuchlanishi, impulslar soni, kondensator sig'imi, qattiq moddalar, o'simlik hosildorligi.

ОБРАБОТКА ЖИДКИХ РАСТВОРОВ УДОБРЕНИЙ ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКИМ ЭФФЕКТОМ И ОЦЕНКА ЕЕ ЭКО- НОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

A.A.Turdibaev – PhD, доцент?

Национальный исследовательский университет «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства»

Аннотация

В статье рассмотрен вопрос повышения эффективности питания растений путем обработки жидким органических и минеральных удобрений электрогидравлическим эффектом. Количество нитратов в воде снижается до 1,1 мг/л за счет электрогидравлической обработки. Создается возможность подкормки растений и одновременно элиминация бактерий кишечной палочки в жидким удобрениях от 2,23 мг/л. до 102,7%, т.е. 82,55% по сравнению с контролем в обмен на еенейтрализацию, что может предотвратить от его прохождения через растение в организм человека и животного, в результате чего сохраняется здоровье человека. В результате исследований установлен процесс электрогидравлической обработки жидким удобрением, где установлены следующие режимы обработки и параметры, обеспечивающие степень измельчения твердых частиц в жидкости, напряжение обработки: $U=24 \text{ кВ}$, емкость конденсатора: $C=0,8 \text{ мкФ}$, количество импульсов: $n=175 \text{ имп}$, что оказалось достаточным. Благодаря электрогидравлической обработке. Скорость поглощения удобрений растениями была улучшена по сравнению с существующей технологией за счет оптимального распада крупных удобрений в жидким растворе посредством электрогидравлической обработки жидким раствором удобрений. В результате удалось повысить урожайность до по томату 33 ц и по огурцу до 37 ц на 1 га, принадлежащий хозяйству, методом электрогидравлической обработки жидким удобрений. Экономическая эффективность теплицы за один сезон составляет 43250000 сум.

Ключевые слова: жидкий раствор удобрений, электрогидравлический эффект, напряжение разряда, количество импульсов, емкость конденсатора, твердые вещества, плодородие растений.

TREATMENT OF LIQUID FERTILIZER SOLUTIONS BY ELECTROHYDRAULIC EFFECT AND ASSESSMENT OF ITS ECONOMIC EFFICIENCY

A.A.Turdibaev – PhD, associate professor,

National Research University "Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers"

Abstract

The article discusses the issue of increasing the efficiency of plant nutrition by treating liquid organic and mineral fertilizers with an electro-hydraulic effect. The amount of nitrates in water is reduced to 1.1 mg/l due to electro-hydraulic treatment. This creates the possibility of feeding plants and at the same time eliminating E. coli bacteria in liquid fertilizers from 2.23 mg/l up to 102.7%, i.e. 82.55% compared to the control in exchange for its neutralization, which can prevent it from passing through the plant into the human and animal body, resulting in human health being maintained. As a result of the research, a process for electrohydraulic processing of liquid fertilizers was established, where the following processing modes and parameters were established to ensure the degree of grinding of solid particles in the liquid, processing voltage: $U = 24 \text{ kV}$, capacitor capacity: $C = 0.8 \mu\text{F}$, number of pulses: $n=175$ pulses, which turned out to be sufficient. Thanks to electro-hydraulic processing. The rate of fertilizer uptake by plants has been improved over existing technology by optimizing the breakdown of coarse fertilizers into liquid solution through electro-hydraulic treatment of liquid fertilizer solutions. As a result, it was possible to increase the yield to 33 q for tomatoes and 37 q for cucumbers per 1 hectare owned by the farm using the method of electro-hydraulic treatment of liquid fertilizers. The economic efficiency of a greenhouse for one season is 43,250,000 soums.

Key words: liquid fertilizer solution, electrohydraulic effect, discharge voltage, number of pulses, capacitor capacity. solids, plant fertility.



Kirish. Global iqlim o'zgarishlari sharoitida tabiiy resurslar – yer va suv, shuningdek, moddiy resurslardan maqsadli va samarali foydalanishga bo'layotgan barcha harakatlar pirovard natijada sohada mahsulot ishlab chiqarish samaradorligini oshirishga qaratilmoqda. Mamlakatimiz qishloq xo'jaligi sohasida zamonaviy resurstejamkor texnologiyalar va innovatsion ishlanmalarni ishlab chiqarish jarayonlariga joriy qilish bo'yicha muhim qarorlar va "Yo'l xarita"lari qabul qilingan [1].

Bundan tashqari, O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2021-yil 3-fevraldag'i "Qishloq xo'jaligida bilim va innovatsiyalar tizimi hamda zamonaviy xizmatlar ko'rsatishni yanada rivojlantirish to'g'risida"gi farmoni, 2021-yil 26-fevraldag'i "O'zbekiston Respublikasi qishloq xo'jaligini rivojlantirishning 2020–2030-yillarga mo'ljallangan strategiyasida belgilangan vazifalarni 2021-yilda amalga oshirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi qarori, O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2020-yil 17-dekabrdagi "O'zbekiston Respublikasi agrosanoat majmui va qishloq xo'jaligida raqamlashtirish tizimini rivojlantirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi qarorida hududlarning organik mahsulot ishlab chiqarish salohiyatidan foydalanish imkoniyatini oshirish, ilg'or agrotexnologiyalar, innovatsiyalarni joriy etish, tuproqni himoya qilish tizimi, pestitsid va o'g'itlarni me'yorda ishlatishni va kimyoviy vositalarning ular sifatini ilmiy asoslangan holda qo'llanilishini nazorat qilish bo'yicha keng qamrovli chora-tadbirlar amalgalashmoqda.

Qishloq xo'jalik ekinlarini parvarishlash va hosil yetishtirish jarayonida har bir agrotexnologik tadbirlarni to'g'ri tanlash, o'z vaqtida sifatli o'tkazish, agrotexnologik jarayonlardagi yangiliklarni tizimli qo'llash ekinlar hisoblanligini oshirishda muhim ahamiyatga ega.

Qishloq xo'jalik ekinlarini ekishdan boshlab parvarishlash va hosilni o'rib-yig'ib olish vaqtigacha sifatli mahsulot yetishtirish va uning tannarxini arzon bo'lismeni ta'minlash maqsadida mazkur texnologik kartalar amalda mavjud resurstejamkor va innovatsion texnologiyalarni, fan-tehnika taraqqiyoti yutuqlarini hisobga olgan holda qishloq xo'jaligini modernizatsiyalash, mahsulot yetishtirish jarayonlariga yangi biologik va kimyoviy vositalarni qo'llashni yanada oshirishga qaratildi.

Ko'rib chiqilayotgan muammoning hozirgi holati. Organik va mineral o'g'itlardan olinadigan ozuqa moddalarining faqat 30–40 foizi o'simliklar tomonidan o'zlashtiriladi. Chunki respublikamiz agrosanoat majmuasida mineral o'g'itlar asosan quruq shaklda mexanizatsiyalashgan holda qo'llaniladi. O'simliklarni oziqlantirishda suyuq holdagi o'g'itlar quruq o'g'itlarga qaraganda ancha samarali hisoblanadi, ammo ko'p xarajat va mehnat talab etadi [4, 5].

O'g'itning suvli eritmalarida turli menerallar miqdori ko'p, ammo o'simliklar uchun hazm bo'ladigan shaklda bo'lgan meneral moddalari bilan ta'minlanish darajasi yetarli emas. Foydali organik va minerallarni o'simliklar uchun oson bo'lgan shaklga o'tkazish uchun hujayralarning selluloza va lignin membranalari qobiqlarini buzish, ularning ichida zarur bo'lgan foydali moddalarni o'simliklarga yetkazib berish qishloq xo'jalik ekinlarining hosildorligini oshirishning eng muhim vazifasi hisoblanadi [6, 7, 8].

Masalaning qo'yilishi. Hozirgi vaqtida mahalliy o'g'itlar bilan o'simliklarni oziqlantirishda elektrigidravlik usulda qayta ishlash alohida ahamiyatga ega. Mahalliy o'g'it tarkibida organik moddalar majmuasi mavjud bo'lib, dehqonchilik tarmoqlari va xalq xo'jaligi uchun noyob xomashyo hisoblanadi. Mahalliy o'g'itning organik moddalari va uning tarkibiga kiradigan kimyoviy kislotalar tirik organizmlarning

hayotiy jarayonlarini kuchaytiruvchi fiziologik faol modda manbalari bo'lgan tuproq unumdarligini oshiradi. Biroq, bu xususiyatlar organik o'g'itning tegishli parchalanish jarayonlari va uning bir qator birikmalari o'simliklar tomonidan assimilyatsiya qilish uchun mavjud bo'lgan holatga o'tgandan keyingina namoyon bo'ladi.

Tabiiy holatda bu jarayon juda sekin kechadi, shuning uchun mahalliy o'g'itni sof shaklda qo'llash samarasizdir. Hayvon go'ngi o'g'it sifatida ishlatish uchun go'ngdag'i organik moddalarni va azotini faollashtirishning turli usullari qo'llaniladi: termal, kimyoviy va biologik usullar [9, 10].

Elektrogidravlik effekt bilan ishlov berish, murakkab organik tuzilmalarga ko'p omilli fizik-kimyoviy ta'sir ko'rsatadi va uni faollashtirishning istiqbolli usuli hisoblanadi.

Qishloq xo'jalik ekinlarini mahalliy o'g'itli sharbat bilan sug'orish davridagi asosiy muammo ma'lum parametrlarga ega bo'lgan ozuqaviy eritmani yaratishdir. Kimyoviy elementlar suvda eriydi, ular ildiz tizimi orqali so'riliishi tufayli o'simliklarning oziqlanishida ishtirok etadi. O'simliklarning o'sish bosqichiga qarab, turli xil ozuqaviy elementlarni talab qiladi, ammo mahalliy o'g'itlardan foydalanilganda qayta ishlanishi lozim [11].

Yechish usuli (uslublari). Tadqiqotda adabiyotlar sharhi bo'yicha statistik ma'lumotlarga hamda dala va nazariy tadqiqotlarga ishlov berish usullaridan foydalanilgan.

Natijalar tahlili va misollar. Suyuq eritmali ozuqaga elektrogidravlik effekt bilan ishlov berish samaradorligini baxolash va ishlov berilayotgan mahsulotning holatini ko'rsatuvchi omil sifatida uning parchalanish darajasi qabul qilingan.

Tadqiqot tajribalari Oqko'rg'on tumanidagi "Qobil Ag'zam Fayz" dehqonchilikka ixtisoslashgan fermer xo'jaligida o'tkazildi. Fermer xo'jaligida ekinlarni sug'orish uchun "Xonariq" kanalidan foydalaniladi. Suvning sifat ko'rsatkichlari quyidagi 1-jadvallarda keltirilgan.

1-jadval

Suv sho'rланish darajalari (mg/l)

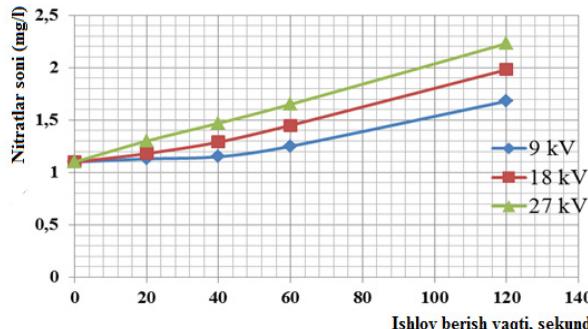
Elementlarning nomi	Suvdagi tuzlarning quruq qoldig'i
Ca	241
HCO ₃	3-4 mmol/l
Cl	65-90
Na	91-110
Fe	4
Mn	089
B	0,62
Zn	073
S(SO ₄)	82 (250)

"Xonariq" kanalidan olingan suv namunalarining sho'rланish darajasi yuqorida keltirilgan talablarga to'liq javob beradi.

Suyuq eritmali o'g'itga elektrogidravlik effekt bilan ishlov berish vaqtiga 3–4 daqiqa davom ettiriladi.

Suyuq eritmali o'g'itga elektrogidravlik effekt bilan ishlov berilgandan so'ng, oqiziqlarning katta qismining diametri 0,002 mm bo'lgan zarrachalargacha parchalanadi.

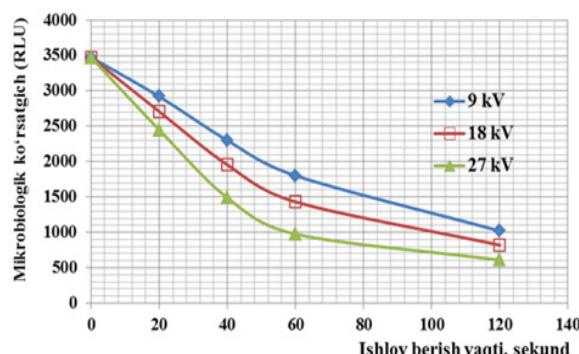
Suyuq eritmali o'g'itga elektrogidravlik effekt bilan ishlov berilganda ishlov berish vaqtining suvdagi nitratlar soniga bog'liqligi 1-rasmida umumlashtirilgan.



1-rasm. 9, 18, 27 kV razryad kuchlanishlarda ishlov berilgan suvdagi nitratlar miqdorining o'zgarishlar dinamikasi ishlov berish vaqtiga bog'liqligi

Olingan tajriba natijalaridan shunday xulosaga kelish mumkinki, faqtgina razryad kuchlanishini oshirish bilan suvdagi nitratlar sonini ko'paytirishga katta ta'sir ko'rsata olmaydi. Suvdag'i nitratlar sonining ortishi ishlov berish vaqtiga ham bog'liq. Bunda ishlov beriladigan razryad kuchlanishiga mos ravishda havodagi razryad oralig'i va elektrodlar orasidagi ishchi oraliq o'zgartirilishi kerak.

Elektrogidravlik effekt suvda ultratovush va ultrabinafsha nurlanish bilan birga amalgalashadi. Bu ta'sirlar esa suvdagi bakteriyalarning yo'q qilish uchun xizmat qildi [12]. Suvdag'i bakteriyalarning nobud bo'lishi kuchlanish qiymatiga va ishlov berish vaqtiga bog'liqligi aniqlandi (2-rasm).



2-rasm. Mikrobiologik ko'rsatgichlarning razryad kuchlanishi va ishlov berish vaqtiga bog'liq holda o'zgarish dinamikasi

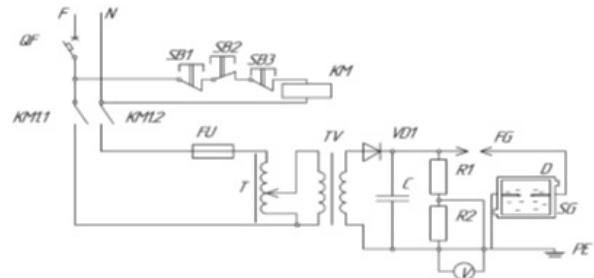
Tajribalarda suvdagi E. Coil (ichak tayoqchalari) bakteriyalarining qay darajada zararsizlantirilganligi tekshirib ko'rildi. Olingan tajriba natijalarga asoslanib shuni aytish mumkinki, suvdagi E. coil (ichak tayoqchalari) bakteriyalarining nobud bo'lishi ishlov berish vaqtiga va razryad kuchlanishining qiymatiga bog'liq. Chunki razryad kuchlanishi qanchalik yuqori bo'lsa ultratovush va ultrabinafsha nurlanish shuncha yuqori bo'ladi [15].

Tajriba natijalari Toshkent suv ta'minoti korxonasining laboratoriyasida tekshirildi. Nitratlarni o'lchash uchun suvdagi nitratlarni o'lchash tartibiga muvofiq pH o'lchagich va ionometr ishlataldi [14].

Elektrogidravlik effekt bilan ishlov berish orqali suvdagi nitratlarning miqdorini 1,1 mg/l. dan 2,23 mg/l. gacha ya'ni 102,7 foizgacha ortishi hisobiga o'simliklarni qo'shimcha oziqlantirish imkoniyatini yaratildi.

Suyuq eritmali o'gitlarda E.coli (ichak tayoqchalari) bakteriyalarining zararsizlanishi, ya'ni nazoratdagiga nisbatan 82,55 foizgacha zararsizlantirish evaziga o'simlik orqali inson va hayvon organizimiga o'tishi ehtimolining oldi olinadi va natijada inson salomatligi saqlanib qolindadi.

Elektrogidravlik effektli ishlov berish qurilmasining takomillashtirilgan elektr sxemasini ishlab chiqildi.

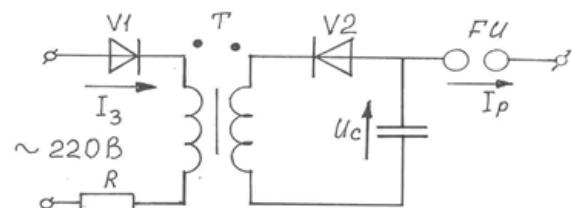


3-rasm. Eritmalarни elektro-gidravlik tozalash moslamasining elektr sxematik diagrammasi

Ushbu sxemaga qurilmani tarmoqqa ular uchun magnit g'altak KM yordamida KM1.1 va KM1.2 kontaktlarini ulaydi. Qurilmani yuqori tokdan himoyalash uchun QF avtomat o'chirgichdan foydalaniladi. Boshqaruv tizimida SB1 ishga tushirish tugmasi mavjud bo'lib, u KM 1.1 va KM 1.2 kontaktlarini ulaydigan magnit g'altakka signal beradi. O'z navbatida, qurilmani tarmoqdan ajratish uchun SB2 "stop" tugmasidan foydalaniladi [15, 16, 17].

Elektrogidravlik effekt bilan ishlov berish qurilmasi yana quyidagilarni o'z ichiga oladi: fazali kuchaytiruvchi transformator; VD – diodlar (KII-1007); Yuqori kuchlanishli kondensatorlar (K-70-15); R1, R2 – qarshiliklar; Yuqori kuchlanishli voltmetr; elektr tokidan himoya qiluvchi erlatish qurilma; FU – razryad oralig'i.

Qurilmada impuls toki hosil qilish uchun LC generatoridan foydalilaniladi. Generatorning prinsipial sxemasi 4-rasmida keltirilgan.



4-rasm. Generatorning prinsipial sxemasi

Generatorning ish prinsipi impuls transformatorining birlamchi chulg'amlaridan o'tayotgan va generatsiyaning I bosqichi hisoblanadigan yarim sinusoidal zaryad toki iz hosil qilgan elektr energiyasini yig'ish hisobiga ishlaydi. Generatorda elektr energiyasini hosil qilish jarayoni keltirilgan.

Zaryad tokining O qiymatiga yetishi bilan II bosqichi boshlanadi. Bu bosqichida impuls transformatorida energiya yig'iliishi E.Yu.K. hisobiga sodir bo'ladi. Bundagi burchak chastotasi quyidagi formula yordamida hisoblanadi [18, 19]:

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad (1)$$

bu yerda: L – impuls transformatorining ikkilamchi chulg'ami induktivligi;

C – kondensator sig'imi.

Kondensatorning zaryadlanish jarayoni oralik razryadlovchi FU ning qisqa tutashishigacha sodir bo'ladi. FU qisqa tutashgandan so'ng kondensator S energiyasi va impuls transformatorida qolgan energiyalar ishlov berilayotgan mahsulotni razryadlaydi [20].

Tadqiqotlar natijasida suyuq eritmali o'g'ilarga elektrogidravlik effektli ishlov berish jarayoni, suyuqligidagi

qattiq zarrachalarning maydalanish darajasini ta'minlovchi quyidagi ishlov berish rejim va parametrlari aniqlandi:
 ishlov berish kuchlanishi: $U = 24 \text{ kV}$;
 kondensator sig'imi: $C = 0,8 \text{ mF}$;
 impulslar soni: $n = 175 \text{ imp.}$

**3-jadval
Suyuq eritmali o'g'itlarga elektrogidravlik effektli ishlov berish qurilmasining birlamchi texnik ko'rsatkichlari**

Nº	Texnik ko'rsatkichlar	Qiymati
1	Unumdorligi, m^3/soat	6,0-7,5
3	Elektroimpulslı ishlov berish vaqtı, sek	3-4
4	Tarmoq kuchlanishi, V	28-85
5	Razryad kuchlanishi, kV	9-27
6	Jami o'rnatilgan quvvat, kVt	8,1

Elektrogidravli effekt ta'sirini ifodalovchi asosiy faktorlar sifatida quyidagilar qabul qilindi: razryad kuchlanishi (U), kondensator (C) va impulslar soni (n). Elektrogidravli effekt bilan ishlov berish usulining samaradorligini baholash va ishlov berilayotgan mahsulotni tavsiflash uchun mahsulot tarkibidagi qattiq moddalarning maydalanish darjasini (h) qabul qilindi.

Suyuq eritmali o'g'itga elektrogidravlik effektli ishlov berishda qattiq zarrachalarning maksimal maydalanish darajasiga erishish uchun quyidagi parametrlar qabul qilingan: $U=24 \text{ kV}$; $C = 0,8 \text{ mF}$; $n = 175-200 \text{ impuls.}$

Suyuq eritmali o'g'it tayyorlashda: eritmaga elektridravlik effektli ishlov beriladi.

Suyuq eritmali o'g'itga elektrogidravlik effektli ishlov berish orqali qattiq zarrachalar aksariyat qismi 0,005-0,002 sm. gacha maydalanadi.

Suyuq eritmali o'g'itgi elektrogidravlik effekt bilan ishlov berish bilan o'simliklarni oziglantirish samaradorligini oshirishda elektr ishlov berish davomiyligi, ishlov beriladigah ishchi kameraning hajmi, suv va o'g'itning konsentratsiya miqdori, yotgan chigit yanchilmasining qalinligi, yanchilmadagi sheluxa miqdori, elektrodlar oralig'i, suvning tarkibi, elektr maydonning kuchlanganligi va elektr impulslar davomiyligi ta'sir qiladi.

Elektrogidravlik effektli ishlov berilgandan so'ng, tayyor bo'lgan suyuq eritma egatlab yoki tomchilatib sug'orish orqali o'simliklarga beriladi.

Suyuq eritmali o'g'itgi elektrogidravlik effekt bilan ishlov berish bilan o'simliklarni oziglantirish samaradorligini oshirish bo'yich tadqiqotlar o'tkazish uchun issiqxonada yetishtirishga mo'ljalangan pamidor va bodring o'simliklari tanlab olindi.

Pomidorning "Gulband" F₁ navi;

Bodringning "Sardor" F₁ navi.

Ishlab chiqarish sharoitida o'tkazilgan tajriba sinovlar natijasi suyuq eritmali o'g'itga elektrogidravlik effektli ishlov beruvchi qurilmaning laboratoriya namunasi ishlab chiqarish sharoitida texnologik jarayonni, parametrlari va rejimlarini ta'minlash bo'yicha yaroqligi aniqlandi.

Oqqo'rg'on tumanidagi "Qobil Ag'zam Fayz" dehqonchilikka ixtisoslashgan fermer xo'jaligiga tegishli issiqxonada ishlab chiqarish sharoitida suyuq eritmali o'g'itga elektrogidravlik effektli ishlov berish bilan o'simliklarni oziglantirish samaradorligini oshirishning texnologik rejim va parametrlarini tekshirish bo'yicha o'tkazilgan tadqiqotlar natijalari quyidagi jadvallarda keltirilgan.

**4-jadval
Sinov uchun olingan suyuq eritmali o'g'itning tarkibi (% hisobida)**

O'g'it turi	Suyuq eritmada so'ngi ng'ning ulushi %da	1 sm dan katta oqiziqlarning ulishi % da	Turli aralashma-lar miqdori % da	Aralashma-dagi mineral o'g'it miqdori % da
Qora mol go'ngi	35	68	4,2	7,5

5-jadval

Suyuq eritmali o'g'it tayyorlash uchun foydalilanidigan suvning ko'rsatgichlari

Ko'rsatkich nomi	Qiymati
Sho'rlanish darjasasi, 100-150 mg / l va	100-150 mg/l
Natriy	30-60 mg/l
suvining harorati	20°C
Ph	4,5

Pomidorning "Gulband" F₁ navi, bodringning "Sardor" F₁ navi ishlab chiqarish sharoitida sinovdan o'tkazildi (6-jadval).

6-jadval

Suyuq eritmali o'g'itlarga elektrogidravlik effektli

Nº t/r	Ishlov beriladigan suyuq eritmali o'g'it ko'rsatgichlari			Elektrogidravlik effektli ishlov berish ko'rsatgichlari			Ishlov berilgan suyuq eritmali o'g'itning kattaligi, cm.	Xosildorlik: q.
	Suyuq eritmada so'ngi ng'ning ulushi %da	Oqiziq kattaligi, cm.	Turli aralashma-lar miqdori % da	Kuchlanish, kV	Kondensator sig'imi, mF	Ishlov berish muddati, min.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Pomidor "Gulband"- F1 navi								
1	35	67%/0,9	7,3	24	0,8	3-4	0,002	183
Bodring "Sardor"- F1 navi								
2	35	68%/0,92	7,5	24	0,8	3-4	0,002	157

Qo'shimcha sarflangan kapital mablag'lar

7-jadval

Nº	Karajatlar turi	Soni	Birlik (narxi) so'm	Umumiy narxi so'm
1.	Kuchlanishni oshiruvchi transformator (Ai-70)	1 dona	35000 000	35000 000
2.	VD diodlar (КЦ-1007)	12 dona	70 000	840 000
3.	Kondensator K75-15	3 dona	50 000	150 000
4.	Razryad oralig'i FU	1 dona	32 000	32 000
5.	Ishch kamera	1 dona	450000	450000
6.	Avtomat o'chrigich (5 A) AP50-3MG	1 dona	40 000	40 000
7.	Magnit ishga tushirish qurilmasi KM 32	1 dona	52 000	52000
8.	Ulagichlar bloki (klemmnik)	1 dona	55 000	55 000
9.	Sim (PV 1x4)	6 metr	2500	15 000
Jami				36634000

ishlov berilganda o'simliklar hosildorligiga ta'siri

Jadvaldan ko'rinib turibdiki suyuq eritmali o'g'itga elektrogidravlik effektli ishlov berilganda aralashmadagi o'g'itning kattaligi 0,002sm gacha parchalanadi va bu kattalikdagi o'g'itlarni o'simliklar oson o'zlashtiradi.

Oqqo'rg'on tumanidagi "Qobil Ag'zam Fayz" dehqonchilikka ixtisoslashgan fermer xo'jaligiga tegishli issiqxonaning umumiyl maydoni 1 ga. ni tashkil etib, 0,5 ga. maydoniga pamidor, 0,5 ga. maydoniga bodring ekilgan. Issiqxonada ekinlarni eritmali sug'orish davrida soatiga 6 m³ suyuqlik sarflanadi. Elektrogidravlik effektli ishlov berish bilan har 1m³ suyuq eritmali o'g'it tayyorlash uchun 18 kVt·s elektr energiyasi sarflanadi.

Suyuq eritmali o'g'it bilan o'simliklarni bir maritaba sug'orish uchun sarflanadigan elektr energiyani aniqlaymiz

$$W_{bir\cdot sug'\cdot o} = W_{1m^3} \cdot V_{um,su,sarf} = 18 \cdot 6 = 108 \text{ kVt} \cdot soat$$

Bu yerda: $W_{1m^3\cdot 1m^3}$ suyuq eritma tayyorlash uchun sarflanadigan elektr energiyasi,

$V_{um,su, sarf}$ –bir marotaba to'liq suyuq eritmali o'g'it bilan sug'orish uchun suyuqlik sarfi

O'simliklarni etishtirishda bir mavsumda sarflanadigan elektr energiyani aniqlaymiz

$$W_{bir\cdot mavsum} = W_{bir\cdot sug'\cdot o} \cdot N_{sug',soni} = 108 \cdot 5 = 540 \text{ kVt} \cdot soat$$

Bu yerda: $N_{sug',soni}$ -bir mavsumda o'simliklarni suyuq eritmali o'g'it bilan sug'orish soni.

Bir mavsumda sarflanadigan elektr energiyasining so'mga nisbatan qiymatini aniqlaymiz.

$$K_{bir\cdot mavsum} = W_{bir\cdot mavsum} \cdot B_{el,ener,so'mda} = 540 \cdot 450 = 243000 \text{ so'm}$$

Elektrogidravlik effektli ishlov berish qurilmasing narxi va bir mavsumda sarflanadigan elektr energiyasining umumiyl so'mga nisbatan qiymatini aniqlaymiz.

$$\Sigma K = K_{qurilma} + K_{bir\cdot mavsum} = 243000 + 36634000 = 36874000 \text{ so'm}$$

Elektrogidravlik effektli ishlov berilgan o'g'it bilan sug'orish orqali, o'simliklarning hosildorligini amaldagi o'g'itlash texnologiyasiga nisbatan pamidorda o'rtacha 33q. gacha, bodringda o'rtacha 37 q. gacha oshgan.

Suyuq eritmali o'g'itga elektrogidravlik effektli ishlov berish bilan qo'shimcha ravishda etishtirilgan mahsulotning so'mga nisbatan qiymatini aniqlaymiz.

Pomidor uchun.

$$C_{pamidor} = q_{qo'shim} \cdot 0,5 \cdot B_{pamidor,narxi} = 3300 \cdot 0,5 \cdot 15000 = 24750000 \text{ so'm}$$

Bodring uchun.

$$C_{bodring} = q_{qo'shim} \cdot 0,5 \cdot B_{bodring,narxi} = 3700 \cdot 0,5 \cdot 10000 = 18500000 \text{ so'm}$$

Umumiyl sof foydani aniqlaymiz.

$$\Sigma C = C_{pamidor} + C_{bodring} = 24750000 + 18500000 = 43250000 \text{ so'm}$$

Xarajatlarni qoplash muddatini aniqlaymiz.

$$T = \frac{\Sigma K}{\Sigma C} = \frac{36874000}{43250000} = 0,85 \text{ yil}$$

Suyuq eritmali o'g'itga elektrogidravlik effektli ishlov berish bilan qo'shimcha ravishda sarflangan xarajatlarni 0,85 yilda, ya'ni bir mavsumda qoplay oladi.

Bu o'simliklarning hosildorligini amaldagi o'g'itlash texnologiyasiga nisbatan 33–37 sentnergacha oshirish imkonini yaratadi.

Suyuq eritmali o'g'itdagi elektrogidravlik effekt bilan ishlov berish bilan o'simliklarni oziqlantirish samaradorligini oshirish bo'yicha chora-tadbirlarni iqtisodiy samaradorligini baholash uchun qo'shimcha sarflangan mablag'larni qoplash muddatini aniqlaymiz.

Xulosa

1. Suyuq eritmali o'g'itga elektrogidravlik effektli ishlov berish qurilmasini ishlab chiqarish sharoitida sinovdan o'tkazish uchun Oqqo'rg'on tumanidagi "Qobil Ag'zam Fayz" dehqonchilikka ixtisoslashgan fermer xo'jaligiga tegishli issiqxonada o'simlik yetishtirish va o'g'itlash texnologiyasi va texnik ko'rsatgichlari tahlil qilindi. Issiqxonaning texnik talab va me'yorlarga javob bera oladigan va o'simlik yetishtirish texnologik bosqichlariga muvofiq qurilmani eng samarali usulda joylashtirish imkonini yaratildi.

2. Suyuq eritmali o'g'itga elektrogidravlik effektli ishlov berish orqali suyuq eritmadagi yirik o'g'itlarni maqbul darajada parchalash orqali amaldagi texnologiyaga nisbatan o'simliklarni o'g'itni o'zlashtirish ko'rsatgichi yaxshilandi. Natijada hosildaorlik pamidorda 33 sentnergacha, bodringda esa 37 sentnergacha oshirish imkonini yaratildi.

3. Suyuq eritmali o'g'itga elektrogidravlik effektli ishlov berish orqali fermer xo'jaligiga qarashli 1 ga issiqxona bo'yicha bir mavsumdagi iqtisodiy samaradorligi 43250000 so'mni tashkil etadi.

Nº	Adabiyotlar	References
1	O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2024-yil 16-fevraldag'i Respublikada oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlashning qo'shimcha chora-tadbirlari to'g'risida gi PF-36-son Farmoni. Qonunchilik ma'lumotlari milliy bazasi, 16.02.2024-y., 06/24/36/0130-son	O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2024-yil 16-fevraldag'i Respublikada oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlashning qo'shimcha chora-tadbirlari to'g'risida gi PF-36-son Farmoni. [Decree of the President of the Republic of Uzbekistan dated February 16, 2024 No. PF-36 on additional measures to ensure food safety in the Republic]. National database of legislative information, 16.02.2024, No. 06/24/36/0130. (in Uzbek)
2	O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2021-yil 3-fevraldag'i Qishloq xo'jaligida bilim va innovatsiyalar tizimi hamda zamonaviy xizmatlar ko'sratishni yanada rivojlantirish to'g'risidagi PF-6159-son farmoni. Qonun hujjalari ma'lumotlari milliy bazasi, 04.02.2021-y., 06/21/6159/0084-son.	Uzbekiston Respublikasi Prezidentining 2021-il 3-fevraldag'i Kishloq khuzhaligida bilim va innovatsiilar tizimi khamda zamonaviy khizmatlar kursatishni ianada rivojlantirish tugrisidagi PF-6159-son farmoni. [Decree No. PF-6159 of the President of the Republic of Uzbekistan of February 3, 2021 on the further development of the system of knowledge and innovation and the provision of modern services in agriculture.] National database of legal documents, 04.02.2021, No. 06/21/6159/0084. (in Uzbek)
3	O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2021-yil 26-fevraldag'i O'zbekiston respublikasi qishloq xo'jaligini rivojlantirishning 2020-2030-yillarga mo'ljalangan strategiyasida belgilangan vazifalarni 2021-yilda amalga oshirish chora-tadbirlari to'g'risida PQ-5009-son qarori. Qonun hujjalari ma'lumotlari milliy bazasi, 27.02.2021-y., 07/21/5009/0164-son.	O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2021-yil 26-fevraldag'i O'zbekiston respublikasi qishloq xo'jaligini rivojlantirishning 2020 – 2030-yillarga mo'ljalangan strategiyasida belgilangan vazifalarni 2021-yilda amalga oshirish chora-tadbirlari to'g'risida PQ-5009-son qarori. [Decision No. PQ-5009 of the President of the Republic of Uzbekistan of February 26, 2021 on measures to implement the tasks set in the strategy for the development of agriculture of the Republic of Uzbekistan for 2020-2030 in 2021]. National database of legal documents, 27.02.2021, No. 07/21/5009/0164. (in Uzbek)
4	Turdibayev A.A., Keshuv S.A. Elektrogidravlik effekt yordamida ekinlarini suyuq eritmali o'g'it bilan oziqlantirish samaradorligini oshirish / Irrigatsiya va melioratsiya jurnali. – Toshkent, 2023. – №4 son. – B. 58-64	Turdibayev A.A., Keshuv S.A. Elektrohidravlik effekt yordamida ekinlarini suyuq eritmali ogit bilan oziklantrish samaradorligini oshirish // Journal of Irrigation and Reclamation. - Tashkent, 2023. – №. 4. – Pp. 58-64. (in Uzbekistan)
5	Artikova H.T., Nafetdinov Sh.Sh., Salimova H.H., Hojiyev S.S., Sidiqov S., Abdushukurova Z.Z., Toshmetova N. O'simliklar oziqlanishi va o'g'itlar fanidan o'quv-uslubiy qo'llanma. – Buxoro: "Durdona", 2021.	Artikova H.T., Nafetdinov Sh.Sh., Salimova H.H., Hajiyev S.S., Sidikov S., Abdushukurova Z.Z., Toshmetova N. Usimliklar oziklanishi va ug'itlar fanidan ukuv-uslubij kullanma. [Educational and methodological manual on the science of plant nutrition and fertilizers.] Bukhara. "Durdona" publishing house, 2021. (in Uzbek)
6	Топорков В. Н., Королев В. А. Энергоэффективные электропульсные технологии в агротехнологических системах // Вестник ВИЭСХ. – Москва, 2018. – № 2 (31). – С. 85-89.	Toporkov V.N., Korolev V.A. Jenergoeffektivnye elektroimpul'snye tehnologii v agrotehnologicheskikh sistemakh // Vestnik VIJeSH. 2018. N2(31).S. 85-89. [Toporkov V.N., Korolev V.A. Energy-efficient electropulse technologies in agrotechnological systems. Vestnik VIESKh. Moskov, 2018. N2(31). pp. 85-89.]. (in Russian)
7	Sattarov Dj., Sidiqov S. Mineral o'g'itlar samaradorligini oshirish yo'llari. Toshkent, Universitet nashriyoti, 2018 y. – B. 156-161.	Sattarov Dj., Sidikov S. Mineral o'g'itlar samaradorligini oshirish yo'llari. Tashkent, University Publishing House, 2018. – P. 156-161. (in Uzbekistan)
8	А.С.Бердишев, А.А.Турдабаев, Н.А.Айтбаев. Суюклини электрокимийный тасъир усуси билан зарарсизлантариш / международная конференция академических наук. –Новосибирск: 2021. – С. 5-18.	A.S. Berdishev, A.A. Turdibaev, N.A. Aytbaev Suyuqlikni elektrokimiyoviy ta'sir ususu bilan zararsizlantirish [Determination of liquid by electrochemical impact method] international conference of academic sciences. Novosibirsk 2021. Pp 5-18. (in Uzbekistan)
9	Lubello C., Gori R., Nicese F.P., Ferrini F. Municipal treated wastewater reuse for plant nurseries irrigation. Water Research. 2004. Vol. 38. Iss. 12. 2939-2947.	Lubello C., Gori R., Nicese F.P., Ferrini F. Municipal treated wastewater reuse for plant nurseries irrigation. Water Research. 2004. Vol. 38. Iss. 12. 2939-2947. (in USA)
10	Turdibayev A.A., Aytbayev N.A., Akbarov D.M. Elektrogidravlik effekt yordamida suvni zararsizlantirish va o'simliklar uchun suvdagi ozuqa miqdorini ko'paytirish usuli // "Irrigatsiya va melioratsiya" jurnali. – Toshkent, 2022. – Maxsus son. – B. 58-64.	Turdibayev A.A., Aytbayev N.A., Akbarov D.M. A Elektrogidravlik effekt yordamida suvni zararsizlantirish va o'simliklar uchun suvdagi ozuqa miqdorini ko'paytirish usuli / Journal of Irrigation and Reclamation, special issue. - Tashkent, 2022. Special issue. - B. 58-64. (in Uzbekistan)
11	A.A.Turdibayev, N.A. Aytbayev Kollektor-drenaj suvlarini elektr kimyoviy aktivlashtirishda energiya samarador elektrotexnologiyani qo'llash / "Elektr energiyasini ishlab chiqarish, uzatish va taqsimlash hamda undan oqilona foydalishning dolzab muammolari" – Toshkent, 2020. – B. 163-164.	A.A. Turdibaev, N.A. Aytbaev Kollektor-drenazh suvlarini elektr kimyoviy aktivlashtirishda energiya samarador elektrotehnologiyani kullah [Application of energy-efficient electrotechnology in electrochemical activation of collector-drainage waters] "generation, transmission and distribution of electrical energy as well as problems of reasonable USE" Tashkent 2020. Pp 163-164. (in Uzbek)
12	Мусенко А.А. Изменение состава воды при помощи универсальной электрогидравлической установки / Электротехнологии и электрооборудование в АПК. 2020. -Том 67. – N 2(39). – С. 156-162	Musenko A.A. Izmenenie sostava vody pri pomoshchi universalnoi elektrogidravlicheskoi ustanovki [Changing the composition of water using a universal electro-hydraulic installation Electrical technologies and electrical equipment in the agro-industrial complex.] 2020. Volume 67. N 2(39). Pp 156-162. (in Russian)
13	А.С.Бердишев, А.А.Турдабаев, Н.А.Айтбаев. Обеззараживание жидкости методом электрогидравлического удара / Узбекистонда фанлараро инновациялар ва илмий тадқиқотлар журнали. – Ташкент, 2021. – Б. 176-186.	A.S. Berdishev, A.A. Turdibaev, N.A. Aitbaev Obezzerazhivanie zhidkosti metodom elektrogidravlicheskogo udara [Liquid disinfection by the method of electrohydraulic impact] journal of interdisciplinary innovations and scientific research in uzbekistan. Tashkent 2021. Pp 176-186. (in Russian)
14	Бердышев А.С. «Исследование воздействий электромагнитных полей на процесс обеззараживания воды» журнал «Вестник науки», Акмолинский сельхозяйственный институт/- Акмола, 2006. – №4. – С. 311-313.	Berdyshev A.S. Issledovanie vozdeystviy elektromagnitnyh polej na process obezzarajivaniyu vody [Study of the effects of electromagnetic fields on the process of water disinfection] journal "Herald of Science", Akmoli Agricultural Institute - Akmola, 2006. №. 4, Pp. 311-313. (in Russian)
15	А.А.Турдабаев, Н.А. Айтбаев. Ичимлик сувни тозалашда электропризыв тасъирлардан фойдаланиш / Узакадемия научно-методический журнал scientific-methodical journal - ISSN (E) – 2181 – 1334. – Ташкент, 2021. – Б. 40-46.	A.A. Turdibaev, N.A. Aytbaev Ichimlik suvni tozalashda jelektofizik ta'sirlardan foydalish [Using electrophysical effects in drinking water purification] Uzacademia scientific-methodical journal ISSN (E) – 2181 – 1334, Tashkent 2021. Pp 40-46. (in Uzbek)
16	Белов А.А., Мусенко А.А., Васильев А.Н., Топорков В.Н. Проведение эксперимента по обеззараживанию воды обработкой высоковольтными разрядами / Вестник НГИЭИ. – Нижегород, 2019. – №8(99). – С. 34-43.	Belov A.A., Musenko A.A., Vasilev A.N., Toporkov V.N. Provedenie eksperimenta po obezzarajivaniyu vody obrabotkoy vysokovol'tnymi razryadami [Conducting an experiment on water disinfection by highvoltage discharge treatment.] Vestnik NGIEI. 2019. N8(99). Pp. 34-43. (in Russian)
17	Рума, Хосано Х., Сакугава Т., Акияма Х. Роль амплитуды импульсного напряжения в химических процессах, вызванных стиммерным разрядом на поверхности воды / Катализаторы. – 2018. – Том. 8. – Вып. 5. – С. 213-215.	Ruma, Hosano H., Sakugawa T., Akiyama H. Rol amplitudy impul'snogo naprijazheniya v himicheskikh processakh, vyzvannyy strimernym razryadom na poverhnosti vody. [The Role of Pulse Voltage Amplitude on Chemical Processes Induced by Streamer Discharge at Water Surface.] Catalysts.2018. Vol. 8. Iss. 5. Pp 213-215. (in Russian)

UO'T: 621. 398:007(075)

UCH FAZALI GIBRID ENERGIYA MANBALI ISTE'MOLCHILARNING REAKTIV QUVVATINI BAHOLOVCHI ELEKTROMAGNIT TOK O'ZGARTKICHLARNING TADQIQOT ALGORITMI VA DINAMIK TAVSIFLARI

I.X.Siddikov, D.B.Berdiyev, R.K.Qobilov,

"Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mechanizatsiyalash muhandislari instituti" Milliy tadqiqot universiteti,
A.A.Temirov, Namangan davlat universiteti,

X.I.Jabborov, Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti

Annotation

Ushbu maqolada uch fazali gibrid energiya ta'minoti manbalari uchun chiqish signallarining qiymatlarini vaqtga bog'liqlik tavsiflariga asosan iste'molchilarning reaktiv quvvati energiya iste'mol monitoringi uchun elektromagnit tok o'zgartkichlarini tadqiq qilish muhim hisoblanadi. Shu maqsadda gibrid energiya ta'minoti manbalarining iste'molchilari reaktiv quvvatini baholash uchun sezgir element – elektromagnit tok o'zgartgichlar yordamida parametrlar hamda chiqish kuchlanish signallarining vaqtga bog'liq ravishda o'zgarishi dinamik tavsiflari orqali aniqlangan va matlab simmulink orqali natijalarining ishonchligi asoslangan.

Kalit so'zlar: uch fazali gibrid energiya ta'minoti manbalari, elektromagnit o'zgartkich, dinamik tavsif, fizik texnik effekt, iste'molchi, assinxron mator, reaktiv quvvat, sezgir element, stator chulg'amlari, chiqish signallari.

АЛГОРИТМ ИССЛЕДОВАНИЯ И ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ТОКА ДЛЯ ОЦЕНКИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ТРЕХФАЗНЫХ ГИБРИДНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

И.Х.Сиддиков, Д.Б.Бердыев, Р.К.Кобилов, Национальный исследовательский университет «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства»

А.А.Темиров, Наманганский государственный университет

Х.И.Джабборов, Ташкентский университет информационных технологий имени Мухаммада ал-Хоразмий

Annotation

В данной статье актуально исследование электромагнитных преобразователей тока для мониторинга потребления реактивной энергии потребителей на основе нестационарных характеристик значений выходных сигналов трехфазных гибридных источников питания. С этой целью для оценки реактивной мощности потребителей гибридных источников питания параметры и временные изменения сигналов выходного напряжения с помощью преобразователей электромагнитного тока с чувствительными элементами определялись путем динамических описаний, а достоверность результатов основывалась на Matlab Simmulink.

Ключевые слова: трехфазные гибридные источники питания, электромагнитный преобразователь, динамическое описание, физико-технический эффект, потребитель, асинхронный двигатель, реактивная мощность, чувствительный элемент, катушки статора, выходные сигналы.

RESEARCH ALGORITHM AND DYNAMIC CHARACTERISTICS OF ELECTROMAGNETIC CURRENT CONVERTERS FOR EVALUATING THE REACTIVE POWER OF THREE-PHASE HYBRID ENERGY SOURCE CONSUMERS

I.Kh.Siddikov, D.B.Berdiyev, R.K.Kobilov, "Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers" National Research University

A.A.Temirov, Namangan State University

X.I.Jabborov, Tashkent University of Information Technologies named after Muhammad al-Khorazmi

Abstract

In this article, it is important to research electromagnetic current converters for reactive power energy consumption monitoring of consumers based on time-dependent characteristics of output signal values for three-phase hybrid power supply sources. For this purpose, to evaluate the reactive power of consumers of hybrid power supply sources, parameters and time-dependent changes of output voltage signals using sensitive element electromagnetic current converters were determined through dynamic descriptions, and the reliability of the results was based on matlab simmulink.

Key words: three-phase hybrid energy supply sources, electromagnetic converter, dynamic description, physical technical effect, consumer, asynchronous motor, reactive power, sensitive element, stator coils, output signals.



Kirish. Gibriddi enerjiya manbarli elektr ta'minoti tizimidagi iste'molchilarining dinamik tavsiflari elektromagnit tok o'zgartkichning graf modeli yordamida shakllantiriladi ifodalarni, fizik texnik effekt (FTE)lari va gibriddi enerjiya tizimi iste'molchilarining turli ish rejimlaridagi elektromagnit tok o'zgartkichining tavsiflarini birlashtirgan holatda nazariy va amaliy tadqiqotlarni olib borish uchun imkoniyati mavjud bo'ladi [1, 2, 8, 9]. Iste'molchilarini reaktiv quvvatini baholashda qo'llanilayotgan elektromagnit tok o'zgartichlarning dinamik tavsiflarini tadqiq qilish orqali, jarayonlarning kechikishi sababli yuzaga keluvchi nochiziqli signallarning xususiyatlarini va tavsiflarini o'rganish muhim hisoblanadi. Chunki nochiziqli va nomutanosib signallar nazorati va boshqaruvi qurilmasining ish faoliyatiga salbiy ta'sir ko'rsatadi.

Gibriddi enerjiya tizimi iste'molchilarining [3, 12] reaktiv quvvatini baholashning elektromagnit tok o'zgartichiga ta'sir ko'rsatuvchi turli xususiyatga ega bo'lgan miqdorlarning o'zaro ta'sirini inobatga oлган holda sezgir elementdan chiquvchi kuchlanish signalining dinamik tavsiflari ushbu maqolada ko'rsatiladi, chiqish signallarini tafsiflovchi va o'tish jarayonlarini ifodalovchi differentsial tenglamalar tuzilgan [9]. Iste'molchi elektromagnit tok o'zgartichining dinamik tavsiflarini aniqlash nazariy hisob-kitoblar, graf model, analitik ifodalari, Matlab dasturi yordamida ishlab chiqilgan simulyatsion modellar hamda zamonaliviy texnologiyalar orqali amaliy aniqlanadigan natijalar asosida olib borilgan.

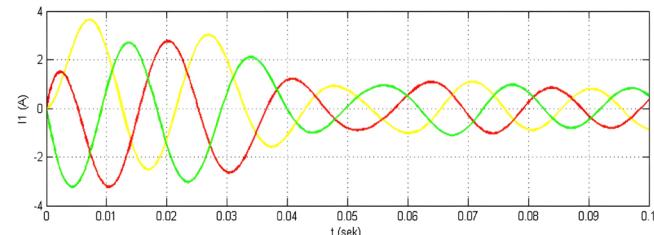
Ko'rib chiqilayotgan muammoning hozirgi holati. Respublikamizda aksariyat iste'molchi (asosan asinxron motorlar)larning iste'mol qilayotgan elektr energiya reaktiv quvvatining nazorati va boshqaruvida foydalanimuvchi filtr-kompensatsiya qurilmalarigamosbo'lganuchfazalitoklarning elektromagnit o'zgartichlarning chiqish signallarini talab etilgan me'yoriy qiymatlar darajasida bo'lislighini ta'minlash muhim hisoblanadi [10]. Uch fazali gibriddi enerjiya tizimi tokini elektromagnit o'zgartichlarning chiqish kuchlanish ko'rinishdagi signallarini aniqligini, tezkorligini va chiziqligini ta'minlash ularni o'zgartirishda ishtirot etuvchi fizik-tehnik effektlardan umumlashgan holda foydalanimish bilan asoslanadi [9, 10, 11]. Ushbu maqolaning mazmuni jahonning va respublikamizning yetakchi ilmiy tekshirish va oliv ta'lim muassasalarida [6, 7, 12] uch fazali gibriddi energiya ta'minoti manbalari iste'molchilarining iste'mol elektromagnit o'zgartichlarning tadqiq etish hamda ishlab chiqish bo'yicha ilmiy va alamiy tadqiqotlar olib borilmoqda.

Masalaning qo'yilishi. Gibriddi energiya ta'minoti [4, 5] manbalairning iste'molchilarining reaktiv quvvati uch fazali toklari hosil qilgan magnit oqimlarni nazorat va boshqaruvini ta'minlovchi elektromagnit o'zgartichini iste'mol qilayotgan reaktiv quvvatning uch fazali toklarini nazorat va boshqaruvini ta'minlovchi filtr-kompensatsiya qurilmalarining elektromagnitli birlamchi o'zgartichlarda kechayotgan signal o'zgartirish jarayonlarining modellari shakllantirish, filtr-kompensatsiya qurilmalari ishlab chiqayotgan reaktiv quvvatning uch fazali nosimmetrik va nosinusoidal toklarini nazorat va boshqaruvini elektromagnitli o'zgartichlarning chiqish signallarini baholashning analitik ifodalari va algoritmlari yaratilish va reaktiv quvvatning uch fazali birlamchi toklarini elektromagnit o'zgartichini o'lchov chulg'amlari xalqalarini differentsial sxema ko'rinishida bajarish natijasida sinusoidal va simmetrik formadagi chiqish kuchlanishlarni ta'minlovchi qurilmaning modeli ishlab chiqishdan iborat.

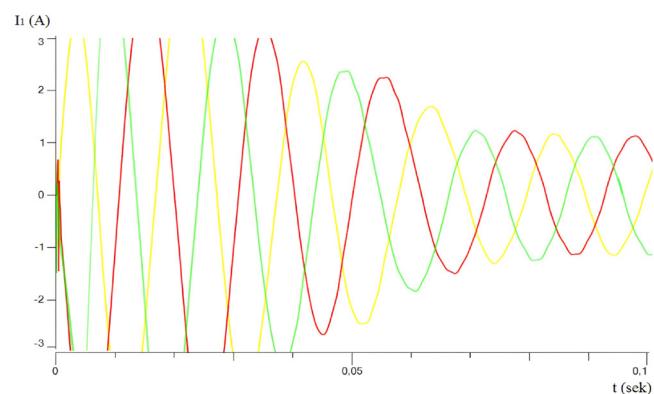
Gibriddi energiya ta'minoti manbalari iste'molchilarining nazorati va boshqaruvidagi reaktiv quvvatining uch fazali toklarni elektromagnitli o'zgartichlarning dinamik tavsiflarini tadqiq etish uchun asinxron motor iste'molchisi olingan bo'lib [8], iste'mol qilayotgan reaktiv quvvatining uch fazali toklari o'zgatirish qurilmasi tarkibidagi o'zgartirish bo'laklarini tadqiq qilish va ularning modellarini yaratish nazorat va boshqaruvi uchun o'lchov aniqligi va o'zgartirish funksiyaviy imkoniyatlari kengaytirilgan tuzilmalariga ega elektromagnitli o'zgartichlarning sifatli chiqish signallarini amaliyotda qo'llash va matlab tizimida immitatsion modelini yaratishdan iborat.

Yechish uslublari. Tadqiqot jarayonida xatoliklar nazarasi, graflar, signallarni o'zgartirish va ularni qayta ishlash, o'zgartichlarni loyihalash va tadqiqotlar o'tkazish, potensial quvvatni topishda qidiruv algoritmlari, moslashuvchan boshqaruvi, axborot tizimini yaratishda ma'lumotlar bazasini boshqarish tizimlaridan foydalaniilgan.

Tadqiqot natijalari va tahlillar. Gibriddi energiya tizimi iste'molchisining reaktiv quvvatini baholash uchun dinamik tavsiflarni tadqiq etishda assinxron mator laboratoriya sharoiti uchun nominal quvvati $P=250$ W bo'lgan 4A63 tipli, stator chulg'amlari yulduz shaklida ulangan iste'molchi olinadi. Stator chulg'aming aktiv qarshiligi $R_1=38,51$ Om, induktiv qarshiligi $X_1=21,05$ Om, rotorning keltirilgan aktiv qarshiligi $R_2=35,94$ Om, keltirilgan induktiv qarshiligi $X_2=21,05$ Om, magnitlanish qarshiligi $X_p=359,43$ Om, stator chulg'amlarining o'ramlar soni $w_1=169$ ta, nominal aylanishlar soni $n=1380$ ayl/min.



1-rasm. Iste'molchi uch fazali elektromagnit tok o'zgartichini almashtirish sxemasi orqali Matlab dasturi yordamida aniqlangan stator toklarining dinamik tavsifi



2-rasm. CASSYLAB qurilmasi orqali amaliy aniqlangan stator toklarining dinamik tavsifi

Gibriddi energiya ta'minoti tizimi iste'molchi uchun nominal kattalik qiymatlari, stator toklari $t=0,07/0,075$ sek. vaqt oralig'ida turg'unlikka erishishi aniqlandi. Stator toklarini turg'unlikka erishish vaqtini Matlab dasturida shakllantirilgan simulyatsion model va CASSYLAB qurilmasi yordamida amaliy aniqlandi natijalar 1, 2-rasmdalarda ko'rsatilgan.

Uch fazali Gibrid energiya ta'minoti manbalarining iste'molchisining stator toklari $i_A(t)$, $i_B(t)$, $i_C(t)$ hosil qilgan magnit oqimlar natijasida sezgir elementlardan $u_{a,chiq}(t)$, $u_{b,chiq}(t)$, $u_{c,chiq}(t)$, chiqish kuchlanish sigallari olinadi. Har bir fazadagi chiqish kuchlanishga qolgan ikki fazadagi magnit oqimlar ham o'z ta'sirini ko'rsatadi. Bitta sezgir element xalqaga ega va sezgir elementning parametrlariga bog'liq ravishda elektromagnit tok o'zgartkichdan chiquvchi kuchlanishlar quyidagicha:

$$\begin{aligned} u_{a,chiq}(t) &= -R_{a,se} \cdot i_{a,se}(t) - L_{a,se} \frac{di_{a,se}(t)}{dt} + w_{se} \left(\frac{d\Phi_b(t)}{dt} + \frac{d\Phi_c(t)}{dt} \right); \\ u_{b,chiq}(t) &= -R_{b,se} \cdot i_{b,se}(t) - L_{b,se} \frac{di_{b,se}(t)}{dt} + w_{se} \left(\frac{d\Phi_c(t)}{dt} + \frac{d\Phi_a(t)}{dt} \right); \\ u_{c,chiq}(t) &= -R_{c,se} \cdot i_{c,se}(t) - L_{c,se} \frac{di_{c,se}(t)}{dt} + w_{se} \left(\frac{d\Phi_a(t)}{dt} + \frac{d\Phi_b(t)}{dt} \right); \end{aligned} \quad (1)$$

bu yerda: $R_{a,se}$, $R_{b,se}$, $R_{c,se}$, $L_{a,se}$, $L_{b,se}$, $L_{c,se}$ – stator chulg'amining har bir fazasini aktiv qarshiliklari va induktivliklari, w_{se} – sezgir element chulg'amlarining o'ramlar soni, $i_{a,se}$, $i_{b,se}$, $i_{c,se}$ – sezgir elementlarning har bir fazasidagi toklar.

Uch fazali gibrid energiya ta'minoti manbalarining iste'molchilari har bir faza uchun mos bitta sezgir element xalqasiga ega, iste'molchi uch fazali elektromagnit tok o'zgartkich graf modeli orqali chiqish kuchlanishlarining dinamik tavsiflarini aniqlash matematik ifodalarini quyida keltirilgan:

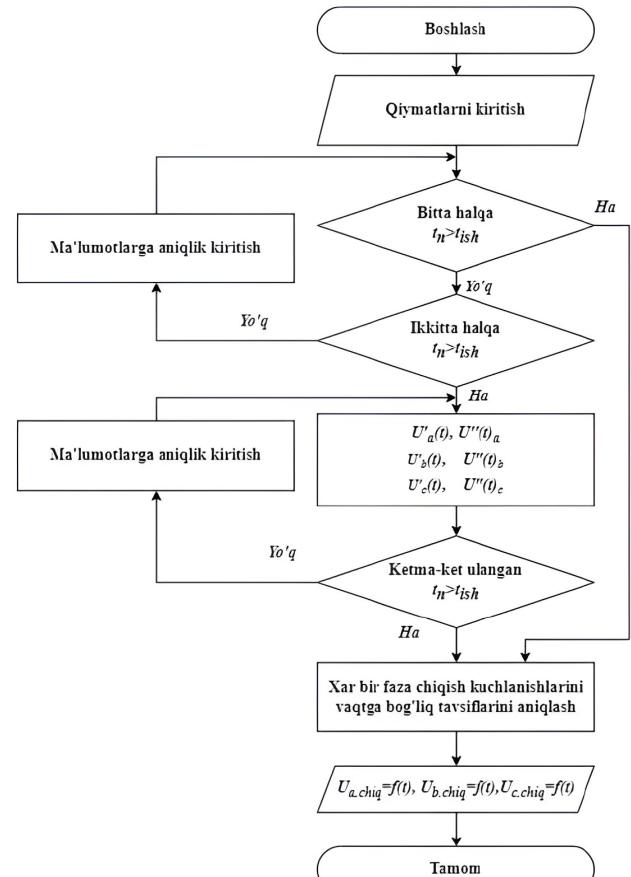
$$\begin{cases} U_{a,chiq} = K_{U_{a,chiq} F_\mu} W(F_{\mu s}, F_{\mu x}) K_{I_A F_\mu} \left(I_{A,d} \sin \omega t + I_{A,n} e^{-\frac{t}{T}} \right) \\ U_{b,chiq} = K_{U_{b,chiq} F_\mu} W(F_{\mu s}, F_{\mu x}) K_{I_B F_\mu} \left(I_{B,d} \sin(\omega t + 120^\circ) + I_{B,n} e^{-\frac{t}{T}} \right) \\ U_{c,chiq} = K_{U_{c,chiq} F_\mu} W(F_{\mu s}, F_{\mu x}) K_{I_C F_\mu} \left(I_{C,d} \sin(\omega t - 120^\circ) + I_{C,n} e^{-\frac{t}{T}} \right) \end{cases} \quad (2)$$

bu yerda: $I_{A,d}$, $I_{B,d}$, $I_{C,d}$, $I_{A,n}$, $I_{B,n}$, $I_{C,n}$ – statorning har bir faza toklarini davriy va nodavriy tashkil etuvchi qiymatlari.

Har bir faza uchun mos ikkita sezgir element xalqalariga ega iste'molchi uch fazali elektromagnit tok o'zgartkich graf modeli orqali aniqlangan matematik ifodalar yordamida chiqish kuchlanishlarining dinamik tavsifini aniqlash quyida keltirilgan:

bu yerda: $I_{A,d}$, $I_{B,d}$, $I_{C,d}$, $I_{A,n}$, $I_{B,n}$, $I_{C,n}$ – statorning har bir faza toklarini davriy va nodavriy tashkil etuvchi qiymatlari.

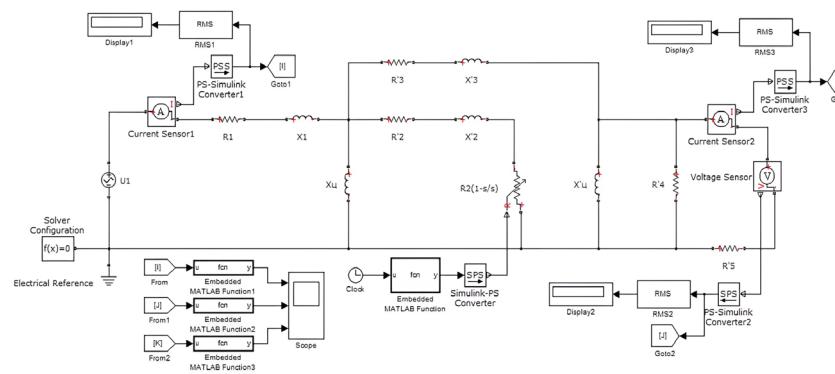
Iste'molchining kechikish jarayonida uning reaktiv quvvati ham turg'un bo'lмаган holda bo'ladi. Uch fazali gibrid energiya ta'minoti manbasining iste'molchisi elektromagnit tok o'zgartkichning chiqish kuchlanish



3-rasm. Iste'molchi uch fazali elektromagnit tok o'zgartkichining dinamik tavsiflarini tadqiq qilish algoritmi

kattaligiga iste'molchining elektr, elektromagnit mexanik parametrлari ta'sir ko'rsatadi. Stator pazlariga joylashtirilgan sezgir element xalqalarini soni, ularning o'zaro ulanish usullari va joylashish holati elektromagnit tok o'zgartkichning sezgirligini va chiquvchi signallarning aniqligini bevosita baholaydi [9].

Uch fazali gibrid energiya ta'minoti manbalarining dinamik tavsiflarini ko'rsatuvchi algoritmgaga asosan stator chulg'amlari har bir fazasi uchun mos bitta sezgir element xalqali yoki ikkita sezgir element xalqalariga ega elektromagnit tok o'zgartkichlarining dinamik tavsiflari tadqiq etilgan. Chiqish signallarning turg'unlikka erishish vaqtli, xalqalarning stator pazlarida joylashishi va ulanish

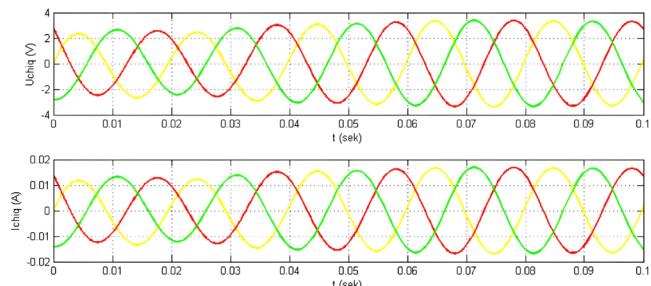


4-rasm. Har bir faza uchun mos bitta sezgir element xalqali uch fazali elektromagnit tok

usullari orqali har bir faza uchun mos bitta sezgir element xalqali hamda ikkita sezgir element xalqlariga ega bo'lgan ketma-ket, parallel va differential ulangan uch fazali elektromagnit tok o'zgartkichlarning dinamik tavsiflari aniqlash algoritmi 3-rasmda keltirilgan.

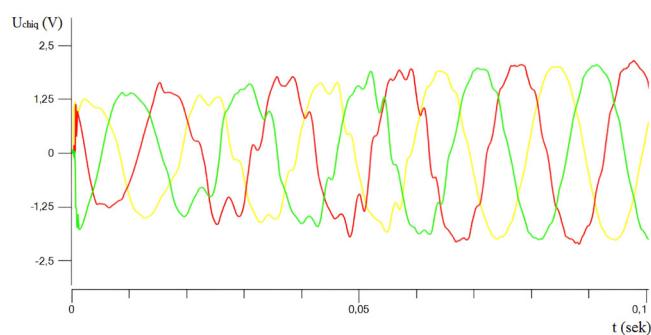
Yuqorida keltirilgan ifodalar va algoritm asosida har bir faza uchun mos bitta sezgir element xalqali uch fazali elektromagnit tok o'zgartkichning alamashtirish sxemasiga asosan Matlab simmelink dasturi yordamida ishlab chiqilgan simulyatsion modeli va ular orqali aniqlangan dinamik tavsiflari natijalari 4, 5-rasmlarda ko'rsatilgan.

O'zgartkichni Matlab dasturi yordamida dinamik tavsiflarini tadqiq qilish modeli. Gibrid energiya ta'minoti manbalari iste'molchilarining stator pazlari joylashtirilgan har bir fazasi uchun mos, bitta xalqaga ega uch fazali elektromagnit tok o'zgartkichni nominal kattaliklar asosida, CASSYLAB qurilmasi orqali aniqlangan chiqish kuchlanishlarining vaqtga bog'liqlik 6-rasmda keltirilgan.



5-rasm. Har bir faza uchun mos bitta sezgir element xalqali uch fazali elektromagnit tok o'zgartkichni Matlab dasturi yordamida aniqlangan dinamik tavsiflari

Uch fazali gibrid energiya manbali iste'molchilarning reaktiv quvvatini baholovchi elektromagnit tok o'zgartkichlarning tadqiqot algoritmi va dinamik tavsiflari iste'molchining ishga tushish vaqtida rotorning aylanishlar soni va stator chulg'amlarining induktivligi bois stator toklarini bir necha barobar oshishi kuzatiladi, rotor ayanishlar sonining nominalga yaqinlashishi va magnit oqimlarning ilashishi natijasida stator toklari sinusoidal ko'rinishga ega bo'ladi. Nazariy hisob-kitoblar, Matlab dasturining simulyatsion modeli va CASSYLAB qurilmasi orqali amaliy aniqlangan natijalar va grafiklar asosida iste'molchi uch fazali elektromagnit tok o'zgartkichining bitta sezgir element xalqali va ikkita sezgir element xalqlariga ega bo'lgan ketma-ket ulangan sezgir elementlardan chiquvchi kuchlanishlar $U_{\text{chiq}}=f(t)$ va stator toklarining $I_i=f(t)$ vaqtga bog'liqlik tavsiflari asosida iste'molchi nominal yuklamadagi



6-rasm. CASSYLAB qurilmasi orqali amaliy aniqlangan chiqish kuchlanishining vaqtga bog'liqlik grafigi

ishga tushish vaqtি iste'molchining parametrleriga bog'liq ravishda $t=0,07-0,075$ sekunddan so'ng turg'un holatga erishishi aniqlandi.

Xulosa

Tadqiqotlar natijalari orqali shunday xulosalarni keltirish mumkin, ikkita sezgir element xalqlariga ega, stator chulg'amlari joylashgan pazlarga qarama-qarshi joylashtirilgan va ketma-ket ulangan uch fazali elektromagnit tok o'zgartkichning chiqish signallarini turg'unlikka erishish vaqtি qisqa ekanligi va yuqori garmonika toklarini chiqish kuchlanish signallariga ta'siri kamligi aniqlangan.

1. Tadqiq etilgan uch fazali elektromagnit tok o'zgartkichlarning chiqish kuchlanish signallari reaktiv quvvatni ifodalashi sababli iste'molchi reaktiv quvvatining nazorat va boshqaruvi uchun uch fazali toklarni elektromagnit o'zgartichlari sifatida foydalanish o'z samarasini beradi.

2. Har bir faza uchun mos bitta sezgir element xalqali uch fazali elektromagnit tok o'zgartkichning dinamik tavsifi, 5-rasmga asosan chiqish kuchlanishlarining miqdor jihatdan kichikligini va yuqori garmonikalarning chiqish signalining sinusoidallik shakliga ta'sirini va chiqish kuchlanishining turg'unlikka erishish vaqtি $t=0,068$ sekund ekanligini ko'rish mumkin.

3. Har bir faza uchun mos ikkita sezgir element xalqlarini ketma-ket ulanishidan hosil bo'lgan uch fazali elektromagnit tok o'zgartkichning CASSYLAB qurilmasi orqali amaliy aniqlangan dinamik tavsifi, 6-rasmga asosan chiqish kuchlanishlarining me'yoriy 5 v. ga yaqinligini, chiqish kuchlanishining turg'unlikka erishish vaqtি $t=0,05$ sekund ekanligini va iste'molchini ishga tushish vaqtida uch fazali elektromagnit tok o'zgartkichning chiqish signaliga yuqori garmonikalarning ta'siri bitta xalqali tok o'zgartkichga nisbatan kamligini ko'rishimiz mumkin.

Nº	Adabiyotlar	References
1	I.K.Siddikov,A.A.Abdumalikov and M.T.Makhsudov, "Modeling and Research Multiphases Signal Transducers of Power Control Systems" 2020 International Conference on Information Science and Communications Technologies (ICISCT), Tashkent, Uzbekistan, 2020, pp. 1-4, doi: 10.1109/ ICISCT50599.2020.9351482.	I.K.Siddikov, A.A.Abdumalikov and M.T.Makhsudov, "Modeling and Research Multiphases Signal Transducers of Power Control Systems" 2020 International Conference on Information Science and Communications Technologies (ICISCT), Tashkent, Uzbekistan, 2020, pp. 1-4, doi: 10.1109/ ICISCT50599.2020.9351482.
2	Siddikov, I.K., Abdumalikov, A.A. and Makhsudov, M.T., 2020. The Dynamic Characteristics of Sensors of Primary Currents of Energy Sources to Secondary Voltages. METHODOLOGY, 15, p.18.	Siddikov, I.K., Abdumalikov, A.A. and Makhsudov, M.T., 2020. The Dynamic Characteristics of Sensors of Primary Currents of Energy Sources to Secondary Voltages. METHODOLOGY, 15, p.18.
3	Zakirjanovna Y.S., 2023. Qayta tiklanadigan energiya manbalaridan foydalanish. Новости образования: исследование в XXI веке, 1(9), pp.275-279.	Zakirjanovna Y.S. Kayta tiklanadigan energija manbalaridan foydalanish [Use of renewable energy sources]. Education News: Exploring the 21st Century. 2023 Apr 1;1(9):275-9. (in Russian)

4	I. Siddikov, H. Khujamatov, A. Temirov, E. Reypnazarov and D. Khasanov, "Analysis of Energy Efficiency Indicators in IoT-based Systems," 2022 International Conference on Information Science and Communications Technologies (ICISCT), Tashkent, Uzbekistan, 2022, pp. 1-6, doi: 10.1109/ICISCT55600.2022.10146855.	I. Siddikov, H. Khujamatov, A. Temirov, E. Reypnazarov and D. Khasanov, "Analysis of Energy Efficiency Indicators in IoT-based Systems," 2022 International Conference on Information Science and Communications Technologies (ICISCT), Tashkent, Uzbekistan, 2022, pp. 1-6, doi: 10.1109/ICISCT55600.2022.10146855.
5	Сиддиков, И.Х., Махсудов, М.Т. and Бойханов, З.У., 2021. Схема замещения и анализ работы асинхронного двигателя при потреблении реактивной мощности. Главный энергетик, (7), pp.29-33.	I.K.Siddikov, M.T.Maxsudov and Z.U.Boixonov, 2021. <i>Shema zameshenija i analiz raboty asinhronnogo dvigatela pri potreblenii reaktivnoj moshchnosti.</i> [Equivalent circuit and analysis of the operation of an asynchronous motor when consuming reactive power]. Chief Power Engineer, (7), pp.29-33. (in Russian)
6	Siddikov, I.K., Anarbaev, M.A., Abdumalikov, A.A., Sobirov, M.A., Maxsudov, M.T. and Xonturaev, I.M., 2019, November. Technological aspects of modelling and research of smart grid. In 2019 International Conference on Information Science and Communications Technologies (ICISCT) (pp. 1-5). IEEE	Siddikov, I.K., Anarbaev, M.A., Abdumalikov, A.A., Sobirov, M.A., Maxsudov, M.T. and Xonturaev, I.M., 2019, November. Technological aspects of modelling and research of smart grid. In 2019 International Conference on Information Science and Communications Technologies (ICISCT) (pp. 1-5). IEEE
7	Nema, P., Nema, R.K. and Rangnekar, S., 2009. A current and future state of art development of hybrid energy system using wind and PV-solar: A review. Renewable and sustainable energy reviews, 13(8), pp.2096-2103.	Nema, P., Nema, R.K. and Rangnekar, S., 2009. A current and future state of art development of hybrid energy system using wind and PV-solar: A review. Renewable and sustainable energy reviews, 13(8), pp.2096-2103.
8	Siddikov, I.K., Boikhonov, Z.U. and Karimjonov, D.D., 2020. Elements And Devices For Monitoring And Control of Energy Efficiency. The American Journal of Engineering and Technology (ISSN-2689-0984).	Siddikov, I.K., Boikhonov, Z.U. and Karimjonov, D.D., 2020. Elements And Devices For Monitoring And Control of Energy Efficiency. The American Journal of Engineering and Technology (ISSN-2689-0984).
9	I.X.Siddikov, 2015. Uch fazali elektr toklarining kuchlanish assimetriyasining elektromagnit o'zgartirgichlari. Universal Journal of Electrical and Electronic Engineering. Horizon Research Publishing Corporation USA, 3(5), p.146.	Siddikov I.K., 2015. The Electromagnetic Transducers of Asymmetry of Three-phases Electrical Currents to Voltage. Universal Journal of Electrical and Electronic Engineering. Horizon Research Publishing Corporation USA, 3(5), p.146.
10	F.R.Pazheri and M.F.Othman, "Environmental and economic power dispatch for hybrid power system with distributed energy storage," 2013 IEEE Symposium on Industrial Electronics & Applications, Kuching, Malaysia, 2013, pp. 117-121, doi: 10.1109/ISIEA.2013.6738979.	F.R.Pazheri and M.F.Othman, "Environmental and economic power dispatch for hybrid power system with distributed energy storage," 2013 IEEE Symposium on Industrial Electronics & Applications, Kuching, Malaysia, 2013, pp. 117-121, doi: 10.1109/ISIEA.2013.6738979.
11	Siddikov, I.K., Abdumalikov, A.A. and Makhsudov, M.T., 2020. The Dynamic Characteristics of Sensors of Primary Currents of Energy Sources to Secondary Voltages. METHODOLOGY, 15, p.18.	Siddikov, I.K., Abdumalikov, A.A. and Makhsudov, M.T., 2020. The Dynamic Characteristics of Sensors of Primary Currents of Energy Sources to Secondary Voltages. METHODOLOGY, 15, p.18.
12	Kusakana, K., Munda, J.L. and Jimoh, A.A., 2008, December. Economic and environmental analysis of micro hydropower system for rural power supply. In 2008 IEEE 2nd International Power and Energy Conference (pp. 441-444). IEEE.	Kusakana, K., Munda, J.L. and Jimoh, A.A., 2008, December. Economic and environmental analysis of micro hydropower system for rural power supply. In 2008 IEEE 2nd International Power and Energy Conference (pp. 441-444). IEEE.
13	Hemmati R, Saboori H. Qayta tiklanadigan energiya va transport dasturlarida gibrild energiya saqlash tizimlarining paydo bolishi - Sharh. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2016 Nov 1;65:11-23.	Hemmati R, Saboori H. Emergence of hybrid energy storage systems in renewable energy and transport applications-A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2016 Nov 1;65:11-23.
14	Siddikov, I.K., Mamasodikova, N.Y. and Alimova, G.R., 2019. Automation System of the Technologikal Monitoring of Oil Enterprises Based on a Modeling System. Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology, 6, pp.11891-11896.	Siddikov, I.K., Mamasodikova, N.Y. and Alimova, G.R., 2019. Automation System of the Technologikal Monitoring of Oil Enterprises Based on a Modeling System. Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology, 6, pp.11891-11896.
15	Хикматуллаев А.А. Сув хўжалигида эксплуатация қилинаётган насосларнинг абразив емирилишини тадқиқ қилиш (Лаборатория тадқиқотлари мисолида). 5A450402- «Насос станциялари ва курилмаларидан фойдаланиш ва ташхис» мутахассислиги бўйича Академик магистр илмий даражасини олиш учун ёзилган диссертация, ТИКХММИ, Тошкент, 2018. – 59 б.	Hikmatullaev A.A. <i>Suv xo'jaligida ekspluatasiya qilinayotgan nasoslarning abraziv yemirilishini tadqiq qilish (Laboratoriya tadqiqotlari misolida)</i> [Hikmatullaev A.A. Investigation of abrasive wear of pumps in operation in water industry (as an example of laboratory research)]. 5A450402-Dissertation written for obtaining the academic master's degree in the specialty "Usage and diagnosis of pumping stations and devices", TIIAME, Tashkent, 2018. 59 p. (in Uzbek)

ELEKTR TOKINI UZUM QALAMCHASI TO‘QIMALARIGA TA’SIRI VA EKVIVALENT ALMASHTIRISH SXEMASINI XUSUSIYATLARI

N.M. Markayev – t.f.f.d (PhD), katta o‘qituvchi,

“Toshkent irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti” Milliy tadqiqot universiteti

Annotatsiya

Maqolada kelib chiqishi o‘simliklar dunyosiga mansub materiallarga elektr ishlov berish orqali elektr avjantirishda uzum novda qalamchasi to‘qimalari tuzilishlari ya’ni hujayralar mezoplazmasining aktiv qarshiligi (R_1), hujayralararo tizimning avtiv qarshiligi (R_2), protoplazmatik membrananing aktiv qarshiligi (R_3) va hujayra membranalarining qutblanishi (C)ga bog‘liq ekanligi aniqlanib, ilmiy yechim taklif qilingan. Natijada elektromagnit maydon energiyasini moddiy muhitlarda yutulishi orqali texnologik ish bajarishini ochib beradigan uzum novda qalamchasini ekvivalent almashtirish va elektr zanjirini klassik usulda hisoblash uchun elektr almashtirish sxemalari keltirilgan.

Kalit so‘zlar: elektromagnit to‘lqinlar, hujayra membranalar, elektr avjantirish, uzum novda qalamchasi, elektr qarshilik, energiya, hujayra, o‘simlik to‘qimasni, elektr maydon to‘lqinlarining so‘nish intensivligi, chastota.

ДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА НА ТКАНИ СТЕБЛЕЙ ВИНОГРАДА И ОСОБЕННОСТИ ЭКВИВАЛЕНТНОЙ СХЕМЫ ЗАМЕЩЕНИЯ

N.M. Markaev – PhD, старший преподаватель,

Национальный исследовательский университет «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства»

Аннотация

В статье рассмотрены и научно обосновано, структуры тканей виноградной лозы при электрическом стимулировании посредством электрической обработки материалов, относящихся к растениеводство, а именно, что они зависят от активного сопротивления мезоплазмы клеток (R_1), активного сопротивления межклеточной системы (R_2), активного сопротивления протоплазматической мембранны (R_3) и поляризации клеточных мембран (C). В результате представлены схемы электрического переключения для эквивалентного схема замещения виноградной лозы и расчета электрической цепи классическим способом, которые показывают поглощение энергии электромагнитного поля в материальных средах и выполнение технологических работ.

Ключевые слова: электромагнитные волны, клеточные мембранны, электрическое стимулирование, лоза виноградная, электрическое сопротивление, энергия, клетка, ткань, интенсивность увядания волны, частота.

THE EFFECT OF ELECTRIC CURRENT ON THE TISSUE OF GRAPE STEMS AND FEATURES OF THE EQUIVALENT EQUIVALENT CIRCUIT

N.M. Markaev – PhD, Senior Lecturer,

National Research University “Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers”

Abstract

The article examines and scientifically substantiates the structures of grapevine tissues during electrical stimulation through electrical processing of materials related to plant growing, namely, that they depend on the active resistance of the mesoplasm of cells (R_1), the active resistance of the intercellular system (R_2), the active resistance of the protoplasmic membrane (R_3) and cell membrane polarization (C). As a result, electrical switching circuits are presented for the equivalent equivalent circuit of a grapevine and the calculation of an electrical circuit in a classical way, which show the absorption of electromagnetic field energy in material environments and the implementation of technological work.

Key words: electromagnetic waves, cell membranes, electrical stimulation, grapevine, electrical resistance, energy, cell, tissue, wave withering intensity, frequency.

Kirish. Elektromagnit maydoni turli xil ko‘rinishlarda mavjud (namoyon) bo‘lishi mumkin va ular qatoriga elektr maydoni, magnit maydoni, elektromagnit to‘lqinlari, elektr toki va boshqa elektr va magnit hodisalari kiradi. Ushbu ko‘rinishlar esa o‘zlariga mos ravishda elektrostatik, magnit, elektromagnit, elektrodinamik va boshqa energiya turlarini yetkazib beradi. Elektrodinamik yoki elektr

energiyasining ko‘proq qo‘llanilishiga asosiy sabab uni hosil qilish, uzatish va boshqa elektr, noelektr energiya turlariga oson aylantirilishidir. Elektromagnit maydon energiyasining barcha turlari moddiy muhitlarda yutilish va issiqlik, mexanik, kimyoviy yoki biologik energiyaga aylanish kabi texnologik xususiyatlarga ega. Elektr energiyasining boshqa elektr va noelektr turlarga aylantirilishi va texnologik

jarayonlarda mehnat vositalariga ta'sir etish maqsadida (elektr avjlantirish) foydalanish elektrotexnologiyaning mazmuni hisoblanadi.

Elektromagnit maydon energiyasining boshqa turlarga aylanishi elektromagnit to'lqinlarning muhitlarda yutilishi hisobiga amalga oshadi. Boshqa turga aylantirish yo'nalishi va intensivligi muhitning elektrofizik xossalari va maydon chastotasiga bog'liq holda o'zgaradi. Energiya yutilishining asosiy sharti muhitda "elektromagnit energiyasini qabul qiluvchi" – maydonning tebranish chastotasi dan unchalik farq qilmaydigan tebranish chastotasiga ega bo'lgan elementar erkin yoki bog'liq elektr zaryadlarining bo'lishidir. Bu ikki chastota qanchalik yaqin bo'lsa energiya shunchalik ko'p yutiladi. Bu o'simliklar dunyosiga mansub qishloq xo'jalik mahsulotlariga elektr ishlov berish orqali elektr avjlantirish yoki aksincha ta'sirlarda namayon bo'ladi. Kelib chiqishi o'simliklar dunyosiga mansub, o'tkazgichlarda maydonning nisbatan kichik chastotalarida "erkin" elektronlar yoki toklar harakatga keladi, natijada elektron yoki ionli o'tkazuvchanlik toklari paydo bo'ladi. Elektrotexnologiya kursidan ma'lumki, biron-bir muhitga kiritilgan energiyani bir qismi ishlov berilayotgan jism tomonidan yutiladi, bir qismi o'tib ketadi va bir qismi qaytadi. Elektr ishlov berishda bajariladigan ish yutilgan energiya hisobiga bo'ladi. Shuning uchun ham texnologik jarayonlarga energiyani kiritishda turli samarali usullarni qo'llash va ularni to'g'ri tanlash muhum bosqichlardan biri hisoblanadi.

Elektr ishlov berishda muhitga kiritilgan energiya ta'sirida hosil bo'ladigan o'tish tokining oqishi 1-tur o'tkazgichlarda erkin elektronlar va 2-tur o'tkazgichlarda ionlar kristall panjara ionlari, moddaning atom va molekulalari bilan ko'p marta to'qnashuviga va ularga ortiqcha to'plangan energiyaning uzatilishiga olib keladi. Natijada zaryadlarning tartibli harakat energiyasi (elektr toki; o'tish toki, siljish toki, fuko toki va hokazolar) modda atom va molekulalarining tartibsiz (issiqlik, mexanik, kimyoviy, biologik va hokazolar) energiyasiga aylanishiga olib keladi. Bunda harakatdagi zaryadlar maydon energiyasini modda molekulalariga uzatuvchi "oraliq energiya tashuvchi" (ishchi jism) sifatida bo'ladi. Bugungi kunda kelib chiqishi o'simliklar dunyosiga mansub materiallarga so'ngi ilm fan yutuqlari bilan sug'orilgan elektrotexnologik usullar yordamida elektr ishlov berish istiqbolli yo'nalishlardan biri hisoblanadi.

Ko'rib chiqilayotgan muammoning hozirgi holati. Bugungi kunda uzum novda qalamchalarida ildiz hosil bo'lish darajasi va tutuvchanligini oshirishda qalamchalarga ekishdan oldin turli usullar bilan (mexanik, fiziologik, kimyoviy, an'anaviy, elektrofizik va hokazolar) dastlabki ishlov beriladi [2]. Bunda samarali usullardan biri bu elektrofizik (elektr maydon, magnit maydon, elektr toki, impulsli elektromagnit maydon va hokazolar) usullar hisoblanadi [3, 4, 5, 6].

Tok novda qalamchalariga ekishdan oldin elektr ishlov berishda qalamcha va ishlov berish jarayonidagi muhitni hisobga olish muhim hisoblanadi [7]. O'simliklar dunyosiga mansub qishloq xo'jaligi mahsulotlari va yog'ochlashgan novda qalamchalariga elektrofizik ta'sirlarni o'rganish va ko'chatlarini yetishtirish texnologiyasini takomillashtirish bo'yicha, P.P.Radchevskiy, A.G.Kudryakov, V.A.Petruxin va boshqa bir qancha olimlar ilmiy tadqiqotlar olib borgan va ijobji natijalarga erishgan [8, 9]. Tok novda qalamchalariga ekishdan oldin elektr ishlov berish orqali ta'sir ko'rsatishda ularning alohida qismlarini elektr zanjirining elementlari sifatida tasvirlash mumkin [10]. Tok qalamchasi va o'simliklar dunyosiga mansub qishloq xo'jalik mahsulotlarining,

ya'ni o'simlik elementlarning tavsifi ishlov beriladigan qalamchani elektr manbaiga ulash usullari va uning tuzilishi bilan belgilanadi. A.G.Kudryakovning aniqlashicha, uzum qalamchalariga ekishdan oldin elektr toki bilan dastlabki ishlov berishda eng to'g'ri usul suyuq elektr o'tkazuvchi eritma orqali uzum qalamchasining kesilgan joylariga elektr energiyasini etkazib berishdir [5].

Jahonda va respublikamizda bu borada, jumladan tok ko'chati tayyorlanadigan qalamchalarga infraqizil, elektromagnit nurlar va elektr toki bilan ishlov berib ularning rivojlanishini avjlantirish, vegetativ rivojlanishini bir xillashtirish va sifatini oshirish hamda energiya va resurslarni tejash imkonini yaratadigan usul va vositalarni ishlab chiqishga alohida e'tibor berilmoqda [11, 12]. Bugungi kunda kelib chiqishi o'simliklar dunyosiga mansub materiallarga elektr ishlov berishda eng samarali usullardan biri – bu elektromagnit maydon energiyasini biologik ta'sirlaridan foydalanish hisoblanadi.

Masalaning qo'yilishi. Elektromagnit maydon energiyasining turli ko'rinishlarini biologik ta'sirlaridan foydalanib, qishloq xo'jalik mahsulotlariga elektr ishlov berish orqali elektr avjlantirish imkon mavjud va bu turli ilmiy tadqiqotlar asosida isbotlangan. Bunda elektromagnit to'lqinlari yutuvchi muhitda tarqalish yo'nalishi bo'ylab kuchsizlanib boradi. Bu texnologik jarayonlarni quyidagicha yoritish imkon, ya'ni Poynting vektori bilan aniqlanadigan energiya oqimi muhit sirtidan "Z" masofaning funksiyasi hisoblanadi va eksponsional qonunga asosan kamayadi.

$$S_z = S_e \exp(-2kz); \quad (1)$$

bunda: S_e – muhit sirtidagi energiya oqimi, V-A/m²;

k – to'lqinning so'nish koeffitsienti, m⁻¹;

Demak, to'lqinlarning so'nish intensivligi, ya'ni energiya yutilishi muhitning elektrofizik xossalari va maydon chastotasing funksiyasi bo'lgan so'nish koeffitsienti k bilan aniqlanadi. Yutuvchi muhit uchun bu koeffitsient quyida formula yordamida ifodalanadi [1]:

$$k = \omega \sqrt{\frac{\epsilon_0 \cdot \mu_0}{2}} \left[\sqrt{1 + \left(\frac{\gamma}{\omega Ea} \right)^2} - 1 \right] \quad (2)$$

bunda: $\omega = 2\pi f$ – maydonning burchak tezligi, rad/s
elektr ishlov berish davrida ideal dielektriklarda

$\gamma/\omega_a = 0$; $k=0$ elektromagnit to'lqinlari so'nmaydi va energiya yutilmaydi. Bizga elektrotexnologiya kursidan ma'lumki $\epsilon_a, \mu_a, \gamma$ kattaliklari bilan tavsiflanadigan xususiyatlari o'zgarmaydigan va tashqi Elektr yurutuvchi kuch bo'limganda harakatlanmaydigan jismalar sistemasi uchun jismga tushadigan elektromagnit energiyasi balansi Umov-Poynting teoremasi bilan ifodalanadi.

$$-\oint \bar{H} d\bar{A} = \int \gamma E^2 dv + \partial / \partial \tau \int_v \left(\frac{\epsilon_a E^2}{2} + \frac{\mu_a H^2}{2} \right) dv \quad (3)$$

Tasvirlangan (3) tenglama V hajmida elektromagnit maydon energiyasining saqlanish qonunini ifodalarydi: vaqt birligida yopiq A yuza bilan chegaralangan V hajmga Poynting vektori ko'rinishida tushadigan energiya oqimi shu hajmda joul issiqligini ajralishiga va elektromagnit maydon energiyasini o'zgartirishga sarf bo'ladi.

$$m = \int_v \gamma E^2 dv \quad (3)$$

$$\frac{\partial m}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial \tau} \int_v \left(\frac{\epsilon_a E^2}{2} + \frac{\mu_a H^2}{2} \right) dv \quad (4)$$

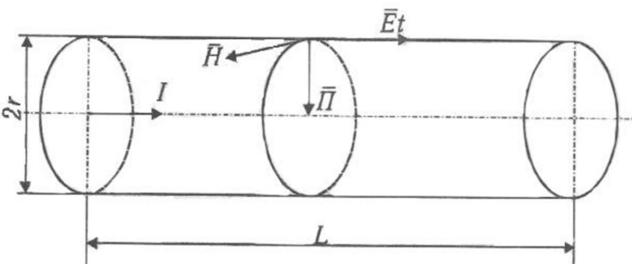
Bunda (5) ifoda maydon vaqt bo'yicha o'zgarganda

bo'ladigan o'zgartirishlarni aniqlashga imkon yaratadi. Umov-Poynting tenglamasini kompleks shaklda tasvirlaymiz:

$$S = -\oint \bar{H} d\bar{A} = \int_V \gamma E^2 dV + j2\omega \left[\frac{\mu_a H^2}{2} - \frac{E_a E^2}{2} \right] dV \quad (6)$$

Tenglama o'ng tomonining haqiqiy tashkil etuvchisi aktiv quvvat P ni, mavhum reaktiv quvvat Q ni ifodalaydi. Sistemadagi to'la quvvat quyidagicha ifodalanadi:

$$S = P + jQ \quad (7)$$



1-rasm O'zgarmas tokli o'tkazgichda energiyaning harakati

O'tkazgich yuzasidagi elektr maydon kuchlanganligi tokning yo'nalishiga mos keladi. (8) ifoda ko'rinishida quyidagicha ifodalanadi:

$$\overline{E}_t = j / \gamma \quad (8)$$

O'zgarmas tokli o'tkazgichda energiyaning harakati tasvirlangan 1-rasmdan ko'rindik, Poynting vektori o'tkazgichning ichiga, ya'ni yon tomoniga normal bo'ylab yo'nalgan.

$$\overline{P} = [\overline{E} \cdot \overline{H}] \quad (9)$$

Demak, energiya tashqi muhitdan o'tkazgichga $A=2\pi r l$ yuza orqali kiradi. Silindrning asosidan energiya kirmaydi, chunki \overline{P} ktori unga urinma bo'yab yo'nalgan.

$$|S| = P = E_t H A = (j / \gamma) (jr / 2) 2\pi r l = (j^2 / \gamma) \pi r^2 l = \gamma E^2 V \quad (10)$$

Vaqt birligidagi energiya oqimi, ya'ni tajriba asosida olingan differentsial shakldagi Joul-Lens qonunini ifodasi (11) ga ega bo'lamiz.

$$Q = \gamma E^2 V \tau = I^2 R \tau = U^2 \tau / R \quad (11)$$

Elektromagnit maydonning issiqlik ta'siridan tashqari, uning mexanik, kimyoviy ta'sirlari ham mavjud va biologik sistemalarga nisbatan ma'lum bir ta'sirga ega. Ma'lum bir obyektga ta'sir ko'rsatishda elektr energiyasini o'zgartirib yoki bevosita "noissiqlik" ta'sirlaridan foydalanish elektrofizik va elektr kimyoviy usullar deb ataladi. Ular elektromagnit maydonining turli xil ko'rinishlariga (massa o'tkazish, qutplashish, yo'naltiruvchi hodisalar) asoslanagan bo'lib, jarayonning kechishiga uning shakli, chastotasi va hokazolar ko'proq ta'sir etadi [1].

Qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishida elektr toki quyidagi asosiy sohalarda qo'llaniladi: ozuqalarga ularidan foydalanish samaradorligini oshirish uchun ishlov berish; qishloq xo'jalik muhitlarini zararsizlantirish; dezinfeksiyalovchi aralashmalar olish; urug'lik va o'simliklar hayot faoliyatini stimullash yoki to'xtatish maqsadida ta'sir ko'rsatish; tuproq elektr melioratsiyasi; ho'l materiallarni quritish; elektroflotatsiya; suvni chuchuklashtirish va aktivlashtirish; elektr kimyoviy ishlov berishda namayon bo'ladi.

Shuning uchun ham o'zgaruvchan elektr toki ta'sirida o'simlik to'qimasini (uzum novda qalamchasini) elektr

zanjirining elementlaridan biri deb qarash texnalogik jarayonning fizik mohiyatini ochib beradi. Bugungi kunga kelib yetishtirilayotgan sifatli uzum ko'chatlarini qariyib 90 foizi asosan vegetativ usullar bilan yetishtirilmogda. Bunda uzum novda qalamchalari tutuvchanligi o'rtacha hisobda 65–80 foizni tashkil qilib, ekilgan qalamchalarining 20–25 foizi ko'karmasdan qolib ketadi [13].

Uzum novda qalamchalariga ekishdan oldin elektr ishlov berish orqali qalamchalarni elektr avjantirish orqali tutuvchanlik darajasini oshirish mumkin ekanligini bugungi kundagi ilm-fan isbotlamoqda. Bunda uzum novda qalamchalariga energiyani kiritish usullarini izlab topish va uni muhitga samarali kiritish yo'llarini aniqlash hamda ta'sir qiluvchi parametrlarni ilmiy asoslash muhim masalalardan biri bo'lib qolmoqda [14, 15].

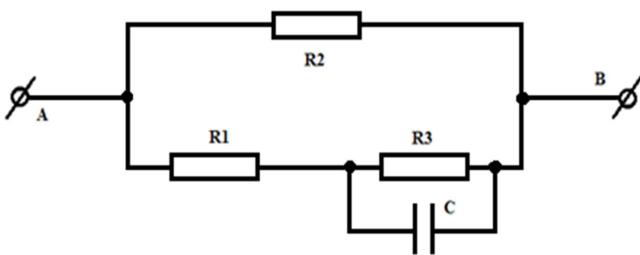
Yechish usuli (uslublari). Tadqiqotlarda adabiyotlar sharhi bo'yicha statistik ma'lumotlar, tajriba natijalari va nazariy tadqiqotlarga ishlov berish usullaridan foydalilanigan. Bunda olib borilgan tajribalar natijalari asososida nazariy tadqiqotlar orqali ilgari surilgan ilmiy gipotezani isbotlash va xulosalarni qabul qilish hamda ta'sir qiluvchi faktorlar 1-hujayralarning ichki qismilari (sitoplazma) qarshiligi, 2-tashqi muhit (hujayralararo bo'shliq), 3-protoplazmatik membrananing (hujayra membranasasi) qarshiligi va 4-hujayra devorining sig'imiga bog'liq ekanligini aniqlash imkoniyati yaratiladi.

Natijalar tahlili va misollar. O'simlik to'qimasining ekvivalent almashtirish sxemasi nafaqat elektr ta'sirining tabiatiga, balki uning kompozitsion miqdoriy xususiyatlariha ham bog'liq. Shuning uchun elektr ta'sirlardan oldin va keyin o'simlik to'qimalarining elektr xususiyatlarini aniqlash muhim ahamiyatga ega. Shuning uchun o'simlik to'qimasini elektr zanjirining elementi sifatida tasavvur qilsa bo'ladi, uning xususiyatlari ko'rsatilgan elektr ta'sirlarning tabiatini va miqdoriy ko'rsatkichlarini aniqlash imkoniyatini yaratadi va uni aniqlash imkonini beradi. O'tkazuvchi muhit sifatida bunday to'qimalarning tuzilishini o'rganishning eng yaxshi usullaridan biri maydalangan o'simlik to'qimalarining solishtirma elektr qarshiliklarini aniqlash va elektr o'tkazuvchanligini aniqlash hisoblanadi.

O'Ichov ishlarida turli yuqori chastotali o'zgaruvchan tokda amalga oshiriladi. To'la o'tkazuvchanlik sifatida o'simlik to'qimalarining tuzilishini o'rganishning asosiy usullaridan biri o'simliklar yoki uzum qalamchalarining elektr o'tkazuvchanligini o'chashga asoslangan. O'Ichovlar turli chastotalardagi o'zgaruvchan tokda amalga oshiriladi.

O'simlik to'qimasining ekvivalent almashtirish sxemasini uning anatomik tuzilishini hisobga olishi kerak. Shu bilan birgalikda, o'simlikning eng muhim tarkibiy qismlarini anglatuvchi elementlarni aniq ajratib ko'rsatiladi [5]. Yog'ochlashgan o'simliklarni elektr avjantirish borasida samarali ilmiy tadqiqotlar olib borgan A.G.Kudryakov va V.A.Petruxin kabi olimlar fikriga ko'ra yog'ochlashgan o'simliklar novda to'qimalarining diagrammasi kamida 4 ta elementni o'z ichiga olishi kerak (2-rasm). Bular qatoriga quyidagilar kiradi: 1-hujayralarning ichki qismilari (sitoplazma) qarshiligi, 2-tashqi muhit (hujayralararo bo'shliq), 3-protoplazmatik membrananing (hujayra membranasasi) qarshiligi va 4-hujayra devorining sig'imi. O'simlik to'qimasining ekvivalent almashtirish sxemasi 2-rasmda tasvirlangan.

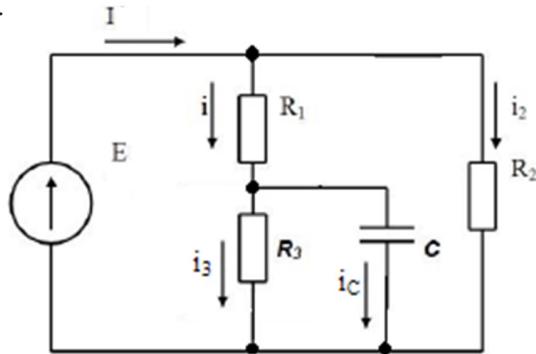
O'simlik va hayvon hujayrasidagi organlar molekulyar tuzulishi bilan va kimyoviy tarkibi bilan o'xshash bo'lganligi



2-rasm. Uzum qalamchasini ekvivalent almashtirish sxemasi

sababli, ularning bajaradigan vazifasi ham o'xshab ketadi. Bu o'simlik va hayvonlar organizmining kelib chiqishida umumiylig borligidan dalolat beradi. Har bir hujayra bir butun mustaqil birlik bo'lib, uning atrofi plasmatik membrana yoki plasmalema bilan o'ralgan bo'ladi. Hujayra shu plazmalema orqali tashqi muhit bilan aloqada bo'ladi. Natijada u oziq moddalar bilan ta'minlanadi. Hamma hujayralar uchun xos bo'lgan xususiyatlardan biri, sitoplazma va irsiy axborotlarni tashuvchi dezoksiribonuklein kislotaning mavjudligidir. Odatda, o'simlik hujayrasi uch qismidan tashkil topadi: hujayra po'sti uglevodli birikmalardan tuzilgan bo'lib, hujayra sirtini qoplaydi. Protoplasm hujayraning eng muhim tirik qismi bo'lib, hujayra po'sti devorlari atrofida joylashadi. Nihoyat hujayra markazini vakuola (yadro) tashkil etadi. Vakuolada hujayra shirasi bo'lib, unda suvda erigan uglevodlar, oqsillar, tuzlar, alkaloidlar va boshqa birikmalar to'planadi.

Yuqoridagi ma'lumotlar uzum qalamchasing biologik holatini anlash imkonini beradi. Uzum qalamchasiini ekvivalent almashtirish sxemasi tasvirlangan R_1 – hujayralar mezoplazmasining aktiv qarshiligi; R_2 – hujayralararo tizimning avtiv qarshiligi; R_3 – protoplazmatik membrananing aktiv qarshiligi; C – hujayra membranalarining qutblanishini anglatadi. Yuqorida keltirilganlarni hisobga olgan holda, biz 2-rasmda keltirilgan ekvivalent almashtirish sxemadan foydalanib, elektr ishlov berishda uzum qalamchasing elektr zanjirini klassik usulda hisoblash uchun elektr almashtirish sxemasi 3-rasmdagi ko'rinishda tasvirlash mumkin boladi [5, 16,17].



3-rasm. Elektr zanjirini klassik usulda hisoblash uchun elektr almashtirish sxemasi

Elektr almashtirish sxemasidan foydalanib, boshlang'ich shartlarni aniqlaymiz

$$U_{c0^-} = U_{c0^+} = 0 \quad (12)$$

Differensial tenglamalar sistemasini tuzamiz

$$\left\{ \begin{array}{l} I - I_1 - I_2 = 0 \\ I_1 - I_3 - I_C = 0 \\ I_1 R_1 + I_3 R_3 = E \\ \frac{1}{C} \int I_C dt - I_3 R_3 = 0 \\ I_2 R_2 - \frac{1}{C} \int I_C dt - I_1 R_1 = 0 \end{array} \right. \quad (13)$$

O'simlik to'qimasini ekvivalent almashtirish sxemasidan foydalanib parametrik tenglama tuzamiz va ildizini topamiz

$$Z_p = \frac{\frac{R_2 \cdot R_1 + R_1 \cdot R_2 \cdot R_3 \cdot PC + R_2 \cdot R_3}{1 + R_3 \cdot PC}}{\frac{R_2 + R_1 + R_1 \cdot R_3 \cdot PC + R_3}{1 + R_3 \cdot PC}} \quad (14)$$

(14) ifodani maxrajlarini qisqartirish orqali (15) tenglama shaklini oladi

$$Z_p = \frac{R_2 \cdot R_1 + R_1 \cdot R_2 \cdot R_3 \cdot PC + R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_1 \cdot R_3 \cdot PC} = 0 \quad (15)$$

$$R_1 \cdot R_2 + R_2 \cdot R_3 + R_1 \cdot R_2 \cdot R_3 \cdot PC = 0 \quad (16)$$

$$P = \frac{-R_1 \cdot R_2 - R_2 \cdot R_3}{R_1 \cdot R_2 \cdot R_3 \cdot PC} \quad (17)$$

Turg'un tokni aniqlaymiz

$$I_{tur} = \frac{E}{(R_1 + R_3) \cdot R_2} = E \cdot \frac{R_1 + R_2 + R_3}{R_1 \cdot R_2 + R_2 \cdot R_3} \quad (18)$$

$t=0$ bo'lgan holat uchun differensial tenglamalar sistemasini tuzamiz

$$\left. \begin{array}{l} I_0 - I_{10} - I_{20} = 0 \\ I_{10} - I_{30} - I_{C0} = 0 \\ I_{10} R_1 + I_{30} R_3 = E \\ U_{C0} - I_{30} R_3 = E \\ I_{20} R_2 - U_{C0} - I_1 R_1 = 0 \\ I_{20} = \frac{U_{C0} - E}{R_2} ; \quad I_{C0} = 0 ; \quad I_{10} = I_{30} ; \\ I_{20} = \frac{U_{C0} + I_{10} \cdot R_1}{R_2} ; \end{array} \right\} \quad (19)$$

$$I_{10} = \frac{U_{C0} - E + U_{C0} + I_{10} \cdot R_1}{R_2} = \frac{R_2(U_{C0} - E) + R_3(U_{C0} + I_{10} \cdot R_1)}{R_2 \cdot R_3} \quad (20)$$

Integrallash doimiysi topamiz

$$A = I_0 - I_{tur} = \frac{R_2(U_{C0} - E) + R_3(U_{C0} + I_{10} \cdot R_1)}{R_2 \cdot R_3} = \frac{-E(R_1 + R_2 + R_3)}{R_1 \cdot R_2 + R_2 \cdot R_3} \quad (21)$$

Tok funksiyasining vaqt bo'yicha aniqlangan qiymati quyidagi ifoda bilan aniqlanadi

$$I_t = E \cdot \frac{(R_1 + R_2 + R_3)}{R_1 \cdot R_2 + R_2 \cdot R_3} + \left(\frac{R_2(U_{C0} - E) + R_3(U_{C0} + I_{10} \cdot R_1)}{R_2 \cdot R_3} - E \frac{-E(R_1 + R_2 + R_3)}{R_1 \cdot R_2 + R_2 \cdot R_3} \right) e^{pt} \quad (22)$$

Oldin olib borilgan ilmiy tadqiqotlar [5] uzum nova qalamchalariga elektr ishlov berish orqali elektr avjantirishga taalluqli ilmiy qarashlarni oydinlashtirilishiga manba bo'ldi. Tok funksiyasining vaqt bo'yicha aniqlangan qiymatida ifodalangan (22) formuladan ko'rindiki, kuchlanishning ma'lum bir chegara qiymatidan boshlab, o'simlik to'qimalari o'tkazuvchanligining sig'imli komponenti nolga aylanadi va uning o'tkazuvchanligi aktiv xarakterga ega bo'ladi. Shuning uchun uzum novda qalamchalariga elektr ishlov berishda uning qarshiligin aktiv xarakterli deb qarash mumkin bo'ladi.

Tadqiqotlar asosida 2-rasmda tasvirlanga uzum qalamchasiini ekvivalent almashtirish sxemasida keltirilgan C – hujayra membranalarining qutblanishini ya'ni sig'imli komponenti (XC) nolga aylanishi orqali novdaning to'la qarshiligi (Z), R_1 – hujayralararo mezoplazmasining aktiv qarshiligi, R_2 – hujayralararo tizimning avtiv qarshiligi va R_3 – protoplazmatik membrananing aktiv qarshiligidan iborat bo'lib qoladi. Bu esa uzum qalamchasini ekishdan oldin elektr ishlov berish orqali elektr avjantirishda o'zgaruvchan elektr tokidan foydalanish samarali ta'sirga ega deb qarash

imkoni yarildi.

Xulosa. Kelib chiqishi o'simliklar dunyosiga mansub materiallarga (uzum qalamchasi) energiyani kiritish usullari va to'qimalarinin o'tkazuvchanligini aniqlash davrida quyidagi xulosalarga kelindi.

- kelib chiqishi o'simliklar dunyosiga oid materiallarga elektr ishlov berish orqali uni elektr avjantirish mumkun. Natijada uzum novda qalamchasi to'qimalarini elektr zanjirini bir qismi sifatida qarash mumkin ekanligi aniqlandi.

- ilgari olib borilgan tadqiqotlar natijasi shuni ko'rsatdiki, uzum qalamchalariga turli mexanik, fiziologik, kimyoiy va an'anaviy usullarda ishlov berishda har bir qalamchaga individual yondashish orqali ortiqcha jismoniy mehnat sarflanishini oshiradi. Natijada uzum qalamchalariga ishlov berish texnika-texnologiyalarini yangilash, takomillashtirish va elektrotexnologik usullardan samarali foydalanish kerak ekanligi aniqlandi.

- uzum novda qalamchalariga elektr ishlov berish orqali avjantirishda qalamcha to'qimalarining diagrammasi muhim parametrlardan biri hisoblanadi. Natijada uzum novda qalamchasi 4 ta elementni o'z ichiga olishi ya'ni hujayralarning ichki qismi (sitoplazma), tashqi muhit

(hujayralararo bo'shliq), protoplasmatik membrananing (hujayra membranasi) qarshiligi va hujayra devorining sig'imidan iborat ekanligi aniqlandi.

- o'simlik to'qimasining ekvivalent almashtirish sxemasini ifodalashda uning anatomik tuzilishini hisobga olishi kerak ekanligi o'rganildi. Natijada uzum novda qalamchasing ekvivalentalmashtirishsxemasi hujayralarmezoplazmasining aktiv qarshiligi (R_1), hujayralararo tizimning avtiv qarshiligi (R_2), protoplasmatik membrananing aktiv qarshiligi (R_3) va hujayra membranalarining qutblanishi (C)ga yoki reyaktuv qarshilik (XC)ga bog'liq ekanligi aniqlandi.

- uzum novda qalamchalariga elektr ishlov berish elektr zanjirini klassik usulda differensial tenglamalar sistemasi orqali hisoblandi. Natijada kuchlanishning ma'lum bir chegara qiymatidan boshlab, o'simlik to'qimalari o'tkazuvchanligining sig'imli komponenti nolga aylanadi va uning o'tkazuvchanligi aktiv bo'ladi. Shuning uchun uzum novda qalamchalariga elektr ishlov berishda uning qarshiligini aktiv xarakterli deb qarash mumkin ekanligi aniqlandi.

Nº	Adabiyotlar	References
1	Radjabov A., Muratov X.M. "Elektrotexnalogiya". – Toshkent: Fan, 2001. – 203 b.	Radjabov A., Muratov X.M. <i>Elektrotexnalogiya</i> [Electrotechnology] Tashkent. : Science, 2001.-p. 203. (in Uzbek)
2	Sultonov K.S. Uzumning yuqori sifatlari sertifikatlangan ko'chatlarini ishlab chiqarish tizimining ilmiy asoslari. Avtoreferat. Dissertatsiya qishloq xo'jalik fanlari doktori. – Toshkent, 2018. – 222 b.	Sultonov KS <i>Uzumning yukori sifatlari sertifikatlangan kuchatlarini ishlab chikarish tizimining ilmiy asoslari</i> [Scientific basis of the system of production of high quality certified grape seedlings] Authorship. Dissertation Doctor of Agricultural Sciences.-Tashkent, 2018. Page 222. (in Uzbek)
3	Лыков А. С., Щебетеев В. А., Сквортцов В. А. Энергетические показатели установки электростимуляции черенков винограда. Technical science "Colloquium-journal". – Киев, 2019. – 3(27). – С. 37-40.	Lykov A.S., Schebeteev V.A., Skvortsov V.A. <i>Energeticheskiye pokazateli ustavki elektrostimulyatsii cherenkov vinograda</i> [Energy indicators of the installation of electrical stimulation of grape cuttings] Technical science "Colloquium-journal" No3 (27). 2019, 37-40 p. (in Russian)
4	Малтабар Л.М. Еще раз о системе и суперинтенсивной технологии производства сертифицированного посадочного материала. Питомниково-водство винограда. – Краснодар, 2004. – С. 8-16.	Maltabar L.M. <i>Yeshche raz o siste'me i superintensivnoy tekhnologii proizvodstva sertifitsirovannogo posadochnogo materiala</i> [Once again about the system and superintensive technology for the production of certified planting material] Nursery grapes.Krasnodar, 2004. Pp.8-16. (in Russian)
5	Кудряков А.Г. Стимуляция корнеобразования черенков винограда электрическим полем: Автoreferat. Диссертация канд. техн. наук. – Краснодар, 1999. – 23 с.	Kudryakov A.G. <i>Stimulyasiya korneobrazovaniya cherenkov vinograda zhelektricheskim polem</i> [Stimulation of root formation of grape cuttings by an electric field]: Authorized fats. Dissertation for Candidate of Technical Sciences, Krasnodar, 1999, 23 p. (in Russian)
6	Кудряков А.Г., Переокомий Г.П., Радчевский П.П., Лыков А.С., Безлер С.Ю. Повышение способности корнеобразования виноградных черенков с помощью электрического тока. – Краснодар, 1999. – 23 с.	Kudryakov A.G., Perekomy G.P., Radchevsky P.P., Lykov A.S., Bezler S.Yu. <i>Povyshenie sposobnosti korneobrazovaniya vinogradnykh cherenkov s pomoshch'yu elektricheskogo toka</i> [Increasing the rooting ability of grape cuttings using electric current.] Krasnodar, 1999, 23 p. (in Russian)
7	N.M.Markayev, O'.Holiqnazarov, Sh.Yusupov. Elektromagnit maydon energiyasidan elektrotexnologik maqsadlarda foydalanish imkoniyatlari // "O'zbekiston qishloq va suv xo'jaligi" jurnali. – Toshkent, 2019. – Maxsus son. – B. 50-51.	N.M.Markaev, O.Kholiknazarov, Sh.Yusupov <i>Elektromagnet may-don energiyasidan elektroteknologik maksadlarda foydalanish imkoniyatlari</i> [Opportunities for the use of electromagnetic field energy for electrotechnological purposes] Journal of Agriculture and Water Resources of Uzbekistan Special issue 2019. November 11, 2019. Pp. 50-51. (in English)

8	Погосян К.С., Бабаханян М.А. Выращивание саженцев винограда на гидропонике // Ж.: Виноделие и виноградарство. – Москва, 2001. – №2. – 29 с.	Pogosyan K.S., Babakhanyan M.A. <i>Vyrashchivaniye sazhentsev vinograda na hidroponike</i> [Growing grape seedlings hydroponically] Winemaking and viticulture. Moscow, 2001. No2.29 p. (in Russian)
9	Лучинкин А.А. О стимулирующем действии электрического тока на виноградные прививки / Науч. Тр. УСХА. – Киев, 1980. – Вып. 247. – 124 с.	A.A. Luchinkin <i>O stimulirujushhej dejstviu elektricheskogo toka na vinogradnye privivki</i> [On the stimulating effect of electric current on grape vaccinations] Scientific. Tr. MUSHROOM. Kiev, 1980. Issue. 247. p 124. (in Russian)
10	Перекотий Г. П., Кудряков А. Г., Винников А. В. Стимулирующее действие электрического тока на корнеобразование посадочного материала винограда. Труды Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар, 1996. – № 346, – 153 с.	Perekotiy G. P., Kudryakov A. G., Vinnikov A. V. <i>Stimulirujushhee dejstvie elektricheskogo toka na korneobrazovanie posadochnogo materiala vinograda.</i> [Stimulating effect of electric current on the root formation of grape planting material] Proceedings of the Kuban State Agrarian University, No. 346, 1996. - p. 153. (in Russian)
11	Радчевский П.П., Черкунов В.С., Трошин Л.П. Применение биологически активного вещества «Радикс» при выращивании виноградного посадочного материала // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – Краснодар: КубГАУ, 2010. – №60(06). – С. 358–378.	Radchevsky P.P., Cherkunov V.S., Troshin L.P. <i>Primenenie biologicheski aktivnogo veshchestva «Radiks» pri vyraashchivaniyu vinogradnogo posadochnogo materiala</i> [The use of the biologically active substance "Radix" in the cultivation of grape planting material] Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University (Scientific journal KubSAU) Krasnodar: KubSAU, 2010. No. 60 (06). Pp. 358 - 378. (in Russian)
12	Радчевский П.П., Трошин Л.П. Регенерационные свойства виноградных черенков под влиянием обработки их гетероауксином в зависимости от сортовых особенностей // Научный журнал КубГАУ. – Краснодар, 2012. – №03(077). – С. 1194–223.	P.P. Radchevsky, L.P. Troshin <i>Regeneratsionnye svoystva vinogradnykh cherenkov pod vliyaniem obrabotki ikh geteroauksinom v zavisimosti ot sortovykh osobennostey</i> [Regenerative properties of grape cuttings under the influence of their treatment with heteroauxin depending on varietal characteristics] Scientific journal KubSAU. Krasnodar, 2012. No03 (077). Pp. 1194-1223. (in Russian)
13	Abduramanova S.X. Tok qalamchalarini tayyorlash va ko'chatini ko'paytirish usullari// "O'zbekistonda oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlashda mevasabzavot hamda uzumchilik sohasining roli va ahamiyati" mavzusida Xalqaro ilmiy-amaliy anjuman konferensiysi to'plami. – Toshkent, 2017. – B. 123-25.	Abduramanova S.X. <i>Tok қalamchalarini tajorlash va kychatini kypajtirish usullari</i> [Methods of preparing vine cuttings and growing seedlings] // Proceedings of the international scientific and practical conference on the topic "The role and importance of fruit and vegetable and viticulture in ensuring food security in Uzbekistan". – Ta shkent, 2017. - p. 123-125. (in Uzbek)
14	Бердишев А.С., Матчонов О.Г., Маркаев Н.М. Использование электрофизических методов для ускорения роста корней винограда // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. ISSN: 2350-0328 Vol. 8, Issue. – Индия, 2021. – С. 18510-18514.	Berdishhev A.S., Matchonov O.Q., Markayev N.M. <i>Ispol'zovanie elektrofizicheskikh metodov dlja uskorenija rosta kornej vinograda</i> [Use of Electrophysical Methods to Accelerate Root Growth in Grapes] // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. ISSN: 2350-0328 Vol. 8, Issue.– India, 2021. – C. 18510-18514. (in India)
15	Markayev N.M. Elektrofizik usullarning uzum qalamchalarida ildiz hoslil bo'lish jarayonlarga tasiri // "Irrigatsiya va melioratsiya" jo'rinali. – Toshkent, 2021. – №4(26). – B. 51-56.	Markayev.N.M. <i>Jelektrofizik usullarning uzum қalamchalarida ildiz xosil bylysh zharajonlarga tasiri</i> [Influence of electrophysical methods on the processes of root formation of grapes] // №4(26).2021 Journal of "Irrigation and melioration" Tashkent, 2021. – 6. 51-56. (in Uzbek)
16	N.M.Markayev, Sh.Yusupov, B.Xushboqov Sh.Rahmonov. Uzum ko'chatlarini ildiz otish jarayonini avjlantrishda elektrotehnologik usullardan foydalanish // "Agro ilm" jurnal. – Toshkent, 2020. – Maxsus son [70]. – B. 41-42.	N.M. Markaev, Sh. Yusupov, B. Khushboqov. Rakhmonov <i>Uzum kuchatlarini ildiz otish zharaonini avzhalantirishda elektrotehnologik usullardan foydalanish</i> [Use of electrotechnological methods in accelerating the process of rooting of grape seedlings] Agro Ilm Journal Special Issue [70], 2020. November 23, 2020. Pp. 41-42. (in Uzbek)
17	Т.Байзаков, Н.Маркаев, Ш.Юсупов. Изучение воздействия энергии электромагнитного поля на соответствующие виды растительного мира и обоснование возможности применения их в технологических целях // Ж.: "Ўзбекгидроэнергетика". – Ташкент, 2020. III (7) 7.10.	T. Baizakov, N. Markaev, Sh. Yusupov <i>Izuchenije vozdeystviya energii elektromagnitnogo polya na sootvetstvuyushchiye vidy rastitel'nogo mira i obosnovaniye vozmozhnosti primeneniya ikh v tekhnologicheskikh tselyakh</i> [Study of the impact of the energy of the electromagnetic field on the corresponding species of the plant world and substantiation of the possibility of using them for technological purposes] Uzbekhydroenergetics journals III (7) 7.10.2020. Pp 25-28. (in Russian)

UDC: 621.472.383.56

EFFECT OF REFLECTORS AND HEAT COLLECTOR ON PHOTOELECTRIC BATTERY ELECTRICAL PARAMETERS

T.Z.Akhtamov – junior researcher, ASUz, Physics-Technical Institute, NGO "Physics-Sun",

S.F.Toshpulatov – doctoral student Termiz State University

Abstract

In the research work, the electrical and thermal parameters of a photovoltaic battery (PV) and a photothermal battery (PVT) with a power of 60 W were analyzed. The effect of reflectors and heat collector (HC) on the parameters of devices was studied in the experiment conducted in real conditions. The results obtained in the study were measured in stationary PV and PVT conditions. Both devices are set at an angle of the $\theta=60^\circ$, considering the perpendicular incidence of the sun's radiation at the zenith point. Based on the results of experiments, it was identified that the total power generated by the PTB is 1,3 times higher than the power of the PB.

Key words: Photothermal battery, photoelectric battery, power, short circuit current, open circuit voltage, solar radiation.

Т.З.Ахтамов – кичик илмий ходим, "Физика-Күёш" ИИЧБ, Физика-техника институти,

С.Ф.Тошпұлатов – докторант, Термиз давлат университеті

РЕФЛЕКТОРЛАР ВА ИССИҚЛИК КОЛЛЕКТОРИНИНГ ФОТОЭЛЕКТРИК БАТАРЕЯ ЭЛЕКТР ПАРАМЕТРЛАРИГА ТАЙСИРИ

Аннотация

Мақолада қувватлари 60 V. га тенг бўлган фотоэлектрик батарея (ФЭБ) ва фотоиссиқлик батарея (ФИБ)ларнинг электр ва иссиқлик параметрлари таҳлил қилинган. Реал шароитда ўтказилган тажрибада қурилмаларнинг параметрларига рефлекторлар ва иссиқлик коллекторининг таъсирин ўрганилган. Тадқиқотда олинган натижалар ФЭБ ва ФИБнинг стационар ҳолатларида ўтчанган. Ҳар иккала қурилма қуёшнинг зенит нүктасидаги нурланиши перпендикуляр тусиши хисобга олинниб $\theta=60^\circ$ бурчакка ўрнатилган. Тажриба натижаларига кўра, ФИБ ишлаб чиқарган умумий қувват ФЭБнинг қарандага 1,3 маротаба юқори эканлиги аниқланган.

Калил сўзлар: фотоиссиқлик батарея, фотоэлектрик батарея, қувват, қисқа туташув токи, очиқ занжир кучланиши, қуёш нурланиши.

ВЛИЯНИЕ РЕФЛЕКТОРА И ТЕПЛОВОГО КОЛЛЕКТОРА НА ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПАНЕЛИ

Т.З.Ахтамов – младший научный сотрудник, Физико-технический институт, НПО «Физика-Солнце»,

С.Ф.Тошпұлатов – докторант, Термезский государственный университет

Аннотация

В статье были проанализированы электрические и тепловые параметры фотоэлектрической (ФЭБ) и фототепловой батареи (ФТБ) мощностью 60 Вт. Влияние рефлектора и теплового коллектора (ТК) на параметры устройств, изучалось в эксперименте, проведенном в реальных условиях. Полученные результаты в исследовании, были измерены в стационарных условиях ФЭБ и ФТБ. Оба устройства установлены под углом $\theta=60^\circ$, учитывая перпендикулярное падение солнечного излучения в зенитной точке. По результатам экспериментов установлено, что общая мощность, вырабатываемая ФТБ в 1,3 раза превышает мощность ФЭБ.

Ключевые слова: фототепловой батареи, фотоэлектрическая батарея, мощность, ток короткого замыкания, напряжение холостого хода, солнечная радиация.



Introduction. The use of renewable energy sources in the world is increasing day by day. Solar energy is one of the main renewable energy sources. However, there are several factors that negatively affect the performance of PVs [1, 2]. Among these factors, one of the main ones is the reduction of electrical efficiency as a result of the heating of most of the solar energy falling on the PV surface without turning into electrical energy [3, 4]. However, it is possible to optimize the electrical energy by using this thermal energy efficiently. By attaching a heat collector to the PV,

many experiments have been conducted on the possibility of cooling the PV and the targeted use of the obtained heat energy [5]. A system of PV combined with a thermal collector is called PVT. Various types of heat collectors are used to cool PVTs. As a coolant, various liquids, mainly water and, in some cases air are used and they are passed through heat collectors. In addition, cooling using thermocouples is also effective in regions with water scarcity [6, 7]. Additionally, air cooling with coolers is suitable in water-scarce areas [8]. Heat collectors of different materials and shapes were tested in

PVTs [9]. The effect of reflectors on PVT parameters has also been widely covered in many works, and its main function is to increase the radiation energy coming from the sun and protect PV from dusting [10]. The main task is to use the solar energy device as efficiently as possible. The device developed for this purpose PV and PVT results were compared by performing approximation works on graphs.

Material and methods. In the article, the electrical efficiency of PV and PVT with a power of 60 W was studied. In this case, the measurements were carried out in the open air in the winter from 10:00 to 15:00. Short circuit current and open circuit voltage were measured simultaneously with a time interval of 20 minutes. Based on the results, graphs were drawn and analyzed. Before the start of the experiment, both panels were installed on a special device at a nominal angle, so that the rays fall perpendicularly on the surface of the panel during the zenith of the sun (Fig. 1). In February, $\theta=60^\circ$ is the installation angle in the stationary mode for the region of Tashkent city.



Figure 1. Overview of PV and PVT

Table 1

Geometric dimensions, physical and technical characteristics of PVT parts

Parameters	Dimension
<i>Geometric dimensions</i>	
PV surface, S_{PV}	0,33 m^2
PV frame width, d	2,5m
The surface of the back cover, S_q	0,33 m^2
The thickness of the back cover, d_q	4 mm
<i>Physical and technical characteristics</i>	
Maximum power of PV, P_{max}	60W
Electrical efficiency of PV, η	18,36%
Open circuit voltage of PV, U_{oc}	21,6V
Short circuit current of PV, I_{sc}	3,53A
The fill factor of the PV's volt-ampere characteristic, FF	0,786

Table 1 shows the general electrical parameters and dimensions of our panels. During the experiment, external parameters such as solar radiation, ambient temperature were also measured at the same time. UNI-T type UT52 multimeter was used as a multimeter (For DC $I_{max}=20A$, $U_{max}=1000V$).

The article focuses on the effect of heat collectors and reflectors. The simultaneous use of heat collectors and reflectors dramatically increases the efficiency of the PVT system [11]. The polycarbonate heat collector used for this purpose is attached to the back of the PV with thermal paste. The aim is to improve the process of heat exchange and thereby restore the open circuit voltage. Reflectors are also made twice as large compared to the surface of the panel. The main reason for this is to increase the solar radiation and thereby increase the value of the short circuit current and the temperature of the outgoing water to an optimal level. PV and PVT results measured under natural conditions were compared in graphs and approximate graphs were obtained for power.

Results. In our experiment, short circuit current, open circuit voltage and solar radiation falling on the panel surface of PVs were measured every 20 minutes. On January 21, the ambient temperature rose from $4^\circ C$ to a maximum of $10^\circ C$. Our panels were stationary during the measurement. Figure 2 presents graphs of short circuit current both panels over time. As can be seen from the graphs, each parameters short circuit current and solar radiation are very similar each other. The time dependence of the solar radiation falling on the surface of the panels is shown in Figure 3. At 12:00 p.m., the reflectors and heat collector started working. As a result, the radiation increased and the short circuit current rose. At the maximum radiation value, the short circuit current for PVT reached 4.2 A, which is 1.5 times higher than the PV indicator at the same time.

Open circuit voltage drops due to increase in panel temperature [12]. In this case, in the PV, this value dropped sharply at the beginning of the day. The relatively low temperature in winter ensures that the PV does not overheat. As a result of convective heat exchange through the air, we can see the voltage change. After the solar zenith point, PV remained at its 25 V value. However, at the beginning of the experiment in the cooled PVT, because water was not transferred from the heat collector, the open circuit voltage dropped sharply to a minimum of 23.8 V. The reason for such a sharp drop is the absence of convection heat exchange between the PVT and the environment. With the start of cooling, the open circuit voltage began to increase sharply and rose to 26.2 V, and at the end of the experiment, it recorded a value of 25.5 V.

The difference in open circuit voltages and short circuit currents ensures that the PVT power is high. Therefore, if we also analyze the power graphs (Fig. 5). Of course, power is one of the most important quantities. It can be easily calculated using the obtained parameters.

$$P = FF \cdot I_{sc} \cdot U_{oc} \quad (1)$$

Figure 5 shows the power values of both panels, and we can see that the power value produced by the PVT panel was always greater when it cooled. The maximum values were 85. for the PVT and 57.2 W for the PV. This means that the PVT has 1.5 times more power at the peak value. In the analysis of the results, it should be noted that the day was cooler during the experiment. Power differences would have been even greater on hot summer days. The reason is explained by the fact that the open circuit voltage in the cooling PVT panel does not change much, but the PV panel indicator drops.

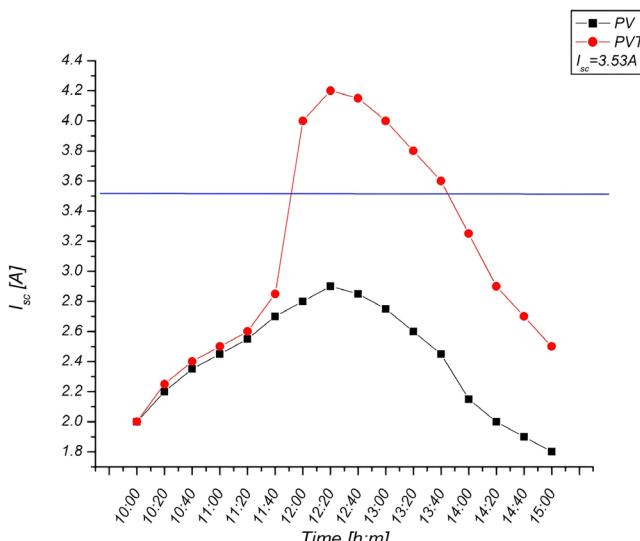


Figure 2. Time dependence of in PV and PVT

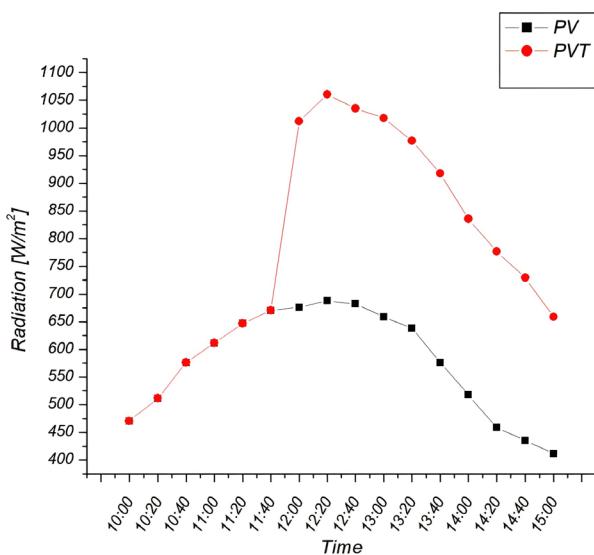


Figure 3. Time dependence of solar radiation in PV and PVT

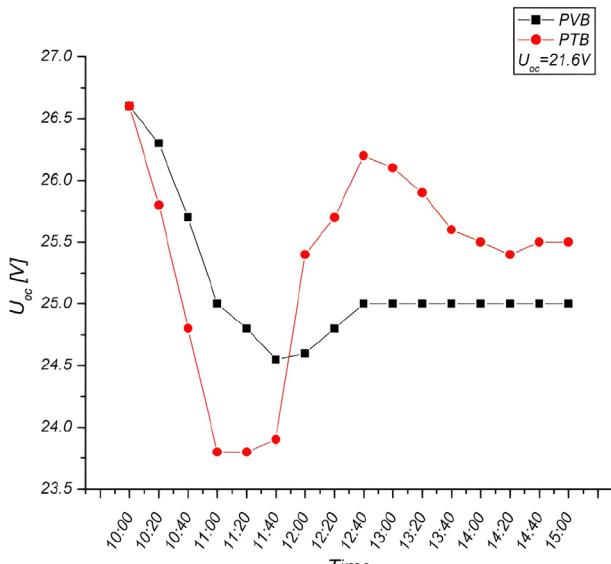


Figure 4. Dependence of open circuit voltages on time of day

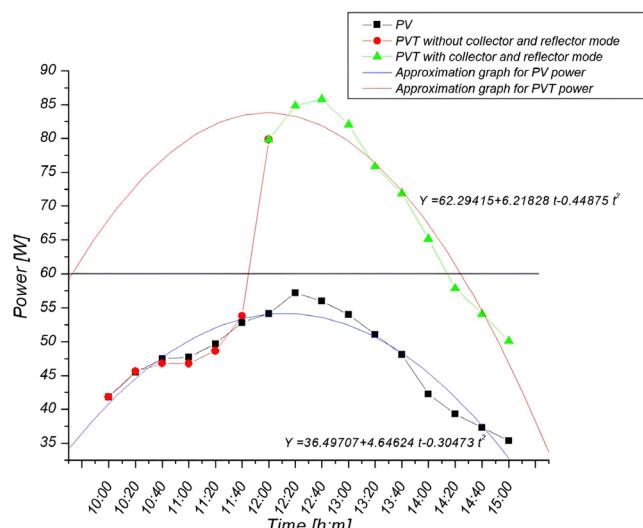


Figure 5. Time dependence of the power of PV and PVT.

Detailed information about the efficiencies of both panels can be obtained from the graph. Approximate power graphs for both power values are constructed and their analytical and graphical representation is given. Through this, it will be possible to find out the amount of electricity produced by the panels. It can be seen from the results that the cooling and reflectors gave their results. During the experiment, -3.7 g/s water consumption was checked. When the inlet temperature was 80C , the average outlet water temperature was 270C . On hot days, the difference between the PVT and PV electric efficiencies and the outlet water temperature also increases. This ensures that the PVT has the advantage of effective performance during high temperature days.

Conclusion

From the experimental results in natural conditions, we can conclude that the PVT panel is able to provide more power by 1.3 compared to the normal panel. It has been confirmed in the experimental results that the effective use of reflectors and HC at the same time increases the electrical efficiency and thermal efficiency of the solar device. Using approximate graphs for the power function, it is possible to obtain daily and time interval electricity calculations.

References:

1. Mamun, M. A. A., Islam, M. M., Hasanuzzaman, M., & Selvaraj, J. Effect of tilt angle on the performance and electrical parameters of a PV module: Comparative indoor and outdoor experimental investigation. Energy and Built Environment. Vol. 3. pp. 278-290. 2022. doi.org/10.1016/j.enbenv.2021.02.001.
2. Abdiev U.B., Yuldashev B.A. Inspection electrical and heat parameters of photovoltaic-thermal battery, studying the effects of pollution. Scientific reports of Bukhara state university. Bukhara. 2021. № 5-6. pp. 2-20.
3. Boysori Yuldashev, Elyor Saitov, Jasur Khaliyarov, Sardor Bobomuratov, Sirojiddin Toshpulatov. Effect of Temperature on Electrical Parameters of Photovoltaic Module. Proceedings of International Conference on Applied Innovation in IT. Volume 11. Issue 1. 2023. pp. 291-295. (DOI:10.25673/101957).
4. A.R. Amelia, Y.M. Irwan, W.Z. Leow, M. Irwanto, I. Safwati, M. Zhafarina. Investigation of the Effect Temperature on Photovoltaic (PV) Panel Output Performance. International Journal on Advanced Science Engineering and Information Technology. Vol. 6. 2016. №5. pp. 682-688.
5. S.A. Zubeer, O.M. Ali, "Performance analysis and electrical production of photovoltaic modules using active cooling system and reflectors", Ain Shams Engineering Journal. Vol. 12. №2. pp. 2009–2016. 2021. doi:10.1016/j.asej.2020.09.022.
6. J.Kaiprath, V.V. Kishor Kumar. A review on solar photovoltaic-powered thermoelectric coolers, performance enhancements, and recent advances. Int. Jour. of Air. Cond. and Ref. Vol. 31. № 6. pp. 1-30. 2013. http://dx.doi.org/10.1016/j.solener.2013.01.026.
7. T. Liao, Q. He, Q. Xu, Y. Dai, C. Cheng, M. Ni. Coupling properties and parametric optimization of a photovoltaic panel driven thermoelectric refrigerators system. Energy. Vol. 220. 2021. pp. 1-8. https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.119798.
8. Avezov R.R., Akhatov J.S. and Avezova N.R. A review on photovoltaic-thermal (PV-T) air and water collectors. Applied Solar Energy. 2011. Vol. 47. №3. pp. 169–183.
9. M.A. Rosli, Suhaimi Misha, Kamaruzzaman Sopian, Sohif Mat, Mohd Yusof Sulaiman and Elias Salleh. Thermal Efficiency of the Photovoltaic Thermal System with Serpentine Tube Collector. Applied Mechanics & Materials. 2014. pp. 455-461.
10. R A Muminov, M N Tursunov, Kh Sabirov, Sh N Abilfayziyev, B A Yuldashev and S F Toshpulatov. Testing of crystalline silicon-based photoelectric and photothermal batteries in real climate conditions and comparison of parameter changes. Journal of Physics: Conference Series 2388. 2022. doi:10.1088/1742-6596/2388/1/012128.
11. M. Tursunov, K. Sabirov, T Axtamov, U. Abdiyev, B. Yuldashev, J. Khaliyarov, S. Bobomuratov, and S, Toshpulatov. Analysis of Electric and Thermal Efficiency of Crystal Silicon Small Power Suppliers. Proceedings of International Conference on Applied Innovation in IT. Volume 11. Issue 2. 2023. pp. 167-171. (DOI:10.25673/113009).
12. M. Tursunov, H. Sabirov, T. Axtamov, M. Tursunov, M. Chariyev and H. Abdullayev. Creation of All-Season Photothermal Installation of Increased Efficiency. Proceedings of International Conference on Applied Innovation in IT. Volume 11. Issue 2. 2023. pp. 125-129. (DOI:10.25673/113002).

УЎТ: 621.472.383.56

ШЎР СУВНИ ҚҮЁШ ЭНЕРГИЯСИ ЁРДАМИДА ИЧИМЛИК СУВИГА АЙЛАНТИРИШ ҚУРИЛМАСИ

*М.Н.Турсунов – т.ф.д., профессор, Х.Сабиров – т.ф.н., доцент,
Т.З.Ахтамов – кичик илмий ходим, ЎЗР ФА, "Физика-Қүёш" ИИЧБ, Физика-техника институти*

Аннотация

Айрим тадқиқотларга қараганда, глобал иқлим ўзгариши натижасида сўнгги 50–60 йил давомида Марказий Осиёдаги иоксак тоғликлардаги музликлар майдони тахминан 30 фоизга қисқарган. Прогнозларга кўра, 2050-йилга бориб чучук сув танқислиги минтақада ялпи ички маҳсулотнинг 11 фоизга пасайишига олиб келиши мумкин.

Глобал иқлим ўзгариши, Ўзбекистонда аҳоли сони ўсиб бораётгани, иқтисодиётнинг турли тармоқлари кузатилаётган жадал ривожланиш ва улардаги сувга бўлган талаб ўсиши туфайли сув ресурслари тақчиллиги йил сайин ортиб бормоқда. Ўзбекистонда мавжуд чучук сув ҳажми қисқариши туфайли сув танқислиги ва курғоқчилик хавфи сезиларли даражада ошмоқда. Ушбу мақолда қайта тикланувчи энергия турларига кирувчи қўёш фотоэлектрик системалари асосидаги кўчма қурилма лойиҳаси ишлаб чиқилган ва қурилма ёрдамида шўр сувни тозалашдан олинган бирламчи тажриба натижалари ёритилган. Сувни чучуклантирувчи фотоэлектрик қурилма концентрангандан энергияни тўғридан-тўғри қўёшдан ва қурилманинг ён томонларига ўрнатилган рефлекторлардан ясси коллекторнинг юзасидан қайтган нурларни қайта йўналтириш ҳисобига энергия йигади ва сувни тозаловчи ясси коллекторга йўналтиради.

Калит сўзлар: фотоэлектрик батарея, кўчма фотоиссилик қурилма, қўёш нурланиши, рефлектор, қисқа туташув токи, салт юриш кучланиши, кувват, ҳарорат, сув микронасоси, совитиш куллери, контроллер, аккумулятор.

УСТРОЙСТВО ПРЕВРАЩАЮЩЕ СОЛЕНУЮ ВОДУ В ПИТЬЕВУЮ С ПОМОЩЬЮ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ

*М.Н.Турсунов – к.т.н., профессор, Х.Сабиров – к.т.н., доцент,
Т.З.Ахтамов – младший научный сотрудник, Физико-Технический Институт НПО "Физика-Солнце" АиРУз*

Аннотация

По данным некоторых исследований, в результате глобального изменения климата площадь ледников в высокогорьях Центральной Азии за последние 50–60 лет сократилась примерно на 30%. По прогнозам, к 2050 году нехватка пресной воды может привести к снижению ВВП региона на 11%.

Дефицит водных ресурсов увеличивается с каждым годом из-за глобального изменения климата, роста населения Узбекистана, быстрого развития различных отраслей экономики и растущей потребности в воде в них. Риск нехватки воды и засухи в Узбекистане значительно возрастает из-за уменьшения количества доступной пресной воды. В данной статье разработан проект переносного устройства на основе солнечных фотоэлектрических систем, являющегося видом возобновляемой энергии, и приведены первичные экспериментальные результаты, полученные при опреснении соленой воды с помощью устройства. Фотоэлектрический водоочиститель собирает концентрированную энергию непосредственно от солнца и путем перенаправления лучей, возвращающихся с поверхности плоского коллектора от рефлекторов, установленных по бокам устройства, направляет воду в очищающий плоский коллектор.

Ключевые слова: фотоэлектрическая батарея, портативное фотоэлектрическое устройство, солнечное излучение, отражатель, ток короткого замыкания, напряжение холостого хода, мощность, температура, водяной микронасос, охлаждающий куллер, контроллер, аккумулятор.

A DEVICE THAT CONVERTS SALT WATER INTO POTABLE WATER USING SOLAR ENERGY

*М.Н.Турсунов – Ph.D., professor, Х.Сабиров – Ph.D., associate professor,
Т.З.Ахтамов – junior researcher, Physical-Technical Institute NGO Physics-Sun, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan*

Abstract

According to some studies, as a result of global climate change, the area of glaciers in the high mountains of Central Asia has decreased by about 30% during the last 50–60 years. According to forecasts, by 2050, the shortage of fresh water could lead to an 11% decrease in GDP in the region.

The shortage of water resources is increasing year by year due to global climate change, the growing population of Uzbekistan, the rapid development of various sectors of the economy and the growing demand for water in them. The risk of water scarcity and drought is increasing significantly in Uzbekistan due to the decrease in the amount of available fresh water. In this article, a project of a portable device based on solar photovoltaic systems, which is a type of renewable energy, has been developed, and the primary experimental results obtained from the desalination of salt water using the device are highlighted. Photoelectric water purifier collects concentrated energy directly from the sun and by redirecting the rays returned from the surface of the flat collector from the reflectors installed on the sides of the device and directs the water to the purifying flat collector.

Key words: photovoltaic battery, portable photovoltaic device, solar radiation, reflector, short-circuit current, simple running voltage, power, temperature, water micropump, cooling cooler, controller, battery.

Кириш. Республикамиз миңтақаларидаги сув таъминоти, сугориш ва сугориш учун яроқли очиқ сув ҳавзаларининг йўқлиги, туманларнинг йирик дарёлардан узоқда жойлашганлиги ва ер ости чучук сувлари заҳираси чекланганлиги сабабли ҳозирги вақтда кўёш энергиясидан фойдаланган ҳолда ичимлик ва маший эҳтиёжлар учун, яшил майдонларни сугориш, қишлоқ аҳоли пунктларида сув танқислиги муаммосини ҳал қилиш ҳамда сув олишнинг янги усулларини аниқлаш ва комплекс баҳолаш энг долзарб вазифа хисобланади.

Жаҳон соғлиқни сақлаш ташкилоти меъёрига кўра, бир кишининг эҳтиёжлари учун кунлик 50–100 литр сув керак. Чучук сув муаммосига Яқин Шарқ, Шимолий Африка, Марказий Осиё, айрим қуруқ иқлим шароитида жойлашган ривожланган давлатлар дуч келаётир. Сувнинг шўр (оcean ва денгизларда), чучук (дарё, кўл, ер остида ва муз кўринишида), ёмғир, минерал ҳамда инсоният томонидан қайта ишлов берилган шаклдаги турлари бор. Дунёнинг 75 фоизга яқин қисми сувдан иборат. Шундан чучук сув захиралари 35 млн. км³ ни ташкил этади. Унинг 60 фоизини музликлар, айсберглар, доимий қорли сирт ва 30 фоизи чучук сув ер остидадир. Чучук сувли кўллар ва дарёларда сув ҳажми 93 минг км³ га тенг. Очиқ юзали сув манбаларидан олинадиган сув ҳажми камайиб бораётгани сабабли чучук сув (ичимлик суви) дефицити борган сари сезилмоқда. Ичимлик суви дефицитини енгизнинг йўлларидан бири – денгиз ва кўллар шўр сувини чучуклантириш. Бу усул дистилляция – эрамизнинг биринчи асридан қўлланилиб келади ва у сувдаги нисбатан енгил компоненталардан ҳорорат таъсири натижасида буғлантириб чиқаришdir. Сувни тозалаш учун аввал уни буғлантириш ва кейин буғни конденсациялаш зарур. Бу усул билан тозалаш жуда катта энергия ва катта салобатли қурилмалар талаб қилгани учун катта ҳажмдаги сувларни тозалашда ишлатилмайди. Жаҳон соғлиқни сақлаш ташкилоти меъёрига кўра, бир кишининг эҳтиёжлари учун кунлик 50–100 литр сув керак. Ичимлик суви сарфи бўйича энг етакчи деб саналадиган давлат – Саудия Арабистонида 1 киши учун кунига 500 литр сув тўғри келади, 5,5 млн. м³



1-расм. Республикамиз бўйича ичимлик сувининг ўртача нархи

ичимлик суви ишлаб чиқариш учун 350 минг баррел нефт сарфланади. Парадокс ҳолат юзага келадики, 1 баррел нефт ишлаб чиқариш учун эса 159 литр сув ишлатилади. Шундан ҳам қўриш мумкинки, океан ва денгиз сувларини чучук сувга айлантириш ўзини деярли оқламайдиган қиммат жараён.

Кўриб чиқилаётган муаммонинг ҳозирги ҳолати. Мамлакатимизда марказлашган тармоқлар орқали тоза ичимлик суви билан таъминлаш даражаси 68 фоизни ташкил этмоқда. Бу кўрсаткич, Қорақалпоғистон Республикасида 52, Бухорода 53, Қашқадарё ва Сурхондарёда 54, Хоразмда 56 фоизга етган. Тошкент шаҳрида сув таъминоти корхоналари рентабеллиги 7, Андикон ва Қашқадарёда 6, Навоийда 3 фоизни ташкил этади.

Республикамизда 1 м³ ичимлик суви нархи 500 сўмдан 3050 сўмгача ўзгариб туради. Энг арzon нарх Тошкентда, энг қиммат нарх Навоий вилоятида. 1 м³ ичимлик сувининг ўртача нархи Қорақалпоғистонда 1900 сўм, Хоразм вилоятида 1550 сўм, Бухоро вилоятида 2450 сўмни ташкил қиласди [1].

Маълумот учун, ичимлик суви тарифлари ҳудуднинг географик жойлашуви, сув манбасидан аҳоли пунктларига бўлган масофа, электр энергияси харажатлари ва бошقا таннархга таъсир этувчи омиллардан келиб чиқиб белгиланади. Ушбу нуқтаи назардан сув етказиб беришда Тошкент шаҳри энг арzon ҳудуд хисобланади.

Ичимлик суви – организмнинг ичимлик сувига бўлган талабини, шунингдек, санитария оид эҳтиёжларни қаноатлантиришучун санитария қоидалари, нормаларига ва гигиена мезёларига, давлат стандартларига мувофиқ тайёрланган, инсон соғлиғи учун хавфсиз бўлган сув хисобланади.

Ичимлик суви эпидемиологик, радиациявий ва кимёвий жиҳатдан хавфсиз бўлиши керак. Сув обьектларидан олинадиган сувнинг ва тайёрланган ичимлик сувининг таркибида доир талаблар, шунингдек, таҳлил ўтказиш муддатлари ҳамда таҳлилларнинг турлари давлат стандартларига мувофиқ белгиланади.

Ичимлик суви сифатининг таҳлили ичимлик суви таъминоти ташкилотларининг лабораторияларида амалга оширилади. Ичимлик суви таъминоти ташкилотларида лабораториялар мавжуд бўлмаган тақдирда, ичимлик суви сифатининг таҳлили шартнома асосида Ўзбекистон Республикаси Соғлиқни сақлаш вазирлигининг ёки давлат назорати органининг лабораторияларида амалга оширилади.

Ичимлик сувининг сифати устидан давлат назорати Ўзбекистон Республикаси Соғлиқни сақлаш вазирлиги ва давлат назорати органи томонидан амалга оширилади [2, 3]. Ичимлик суви сифатининг асосий кўрсаткичлари (нормалари) қўйидагича;

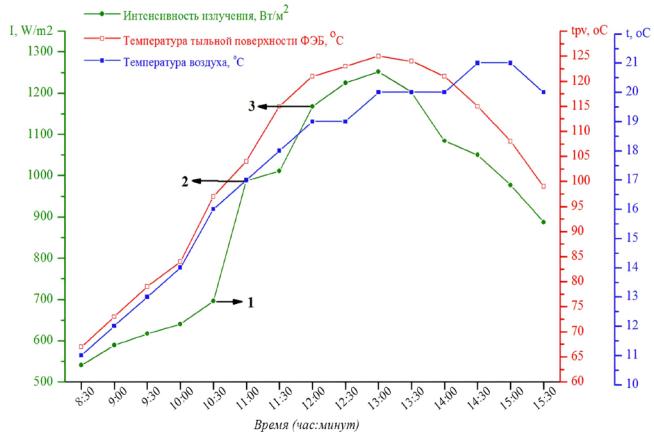
- Органолептик – ранг, таъм, хид, шаффофлик.
- Токсикологик – зарарли кимёвий моддалар (феноллар, мишақ, пестицидлар, алюминий, кўрғошин ва бошқалар) мавжудлиги.
- Сувнинг хусусиятларига таъсир қилувчи кўрсаткичлар – қаттиқлик, pH, нефт маҳсулотлари, темир, нитратлар, марганец, калий, сульфидлар ва бошқалар.
- Қайта ишлашдан кейин қолган кимёвий моддалар миқдори – хлор, кумуш, хлороформ [4].

Ўзбекистонда аҳоли сони муттасил ўсиб бораётгани, иқтисодиётнинг турли тармоқлари кузатилаётган жадал ривожланиши ва улардаги сувга бўлган талаб кўпайиши туфайли сув ресурслари тақчиллиги йил сайин ортиб бормоқда. Ўзбекистонда мавжуд чучук сув ҳажми

қисқариши туфайли сув танқислиги ва қурғоқчилик хавфи сезиларли даражада ошмоқда. Ер ости чучук сув захиралари республикамизда асосан Фарғона водийсида 34,5%, Тошкент вилоятида 25,7%, Самарқанд вилоятида 18%, Сурхондарё вилоятида 9%, Қашқадарё вилоятида 5,5% ва бошқа ҳудудларда жами 7% жамлангандир. Антропоген омилларнинг таъсири остида 35–38% олдин аниқланган чучук сув захиралари ҳозирги вақтга келиб ичишга яроқсиз деб топилган [5].

Масаланинг қўйилиши. Ушбу мақоладан асосий мақсад минераллашган сувни ичимлик сувига айлантириш учун арzon ва самарадорлиги юқори усулни ишлаб чиқишдан иборат бўлиб, республика кўламида нисбатан кўпроқ ишлатиладиган қайта тикланиш энергия манбалари асосида (кимёвий моддаларни ишлатмасдан) ишлайдиган курилмани яратишдан иборат.

Асосий энергия манбаи сифатида кўёш нурланиши энергиясини иссиқликка ва электр энергиясига айлантириш кўзда тутилган. Кўёш нурланишини иссиқликка айлантиришнинг потенциал имкониятини аниқлаш учун биз кристалли кремний асосидаги кўёш элементлари (ҚЭ) тузилмасидан фойдаланишни танладик [6]. Чунки иссиқликнинг ҚЭ самарадорлигига таъсири камайтириш билан узоқ вақт мобайнода олиб борилган илмий изланишлар натижасида ҳозирги бизда тайёрланаётган кристалли кремний фотоэлектрик батарея (ФЭБ)лар асосидаги фото иссиқлик батареялари (ФИБ) самарадорлиги жуда юқорилиги билан бирга ва ФИБларда бўладиган жараёнларни прогноз қилиш имконияти борлиги билан баҳоланади. Шунинг учун, яратилиши кўзда тутилган шўр сувни ичимлик сувига айлантириш курилмасининг асосий коллектор қисми (шўр сувни буглантириш блоки) кристалли кремний асосида тайёрланниш имкони танланган. Имкониятларни аниқлаш учун кристалли кремний тузилмалари асосида ҚЭларидан тайёрланган ФЭБларнинг кўёш нурланиши интенсивлигининг таъсирида қизиши (ҳароратининг ҚЭ орқа томонида кескин кўтарилиши) ўзгариши тадқиқ қилинди [7]. Бунинг учун куввати 5 Вт. га teng бўлган кристалли кремний асосидаги ФЭБ лар орқа томонига мис-константан асосидаги термопаралар ўрнатилиб уларда орқа сирти ҳароратининг ҚЭ юзасига тушаётган кўёш нурланиши интенсивлигига қараб ўзгариши татқиқ



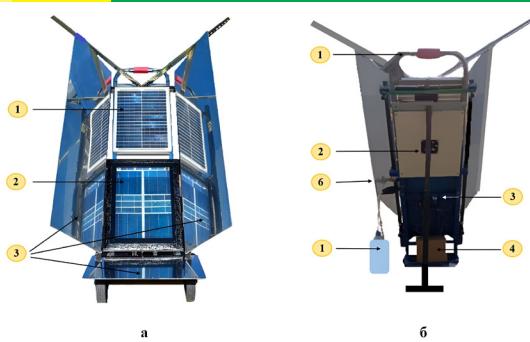
2-расм. Кўёш нурланиши интенсивлиги, ФЭБ орқа томони ҳарорати ва ҳаво ҳароратининг вақт бўйича ўзгариши

1 – тўғри тушаётган кўёш нурланишининг интенсивлиги, 2 – рефлекторлардан бирининг ишлатилиши натижасидаги кўёш нурланиши интенсивлиги, 3 – иккала рефлекторлар ишлатилишидаги кўёш нурланиши интенсивлиги

қилинди. ҚЭ орқа сирти ҳароратининг фронтал юзага тушаётган кўёш нурланиши интенсивлигининг ортишига қараб ўзгариши (ортиши) ва сувнинг қайнаш ҳароратидан юқоририқ ҳароратга эришиш имконияти аниқланди. 2-расмда кристалли ҚЭ тузилмаларининг орқа сирти ҳароратининг кристалли кремний асосидаги тузилмалар юзасига тушаётган кўёш нурланиши интенсивлигига боғлиқлиги 2023 йил октябрь ойида олинган натижалари келтирилган. Ҳарорат мис-константан термопаралари ёрдамида аниқланган.

Натижалар таҳлили ва мисоллар. Курилмани табиий шароитда синов сифатида кун давомида кўёш нурланишининг тик тушаётган қисмининг фронтал юзага тушиши, рефлекторларнинг ишлатиши жараёнида улардан тушаётган кўёш нурланишининг вақт давомида ўзгариши ва нурланишнинг фронтал юзадаги ҳароратга, ҳамда кўёш элементларининг орқа сирти ҳароратига таъсири ўрганилган. Олинган натижадан кўринадики, тўғридан-тўғри ҚЭ сиртига тушаётган кўёш нурланиши ҳисобига сувни қайнаш ҳароратигача ошириш имконияти бор, лекин бу факат ёз ойларида, атмосферанинг ҳарорати ~23–25°C ортиқ ва шамол тезлиги 3–5 м/сек бўлганда вақтда бўлади. Қайнаш жараёнини жадаллаштириш ва сувни ҳароратини кўтариш мақсадида ҚЭ фронтал юзасига тушаётган кўёш нурланишини интенсивлигини ошириш учун ён томонга рефлекторлар жойлаштириб кўшимча кўёш нурланишини тушириш лозим.

Иккинчикутиқалинлиги 2мм.ли алюминийдан ясалган, биринчи кутидан ҳамма томонлама ҳар хил материаллар ва қотишмалар ёрдамида иссиқлик энергиясининг сочилишидан ҳимояланган. Устки кути юзаси тобланган 5 мм қалинликдаги ойна билан беркитилган. Ойнанинг кўёш нурланиши ўтказиш шаффофлиги ~94 фоизга тенг. Устки кутининг ички томони қалинлиги 180 мкм. га тенг бўлган, юзасига шаффофлантируви қатламли нитрид кремний билан қопланган кремний тузилмалари (ҚЭ шаклидаги тузилмалар) билан тўлалигига бутун юза қопла нган. Кристалли кремний асосидаги тузилмалар алюминийга ҳароратга чидамли (~260°C гача) елим билан ёпиширилган. Бу елим тузилмалар билан алюминий орасидаги иссиқлик алмашинув жараёнини тезлаштириш хусусиятига эга. Коллектор юзасига тўғридан тушаётган ва рефлекторлардан қайтиб тушаётган кўёш нурланиши ҳимоя ойнасидан ўтиб кремний тузилмаларида ютилади. Кремний тузилмалари кутининг бутун остки юзасига иссиқликка чидамли елим билан маҳкамланган. Кремний тузилмалари ва ойна ораси минераллашган сув билан тўлдирилади. Натижада тушаётган кўёш нурланишининг тўла ютилиши таъминланаб тузилма ҳарорати кескин кўтарилиди ва иссиқликни сувга беради. Тадқиқотлар натижасига асосан 15–20 дақиқа вақтда (тўғри тушаётган кўёш нурланиши интенсивлиги 650–700 Вт/м² га етганда) сув ҳарорати кескин кўтарилиб қайнаш жараёни кузатилади. Металл конструкция ёрдамида қоёш нурланишини узлуксиз ҳар 5–7 дақиқада юзага тик тушиши таъминлаб турлади. Устки кутичанинг юқори қисмида минераллашган сув киритилиши ва буғнинг чиқиши учун маҳсус йўлаклар бўлиб, ҳар бири ўз йўлакларига бориши таъминланади. Буғни олиш ва уни совутиб тоза сувга айлантириш самарадорлиги асосан энергия йўқотишларини камайтирилишларига боғлиқдир. Жумладан, буғни ўзини йўлагига йўналтириш учун ҳароратнинг тақсимоти жуда катта аҳамиятга эга. Яъни, ҳарорат градиенти йўналиши буғни совутиш йўналиши томонга бўлиши керак [8]. Чунки йўналтирилган сув буғини микронасос ёрдамида



3-расм. Ичимлик суви олиши қурилмасининг олд (а) ва орқа (б) томондан кўриниши.

а) 1 – ФЭБ, 2 – коллектор, 3 – рефлекторлар. б) 1 – конструкция, 2 – ФЭБни совутувчи куллер, 3 – контроллер, 4 – аккумулятор, 5 – моза сув йигувчи идиши, 6 – буғни тортиб олувиши микронасос

сўриб олиб сув йигувчи идишга куйиш осонроқ бўлади. Экспериментлар минераллашган қудук сувини ўрнига водопровод сувига ош тузи кўшиш воситаси билан олиб борилди. Одатда илмий мақолаларда минераллашган сув ўрнига дengиз ёки океан суви, яъни 30 г/л. га тенг бўлган сув олинади ва уни ичимлик сувигача 1 г/л ва ундан пастроққача тушириш имкони изланади. 2023 йил 20–31 октябрь кунлари давомида сувни тузсизлантириш юзасидан Физика-техника институти Гелиополигони шароитида экспериментлар олиб борилди.

Хуласа. Олинган натижалар асосида қуидаги хуласаларга келиш мумкин.

• Олинган тоза сувнинг самарадорлиги коллектордаги сув юзасига тўғри пропорционал. Сувнинг юзаси ўзгармас бўлган ҳолда унинг қалинлигига тескари пропорционалдир.

• Олинган сувнинг миқдори қўёш нурланиши интенсивлигига тўри пропорционалдир.

Nº	Адабиётлар	References
1	"Aqua" Xalqaro ilmiy-ommabop jurnali. – 2023. – №15. – Б. 35-37.	Aqua [Aqua]. Xalqaro ilmiy-ommabop jurnali. №15. 2023. C. 35-37. (in Uzbek)
2	Ўзбекистон Республикасининг Конуни. Ичимлик суви таъминоти ва оқова сувларни чиқариб юбориш тўғрисида. https://lex.uz/docs/6126864 (in Uzbek)	Uzbekiston Respublikasining Konuni. Ichimlik mozhet pomoch vam v etom, yesli vy stanete molodym chelovekom [On drinking water supply and sewage disposal]. https://lex.uz/docs/6126864 . (in Uzbek)
3	В.Соколов. Пять компонентов водной безопасности Азиатского банка развития: ценный подход к разработке водной политики в странах Центральной Азии. Узбекистан на пути достижения водной безопасности: сборник статей. – Ташкент: RedGrey. 2019. – С. 40-68.	V.Sokolov. Pyat' komponentov vodnoy bezopasnosti Aziatskogo banka razvitiya: tsennyy podkhod k razrabotke vodnoy politiki v stranakh Tsentral'noy Azii [The Asian Development Bank's Five Pillars of Water Security: A Valuable Approach to Water Policy Development in Central Asian Countries]. Uzbekistan na puti dostizheniya vodnoy bezopasnosti: sbornik statyej. Tashkent: RedGrey. 2019. C. 40-68. (in Russian)
4	Джумашева К.А., Нурбаева Ф.К., Гарифуллаев Б.М. Разработка способа сбора питьевой воды из атмосферного воздуха за счет влажности региона. Yessenov science journal. №2 (43). 2022. С. 116-123. DOI 10.56525/VNFO2048.	Dzhumasheva K.A., Nurbayeva F.K., Garifullayev B.M. Razrabotka sposoba sboru pit'yevoj vody iz atmosfernogo vozdukh za schet vlaghnosti regiona [Development of a method for collecting drinking water from atmospheric air due to the humidity of the region]. Yessenov science journal. №2 (43). 2022. C. 116-123. DOI 10.56525/VNFO2048. (in Russian)
5	З.А.Артуқметов. Водные ресурсы и использование воды. Ташкентский государственный аграрный университет. – Ташкент, 2007. – 45 с.	Z.A. Artukmetov. Vodnyye resursy i ispol'zovaniye vody [Water resources and water use]. Tashkentskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet. Tashkent. 2007. C. 45. (in Russian)
6	Р.А. Муминов, М.Н. Турсунов, Х. Сабиров, Т.З. Ахтамов. Ясси рефлекторлар билан жиҳозланган кўчма фотоиссиқлик қурилманини самарадорлигини ошириш // "IRRIGATSIYA" va MELIORATSIYA" jurnali. – Toshkent, 2023. – №15. – Б. 48-53.	R.A. Muminov, M.N. Tursunov, KH. Sabirov, T.Z. Akhtamov. Povysheniye effektivnosti portativnogo fototermicheskogo ustroystva s ploskimi otrazhateliyami [Improving the efficiency of a portable photothermal device equipped with flat reflectors]. Zhurnal «IRRIGATSIYA i MELIORATSIYA» №4(34). Tashkent. 2023. S. 48-53.
7	М.Н. Турсунов, Х. Сабиров, С.Ф. Тошпулатов, Т.З. Ахтамов. Рефлектор ва иссиқлик коллекторининг фотоиссиқлик батареяси электр параметрларига таъсири // Энергия ва ресурс тежаш муаммолари. – Toshkent, 2024. – №3. – Б. 344-351.	M.N. Tursunov, KH. Sabirov, S.F. Toshpulatov, T.Z. Akhtamov. Otrazhatel' v kollektore fotoelektricheskoy batrei imyey sootvetstvuyushchiye elektricheskiye parametry [Effect of reflector and heat collector on electrical parameters of photothermal battery]. Energiya va resurs tezhash muammolari. №3. Tashkent. 2024. S. 344-351. (in Russian)
8	G. N. Tiwari, H. N. Singh, and R. Tripathi. Present status of solar distillation. Solar Energy. Vol. 75. №5. 2003. Pp. 367-373. DOI: 10.1016/j.solener	G. N. Tiwari, H. N. Singh, and R. Tripathi. Present status of solar distillation. Solar Energy. Vol. 75. №5. 2003. Pp. 367-373. DOI: 10.1016/j.solener
9	L. Garcia-Rodriguez, Seawater desalination driven by renewable energies: A review. Desalination. Vol. 143. №2. 2002. Pp. 103–113. DOI: 10.1016/S0011-9164(02)00232-1.	L. Garcia-Rodriguez. Seawater desalination driven by renewable energies: A review. Desalination. Vol. 143. №2. 2002. Pp. 103–113. DOI: 10.1016/S0011-9164(02)00232-1
10	V. V. Elistratov and E. S. Aronova. Solar photo energy technologies for electric power consumers. Applied Solar Energy (English translation of Geliotekhnika). Vol. 45. №3. 2009. Pp. 143–147.	V. V. Elistratov and E. S. Aronova. Solar photo energy technologies for electric power consumers. Applied Solar Energy (English translation of Geliotekhnika). Vol. 45. №3. 2009. Pp. 143–147. DOI: 10.3103/S0003701X09030025
11	И. Р. Рахматулин. Разработка комплексной энергоэффективной солнечной опреснительной установки с системой слежения за Солнцем. – Челябинск, 2015.	I. R. Rakhamatulin. Razrabotka kompleksnoy energoeffektivnoy solnechnoy opresneniye ustanovki s sistemej slezheniya za Solntsem [Development of a comprehensive energy-efficient solar desalination plant with a solar tracking system]. Chelyabinsk. 2015. (in Russian)
12	Мосин О.В. Физикохимические основы опреснения морской воды. Сознание и физическая реальность. 2012. – № 1. – С. 19-30.	Mosin O.V. Fiziko-khimicheskiye osnovy opresneniya morskoy vody [Physicochemical basis of seawater desalination]. Soznaniye i vizualizatsiya real'nosti. 2012. № 1. S. 19-30. (in Russian)
13	Мержанов А.Г., Аракелян Г.Г., Аракелян А.Г., Аракелян Гр.Г. Водородное высокотемпературное термодистилляционное опреснение морской воды. ЗАО ПСФ «Грантстрой». 2012.	Merzhanov A.G., Arakelyan G.G., Arakelyan A.G., Arakelyan Gr.G. Vodorodnoye vysokotemperaturnoye termodistillyatsionnoye opresneniye morskoy vody [Water-vapor high-temperature thermodistillation seawater desalination]. ZAO PSF «Grantstroy». 2012. (in Russian)
14	Аль Ахмед, А., Аль-Даббас, М., Альсакур, С. и Аль-Сарайре, А. Использование солнечной энергии для извлечения пресной воды из атмосферного воздуха. Применяемая солнечная энергия. Vol.54. №2. 2018. С. 110-118.	Al' Akhmed A., Al'-Dabbas M., Al'sakur S. i Al'-Sarayre, A. Ispol'zovaniye solnechnoy energii dlya izvlecheniya presnoy vody iz atmosfernogo vozdukh [Using solar energy to extract fresh water from atmospheric air]. Primenyayemaya solnechnaya energiya. Tom 54. №2. 2018. S. 110-118. (in Russian)
15	Зацепина Г. Н. Физические свойства и структуры воды. – М.: Изд. Московского университета, 1987. – 172 с.	Zatsepina G. N. Fizicheskiye svoystva i struktura vody [Physical properties and structures of water]. M.: Izd. Moskovskogo universiteta. 1987. S. 172. (in Russian)
16	Эль Ашмави, М. Экспериментальное исследование по извлечению воды из атмосферного воздуха с использованием трубчатого солнечного перегонного куба // Журнал о более чистом производстве. 249. 119322. 2020. – С. 234-241.	El' Ashmavi, M. Eksperimental'noye issledovaniye po izylecheniyu vody iz atmosfernogo vozdukh s ispol'zovaniyem trubchatogo solnechnogo peregonnogo kuba [Experimental Study on Extracting Water from Atmospheric Air Using a Tubular Solar Still]. Zhurnal o boleye chistom proizvodstve. 249. 119322. 2020. S. 234-241. (in Russian)

UDC: 621.472.383.56

SELECTION OF PROTECTIVE DEVICES FOR THREE-PHASE INDUCTION MOTORS BASED ON EFFICIENCY CRITERION

*M.Ibragimov – associate professor, R.Yunusov – associate professor, D.Akbarov – doctoral student,
National Research University “Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers”*

Abstract

Induction motors are essential parts of many textile applications, each with specific functions based on their own attributes. Because of their sturdy design, dependability, and affordability, induction motors are widely used in textile machinery, including looms, winders, and spinning machines. On the other hand, DC motors are the way to go for applications that need exact control over speed and torque, such yarn feed and thread tension in carding and spinning frames. In the context of textile applications, this study investigates the choice of safety devices for three-phase induction motors, with an emphasis on efficiency standards. In order to guarantee the dependable operation of induction motors in textile manufacturing processes, the study seeks to improve knowledge of the best selection procedure for protective devices. This article covers considerations and research findings on a number of factors for the selection of electric motor protection devices. Probabilities of device failure detection, indicators of economic efficiency, as well as the importance of device selection from the point of view of electrical economy and electrical safety are highlighted. Depending on the technological processes, the calculations of the average service life of the devices, the probable state of failure and the occurrence of failures such as single-phase mode, rotor braking, overloading, winding humidification, cooling fault are given.

Keywords: Induction motors, braking, phase lose, three phase, protecting device, rotor braking, overloading, winding humidification.

SAMARADORLIK MEZONIGA KO‘RA UCH FAZALI ASINXRON MOTORLAR UCHUN HIMOYA VOSITALARINI TANLASH

*M.Ibragimov - dotsent, R.Yunusov - dotsent, D.Akbarov – doktorant,
“Toshkent irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash muhandislarasi instituti” Milliy tadqiqot universiteti*

Annotatsiya

Asinxron va asinxron motorlar ko‘plab to‘qimachilik texnologiyalarining muhim qismlari bo‘lib, ularning har biri o‘z atributlariga asoslangan o‘ziga xos funktsiyalarga ega. O‘zining mustahkam dizayni, ishonchligi va arzonligi tufayli asinxron elektr motorlar to‘qimachilik mashinalarida, shu jumladan to‘quv dastgohlari, o‘rash mashinalari va yigiruv mashinalarida keng qo‘llaniladi. Boshqa tomondan, to‘g‘ridan-to‘g‘ri dvigatellar tezlik va momentni, masalan, tarash va yigiruv ramkalarida ipning uzatilishi va ipning tarangligini aniq nazorat qilishni talab qiladigan dastgohlar uchun eng qulay yuritma hisoblanadi. To‘qimachilik texnologiyalarida ushbu tadqiqotda samaradorlik standartlariga e’tibor qaratgan holda uch fazali asinxron motorlar uchun himoya moslamalarini tanlash o‘rganib chiqildi. To‘qimachilik ishlab chiqarish jarayonlarida asinxron motorlarning ishonchli ishlashini ta‘minlash uchun tadqiqot himoya vositalarini tanlashning eng yaxshi tartibi to‘g‘risidagi mulohazalarini o‘rgandi. Ushbu maqola elektr motorini himoya qilish moslamalarini tanlash uchun bir qator omillar bo‘yicha mulohazalar va tadqiqot natijalarini o‘z ichiga oladi. Qurilmaning nosozliklarini aniqlash ehtimoli, iqtisodiy samaradorlik ko‘rsatkichlari, shuningdek, elektr tejamkorligi va elektr xavfsizligi nuqtai nazaridan qurilma tanlashning ahamiyati ta‘kidlangan. Texnologik jarayonlarga qarab, qurilmalarning o‘rtacha xizmat qilish muddati, nosozlikning ehtimoliy holati va bir fazali rejim, rotorning tormozlanishi, ortiqcha yuklanish, chulg‘amning namlanishi, sovitish buzulishi kabi nosozliklar paydo bo‘lishining hisoblari keltirilgan.

Kalit so‘zlar: asinxron motorlar, tormozlash, fazani yo‘qolishi, uch fazali, himoya moslamasi, rotorni tormozlanishi, ortiqcha yuklanish, chulg‘am namlanishi.

ВЫБОР ЗАЩИТНЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ТРЕХФАЗНЫХ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ПО КРИТЕРИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ

*М.Ибрагимов – доцент, Р.Юнусов – доцент, Д.Акбаров – докторант
Национальный исследовательский университет «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства»*

Abstract

Асинхронные двигатели являются неотъемлемой частью многих текстильных применений, каждый из которых выполняет определенные функции, основанные на его собственных характеристиках. Благодаря своей прочной конструкции, надежности и доступности асинхронные двигатели широко используются в текстильном оборудовании, включая ткацкие, намоточные и прядильные машины. С другой стороны, двигатели постоянного тока подходят для применений, требующих точного контроля скорости и крутящего момента, таких как подача пряжи и натяжение нити в чесальных и прядильных машинах. В контексте текстильного применения в этом исследовании изучается выбор устройств безопасности для трехфазных асинхронных двигателей с упором на стандарты эффективности. Чтобы гарантировать надежную работу асинхронных двигателей в процессах текстильного производства, исследование направлено на улучшение знаний о лучшей процедуре выбора защитных устройств. В этой статье представлены соображения и результаты исследований по ряду факторов, касающихся выбора устройств защиты электродвигателей. Выделены вероятности обнаружения неисправности устройства, показатели экономической эффективности, а также важность выбора устройства с точки зрения

электроэкономики и электробезопасности. В зависимости от технологических процессов приведены расчеты среднего срока службы устройств, вероятного состояния отказа и возникновения таких отказов, как однофазный режим, торможение ротора, перегрузка, увлажнение обмотки, нарушение охлаждения.

Ключевые слова: Асинхронные двигатели, торможение, потеря фазы, три фазы, защитное устройство, торможение ротора, перегрузка, увлажнение обмотки.

Introduction. According to the United States Department of Agriculture (USDA) 2023 forecast, Uzbekistan's cotton industry experiences major changes. Interestingly, production of cotton is expected to reach 621,000 metric tons in the marketing year 2023–2024, while consumption is expected to drop marginally to 599,000 metric tons. This decline in consumption is correlated with a decline in the demand for cotton yarn and fabric from importers such as Turkey and Russia, reflecting a global decline in the market for ready-to-wear clothing [1, 2].

A change in the dynamics of the market is indicated by the government's decision to not impose a minimum price on raw cotton and to let farmers select which cluster within their region to sell their crop. The implementation of a cotton exchange program for excess raw cotton serves as another evidence of the shift towards a more adaptable and market-oriented strategy. There are 142 cotton clusters according to the Uzbek Association of Cotton-Textile Clusters (UACC), which shows an increasing trend of vertically integrated private businesses engaged in different phases of cotton production, ginning, and spinning [3].

The government's efforts to improve crop yields and simplify the cotton business are seen in new rules requiring certified seeds and advised minimum pricing for raw cotton. Nonetheless, there are still issues with cotton cultivation's viability; several farmers and farming groups reported very little profit from the 2023–2024 crop. Due to manpower shortages and financial concerns, cotton picking is becoming more mechanized, and this trend is expected to continue. Narrowing profit margins are also a result of rising fertilizer and fuel input prices, however some of these pressures are mitigated by Uzbekistan producing 85% of its own fertilizer [4].

The technological processing of cotton clusters in Uzbekistan depends heavily on electricity for a number of operations, including illumination, mechanical operation, and maintaining ideal climatic conditions. These operations frequently make use of asynchronous electric motors, especially three-phase induction motors, because of their dependability, effectiveness, and capacity to manage a range of loads [5].

Electricity makes up a sizable amount of running costs in cotton clusters. For this reason, maintaining the continuous and effective running of asynchronous electric motors is essential to reducing manufacturing costs and increasing output. Any interruptions or malfunctions in the motor's functioning might cause downtime, which lowers the profitability and overall efficiency of the process. To minimize energy consumption and avoid malfunctions, asynchronous electric motors require ongoing maintenance and monitoring.

Asynchronous electric motors play an increasingly important part in the rapid expansion of Uzbekistan's cotton sector, which places a strong emphasis on mechanization and efficiency improvements. These motors power a range of machinery used in automated cotton picking, ginning, spinning, and other processing steps, which promotes increased efficiency and economy. The technical processing of cotton clusters in Uzbekistan relies heavily on the effective

functioning of asynchronous electric motors. Through the implementation of proactive maintenance techniques and the prioritization of protective device selection based on efficiency criteria, stakeholders may enhance the dependability and durability of these motors, hence supporting the sustainable growth trajectory of the cotton sector in the region.

The reference analysis focuses on the efficiency criterion while choosing protective devices for three-phase induction motors. Akinwole O.O. provides a thorough analysis of common problems with industrial AC induction motors, emphasizing how important it is to increase machine availability in order to maximize earnings. The author outlines several issues, including phase failure, overvoltage, and voltage imbalances, and suggests safety devices as workable fixes. In addition, the study describes an illustrative procedure for choosing safety equipment that uses a Direct-on-line starter.[6]

Aníbal T. de Almeida, Andre M. Silva, Fernando J. T. E. Ferreira, and others examine single-phasing protection, a significant factor in motor failure in industrial environments. They discuss the implications of minimum energy performance criteria for the electric motor industry as well as the challenges of replacing older motors with more efficient models. By means of experimental insights into motor behavior in single-phasing settings, the work highlights the effectiveness of contemporary protection devices, provided that they are configured appropriately [7].

Ferreira An extensive analysis of retrofitting possibilities for induction motors to improve efficiency and reliability is given by Fernando J. T. E. and Andre M. Silva. In navigating the global move towards motor classes with improved efficiency, the study highlights the need of maintaining efficiency and dependability when doing repair and rewinding tasks. It also provides a brief overview of a worldwide accreditation scheme designed to raise the bar for shops and facilities that repair electric motors [8].

A brand-new technique for online imbalanced supply voltage (USV) detection is presented by Khaled Laadjal in an effort to prevent negative effects on the longevity and efficiency of three-phase induction motors. In industrial settings, early identification and accurate severity evaluation of USV situations are critical. This is discussed in the study. The suggested approach is shown to be an effective means of reducing USV-related problems through experimental validation and comparison with current indicators [9].

Methods. The process of selecting a protective device for a three-phase asynchronous motor on a certain working machine is challenging due to the multiplicity of control parameters and characteristics that need to be taken into account.[10] To speed up the selecting process, this study recommends employing two crucial factors:

1. The efficacy of the electric motor protection device on the operating machine: This criterion evaluates the protection device's ability to ensure the motor operates dependably in a variety of operational conditions and possible risk situations. Many elements, including as overload, overcurrent, and voltage fluctuation protection, are taken into consideration when evaluating the device's overall effectiveness in safeguarding the motor.

2. Economic criteria: This criterion takes into account the likelihood of motor accidents involving the working machine as well as the protective device's cost-effectiveness relative to the price of the electric motor. This criterion considers the cost of the motor, the initial cost of the protective device, and any potential expenses associated with motor failures or downtime in an effort to optimize the protection system's economic efficiency [11, 12].

One major issue is the variety of control settings and characteristics needed when choosing a protection device for a three-phase asynchronous motor used in specific industrial applications. To address this complexity, this study proposes to guide the decision-making process using two distinct selection criteria.

The efficiency with which the electric motor protection system of the operating machine operates is the first criteria. This criterion evaluates how well the protective device shields the motor from various operational hazards, such as overload, overcurrent, and voltage fluctuations. A reliable motor must function under a range of operating conditions in order to increase system efficiency and reduce the likelihood of damage or failures [13].

The second criterion places special attention on the financial aspect of the selecting process. This criterion takes into consideration the cost of the protective device, the electric motor, and potential expenses associated with motor accidents or downtime in order to optimize the protection system's economic effectiveness. Comparing the cost-effectiveness of the protective device to the overall cost of motor operation and maintenance allows stakeholders to make decisions about the allocation of resources and investment priorities [14].

In addition to the main effect associated with protecting electric motors and ensuring their safety, resource conservation, protection devices, under certain conditions, provide two side effects:

1 – energy saving; 2 – electrical safety [15].

Energy saving is provided by protection devices that control the minimum load on the shaft (current, power consumption) of the electric motor, or its idle speed. When an idle mode occurs, the protection device does not allow the electric motor to operate and disconnects it from the network. Thus, the protection device saves energy that would be wasted when the working machine and electric motor are idling.

Electrical safety is ensured by protection devices that control the short circuit of the winding to the housing when the electric motor is running. Control is carried out by a differential current transformer (DCT), covering three phase wires. According to the principle of operation, such a transformer is similar to the differential current transformer of a residual current device (RCD). [16] When a leakage current appears on the housing of a certain magnitude, a voltage appears on the secondary winding of the DTT, under the influence of which the protection device disconnects the

Results and discussions. We calculate the probability of operation q_{ik} of certain k^{th} protection devices in emergency i^{th} modes and the probability of failure P_{ij} of the electric motor of the i^{th} mechanism for the j^{th} cause in order to assess the efficacy of protection for asynchronous motors [17].

When safeguarding the electric motor of the machine's j^{th} mechanism, the E_{kj} k^{th} protection device's working efficiency is ascertained using the following formula:

$$E_{kj} = \sum P_{ij} \cdot q_{ik} \quad (1)$$

Where:

q_{ik} is the likelihood that the k^{th} protective device will activate in emergency i^{th} modes, and P_{ij} is the chance that the electric motor of the i^{th} mechanism will fail for the j^{th} cause.

The safety device with the highest efficacy on a particular work machine will be the most effective; [18]

$$E_{kj} \Rightarrow \max \quad (2)$$

TABLE 1.
Distribution of the primary causes of failures of electric motors on working machines according to tests.

Working machine	Average service life t_c , year	Average accident rate, yc^{-1}	Probability of failure P_j due to emergency modes and conditions				
			Single-phase mode	Rotor braking	Over loading	Winding humidification	Cooling fault
Ginning Machines	2,8	0,36	0,23	0,71	0	0,06	0
Conveyors	2,8	0,36	0,23	0,6	0,11	0	0,06
Cleaning equipment	2,5	0,4	0,34	0,26	0,14	0,26	0
Drying equipment	2,9	0,34	0,4	0,21	0,09	0,3	0
Pressing machines	3,5	0,22	0,2	0,21	0,38	0	0,21
Seed cleaning and separation	3,3	0,30	0,26	0,54	0,10	0	0,1
Packaging machinery	3,3	0,30	0,26	0,54	0,10	0,10	0
Auxiliary equipment	5,3	0,19	0,32	0,58	0	0	0,10

electric motor from the network.

Table 2 shows the probability of operation q_{ik} some TABLE 2.

Probability of q_{ik} triggering of some protection devices under main emergency conditions.

Protection device	Probability of q_{ik} triggering of some protection devices under main emergency conditions				
	Single-phase mode	Rotor braking	Over loading	Winding humidification	Cooling fault
Thermal relays RTL	0,6	0,45	0,75	0	0
Built-in temperature protection device UVTZ-1M	0,76	0,67	0,91	0	0,91
The same, UVTZ-5M	0,85	0,67	0,95	0	0,91
Phase-sensitive protection device FUZ-M	0,95	0,95	0,76	0	0
Electronic non-contact protection system SiEZ-4A, SiEZ-8-25, SiEZ-20-80	0,95	0,95	0,66	0	0
Protection relay RZD-3M, AZD	0,95	0,95	0,76	0	0
Protection relay RZD-1, UZ-ED	0,95	0,95	0,76	0,9	0
Protection relay UZOTE-2U	0,95	0,95	0,86	0,9	0,8
Electronic protection relay REZE-6	0,95	0,95	0,90	0,9	0,85
Microprocessor SiEZ-1M with posistors	0,95	0,95	0,91	0,9	0,91
Universal microprocessor protection unit UBZ-301	0,95	0,95	0,86	0,9	0
Digital relay RDC-01	0,95	0,95	0,86	0	0
Protection relay RZ-04-05	0,95	0,95	0,86	0,9	0
Protection relay RZ-01-06	0,95	0,95	0,86	0	0

Other methods for selecting protection devices are known. For example, a method for selecting a protection device can be considered taking into account the probability Q of failures occurring in the protection device itself and taking into account the response speed b of the protection device, taking into account the wear rate of the insulation of the electric motor winding. The author of [19] introduces the concept of the limiting share of accident prevention p (from 0 to 1) and the quality factor D of the protection device. Quality factor refers to the ratio:

$$D = \frac{1}{(1-p)Qb} \quad (3)$$

The selection of a device for protecting electric motors is made based on the optimal quality factor. The optimal quality factor of the protection device depends on the intensity λ of the occurrence of emergency situations on the working machine, the size of the total specific damage Y to the object where the electric motor is used, and the specific operating costs C :

$$D_{opt} = \sqrt{\frac{\lambda Y}{C}} \quad (4)$$

The method for selecting a protection device based on the optimal quality factor, taking into account the probability of failures in the protection device itself, has not been widely used due to the lack of statistical initial data on the quantities included in formulas (3) and (4). [20]

Overall, the findings emphasize how crucial it is to choose the right protective equipment in accordance with the particular needs and operating circumstances of operating machinery. [21] Stakeholders can improve the dependability, safety, and efficiency of electric motor operations in industrial applications by taking into account variables including the likelihood of motor failures and the efficacy of protective mechanisms in emergency situations. [22]

protection devices during basic emergency conditions.

Conclusion. To sum up, Table 2's data provides insight into the wide range of protective measures that are available to ensure the safety of electric motors in industrial settings, especially in the cotton sector of Uzbekistan. The diverse likelihoods of activation under primary emergency scenarios underscore the distinct efficacy of distinct safeguard systems in mitigating certain hazards to motor function.

Each safety device, ranging from sophisticated microprocessor-based devices to thermal relays, has a special ability to mitigate dangers including cooling failures, overloading, rotor braking, single-phase mode, and winding humidification. Electronic non-contact protection systems and built-in temperature protection devices, for example, show encouraging probability in a variety of emergency situations, highlighting their potential to improve motor safety and dependability.

The possibility of vehicle accidents or downtime, operational needs, and cost-effectiveness must all be carefully taken into account when choosing the right protective equipment. Table 2 offers valuable data that stakeholders in the cotton sector of Uzbekistan may utilize to make well-informed decisions that maximize the sustainability and performance of electric motor operations.

Ultimately, stakeholders can strengthen the cotton industry's resilience against operational interruptions and support its long-term success in the area by giving priority to the implementation of efficient protection measures suited to their particular needs.

References

- Resolution No.53 of the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan of January 25, 2018 "About measures to introduce modern forms of organization of cotton-textiles production".
- USDA report Cotton and Products Update, 2023.
- Salimov J.S., Pirmatov N.B. Electric machines.-T.:O'FMJN, 2011,408 p.
- A. Bokiev, N. Nuralieva, S. Sultonov, A. Botirov, and U. Khaliknazarov, "Diversification of energy supply to the agricultural sector in the conditions of Uzbekistan," in E3S Web of Conferences, 2021, vol. 264. doi: 10.1051/e3sconf/202126404022.
- Khaliknazarov O, Turdiboyev AA 2021 Using the Ultrahigh Frequency Effect (UFEF) Electromagnetic Field During Dehydration of Silkworm Int. J. Advanced Research in Science, Engineering and Technology 8(7) 17621-17625.
- Akinwole O.O. Improving Industrial Three Phase Induction Motors Availability Using Protection Devices. DOI: 10.35629/5252-0302780784
- Fernando J. T. E. Ferreira, Andre M. Silva, Aníbal T. de Almeida Single-Phasing Protection of Line-Operated Motors of Different Efficiency Classes. DOI: 10.1109/TIA.2018.2797884.
- Fernando J. T. E. Ferreira, Overview of Retrofitting Options in Induction Motors to Improve Their Efficiency and Reliability. DOI: 10.1109/EEEIC.2018.8493887.
- Khaled Laadjal, Mohamed Sahraoui, Abdeldjalil Alloui, and Antonio J. Marques Cardoso Three-Phase Induction Motors Online Protection against Unbalanced Supply Voltages. doi.org/10.3390/machines9090203
- Muhammadiev A., Yunusov R.F., Bayzakov T.M., Sattarov N.E., Yusupov Sh.B., Xaliquzakov U.A., Sattarov M.N. Liner motor drive of cattle farm feeders // 1st International Conference on Energetics, Civil and Agricultural Engineering 2020 (ICECAE 2020). IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 614 (2020) 012013.
- Khaliknazarov U, Akbarov D, Tursunov A, Gafforov S, Abdunabiev D, Existing problems of drying cocoon and making chrysalis feeble, and their solutions IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 939 (1), 012020
- Ibragimov, M., Akbarov, D., Tadzhibekova, I. Investigation of asynchronous electric motor winding in heating mode and drying mode to prevent moisture E3S Web of Conferences, 2023, 365, 04019
- Ibragimov M., Akbarov D., Toshev T., Safarov K.S., Zayniyeva O., Exploration of the combined vibration parameters and external magnetic field in diagnosing asynchronous electric motors, E3S Web of Conferences, 2023, 434, 01017.
- Yunusov, R.F., Imomnazarov, A.B., Sattarov, N.E., Akbarov, D., Abduganiev, A.A. Simulation of linear asynchronous electric drive of slow-speed mechanisms of agricultural complex IOP Conference Series: Earth and Environmental Sciences this link is disabled, 2023, 1142(1), 012019.
- Electric drive and automation of industrial installations as a means of energy saving. / I..Averbax, Y.I. Baras, I.Ya. Braslavskiy, Z.SH.Ishmatov. – Yekaterinburg.: Sverdlovo Energonadzor., 2002. – 28 p
- Shreyner R.T. Mathematical modeling of AC electric drives with semiconductor frequency converters. Yekaterinburg.: URO RAS.,2000.–654 p.
- Iliniskiy N.F., Rojanovskiy Yu V.,Gornov .D.Energy savings in the electric drive. - : H. sch,2000. - 127 p.
- Rakhmonov, I., Berdishev, A., Khushanov, B., Khaliknazarov, U., Utegenov, U. General characteristics of networks and features of electricity consumers in rural areas. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020, 883(1), 012104
- Danilov, V. N. Increasing the operational reliability of electric motors used in agricultural production by electronic means of protection: abstract of thesis. ... doc. tech. Sciences: 05.20.02/ V. N. Danilov. – Chelyabinsk, 1991. – 36 p.
- Rakhmonov, I., Berdishev, A., Niyozirov, N., Muratov, A., Khaliknazarov, U. Development of a scheme for generating the predicted value of specific electricity consumption. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020, 883(1), 012103

УЎТ: 631.22.018.001.5.

ПАРРАНДА ОРГАНИК ЧИҚИНДИЛАРИДАН БИОГАЗ АЖРАЛИШИГА ТАЪСИР ЭТУВЧИ ОМИЛЛАРНИ АНИҚЛАШ

К.Усмонов – т.ф.ф.д (PhD), доцент,

“Ташкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш мұхандислари институти” МТУ

Аннотация

Мақолада парранда органик чиқиндисини сийракланиш режимида анаэроб қайта ишлаш тажриба курилмаси технологик параметрларининг натижалари келтирилган бўлиб, органик чиқиндилардан биогаз ажралишига таъсирини режалаштириш усулидан фойдаланиб аниқлаш хақида кенг мулоҳазалар келтирилган. Бунда биореактордаги парранда органик чиқиндиларига дастлабки анаэроб ишлов бериш орқали бадбўй газларни сўриб ташлаш ва сийракланиш усули орқали ҳар хил ҳарорат режимларида биогаз чиқишининг таҳлиллари ўрганилди. Биогаз ажралиб чиқишига таъсир этувчи омиллар сифатида сийракланиш режими, суткалик аралаштиришлар сони, суткалик аралаштиришлар давомийлиги ўрганилган ва уларни қийматлари аниқланган.

Калит сўзлар: биореактор, органик чиқинди, анаэроб, қайта ишлаш, биогаз, муқобил энергия, органик ўғит, биомасса, биошлам, эксперимент, критерийлар.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФАКТОРОВ ВЛИЯЮЩИХ НА ВЫДЕЛЕНИЕ БИОГАЗА ИЗ ПТИЧЬЕГО ПОМЕТА

К.Усмонов – PhD, доцент,

НИУ “Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства”

Аннотация

В статье представлены результаты исследования технологических параметров опытно-промышленной установки анаэробной переработки органических отходов птицеводства в режиме разбавления, а также даны обширные комментарии по определению влияния органических отходов на выделение биогаза методом планирования. Анаэробную обработку органических отходов птицеводства в биореакторе использовали для поглощения пахучих газов и анализа продукции биогаза в различных температурных режимах методом разбавления. Изучены режим разбавления, количество ежедневных перемешиваний, продолжительность ежедневных перемешиваний как факторов, влияющих на выделение биогаза, и определены их значения.

Ключевые слова: биореактор, органические отходы, анаэроб, переработка, биогаз, альтернативная энергетика, органическое удобрение, биоудобрение, биомасса, биосусpenзия, эксперимент, критерии.

DETERMINATION OF FACTORS AFFECTING THE RELEASE OF BIOGAS FROM BIRD LOOSE

K.Ulmonov – PhD, Docent,

NRU “Tashkent Institute of irrigation and agriculture mechanization engineers”

Annotatsiya

The article presents the results of a study of the technological parameters of a pilot plant for anaerobic processing of organic poultry waste in dilution mode, and also provides extensive comments on determining the influence of organic waste on the release of biogas using the planning method. Anaerobic treatment of organic poultry waste in a bioreactor was used to absorb odorous gases and analyze biogas production at different temperature conditions using the dilution method. The dilution mode, the number of daily stirrings, the duration of daily stirrings as factors influencing the release of biogas were studied, and their values were determined.

Key words: bioreactor, organic waste, anaerobe, processing, biogas, alternative energy, organic fertilizer, biofertilizer, biomass, biosuspension, experiment, criterium.

Кириш. Қишлоқ хўжалиги ва агросаноатда ишлаб ҳолларда мұхандислик масалаларини ечишда энергияни тежамкорлик билан ишлатишга боғлиқ. Қишлоқ хўжалигининг сўнгги вақтлардаги умумий энергетик балансида асосий роль ўйновчи манба тикланадиган (муқобил) энергия манбалари хисобланмоқда. Шунинг учун муқобил энергия олишни ривожлантириш, унинг қурилмалари ҳамда жиҳозларини унумли ишлатиш, ҳосил бўладиган энергиядан самарали фойдаланиш, экологик тоза, юқори сифатли органик ўғит қишлоқ хўжалигида хосилдорликни замонавий талаб дарражасига кўтаришнинг асосий шартларидан бўлиб қолмоқда. Муқобил энергия олиш жиҳозлари ва қурилмаларини

рационал ишлатишни, улар учун асосий маҳсулот ҳисобланган чорвачилик ва паррандачилик органик чиқиндилар, суюқ-қаттиқ органик чиқиндилар, шаҳар оқова сувлари минерализацияси ва ифлосланганлик даражасини пасайтириш учун ташландиқ сувларга экиладиган сув ўтлари чиқиндиларининг анаэроб жараёни учун яроқлилигини билмасдан муқобил энергия олиш жараёнини тасаввур килиб бўлмайди. Бундай технологик жараёнлар биологик, физиологик, экологик ва биотехнологик мажмудаларни ўз ичига олиб, улар ҳаётий фаолиятни мўътадиллаштиради – ривожлантиради, табиатни асрайди ва иқтисодий самара беради [1].

Муаммонинг қўйилиши. Мамлакатимизда сўнгги йилларда энергетикани ривожлантириш йўналишларида

йўлга қўйилмоқда. Чунки ҳар қандай чиқиндилардан уларга маълумтурдаги ишлов бериш орқали тикланадиган энергия олиш мумкин. Бу эса қишлоқ хўжалигининг барча соҳаларни энергия билан тўлиқ таъминлаш имконини бериши мумкин. Чиқиндиларга асосан икки усулда: аэроб (кислородли муҳитда) ва анаэроб (кислородсиз муҳитда) ишлов бериш усуслари кенг кўлланилади.

Органик чиқиндилардан биогаз олиш ва ундан фойдаланиш республика энергетикасига ўзининг салмоқли ҳиссасини кўшибгина қолмай унинг иктиносидий кўрсаткичларига ижобий таъсир кўрсатади.

Биогаз курилмаси учун асосий хомашё қишлоқ хўжалигига молхона парранда органик чиқиндилари, шаҳарларда эса оқова сувлар ва қаттиқ чиқиндилар ҳисобланади. Бундан ташқари, республикадаги катта саноат корхоналаридан чиқаётган ифлосланган сувларни тозалашга мўлжалланган сув ўтлари ва галофитларни қайта ишлаш технологияларидан фойдаланиш мумкин [2, 3].

Тажрибаларимиз натижалари таҳлилларида парранда органик чиқиндисига ишлов бериш жараёнининг асосини ташкил этувчи технологик параметрларнинг сийракланиш режимида ишлатиш учун таклиф этилган сийракланиш миқдорининг биогаз чиқишига таъсири ўрганиш даврида яна иккита асосий омиллар таҳлил қилинди.

Охиргилари органик биомассани биореакторда суткалик аралаштиришлар сонининг биомассадан биогаз ажralишига таъсирини алоҳида-алоҳида ўрганилди. Бунда омилларнинг бир бирига боғлиқлик даражаларини ўрганиш ва уларнинг қайсилари биогаз олиш жараёнига қанчалик таъсир қилишини, учала омилни ўзаро боғлиқ ҳолда ўрганишда юқори натижка олиш мумкинлигини инобатга олинди.

Парранда органик чиқиндисида сийракланиш режимида ишловчи биогаз олиш курилмаси мақбул параметрларини аниқлаб олиш учун сийракланиш, суткалик аралаштиришлар сони ва давомийлик кўрсаткичлари ўзаро боғлиқлигига мақсадли функция-биогаз ажralиши миқдорининг қийматларини аниқлаб олиш керак [4].

Ечиш усули. Сийракланиш режимида ишловчи биореакторнинг биогаз олиш миқдорининг оптималь параметрини унинг иш кўрсаткичларига биргалиқдаги таъсиrlарини ўрганиш ҳамда уларнинг мақбул қийматларини аниқлаш мақсадида Б.А.Доспеховнинг “Дала тажрибалари режалаштириш” услугидан фойдаланилди ва тажрибаларимиз тақрорлаш сонини 3 маротаба деб қабул қилинди [5]. Тадқиқотлардаги мураккаблик даражасини (парранда органик чиқиндисининг структуравий кўрсаткичи мураккаб моддаларга киради) инобатга олиб тажрибалар сонини 6 та бўлди. Бунда сийракланиш режимида ишловчи биореакторларнинг иш жараёнига таъсир этувчи омиллар сифатида қўйидагилар танланди: биореакторлардаги сийракланиш режими, биореактордаги биомассани аралаштиришлар сони ва уларнинг давомийлиги.

1-жадвалда омиллар, уларнинг шартли белгиланиши, вариацияланиш (ўзгариш) оралиқлари ва сатҳи келтирилган. Улар ўтказилган назарий тадқиқотлар

чиқкан ҳолда белгиланди. Таъсир этувчи омиллар кўйидагича шартли белгиланиб олинди:

X_1 – сийракланиш режими, $\text{кдк}/\text{см}^2$;

1-жадвал

Омиллар, уларнинг шартли белгиланиши, вариацияланиш оралиғи ва сатҳи

Омилларнинг номланиши	Омилларнинг ўтчов бирлиги	Омилларнинг шартли белгиланиши	Омилларнинг варияцияланиш оралиғи	Омилларнинг сатҳи		
				-1	0	+1
1. Сийракланиш режими	$\text{кдк}/\text{см}^2$	X_1	0,02	-0,05	-0,03	-0,01
2. Суткалик аралаштиришлар сони	марта/сум	X_2	1	3	4	5
3. Суткаликаралаштиришлар давомийлиги	min	X_3	1	6	7	8

X_2 – суткалик аралаштиришлар сони, та;

X_3 – суткалик аралаштиришлар давомийлиги, мин;

Кўп омилли экспериментларни ўтказишида баҳолаш мезони сифатида сийракланиш режимида ишловчи биогаз курилмасидан суткалик биогаз миқдори (Y_p , $\text{м}^3/\text{м}^3$ биореактор ҳажмидан).

Сийракланиш режимида ишлатилган тажриба ишлаб чиқариш курилмасида олинган тажрибалар натижаларида олинган қийматлар 2-жадвалга киритилди.

2-жадвал

Тажрибалар натижалари ва тажрибаларни режалаштириши матрицаси

№	X_1	X_2	X_3	Олинадиган биогаз миқдори, л/к дк			Дисперсия
				Q_1	Q_2	Q_3	
1	+1	+1	+1	513.087	516.772	509.872	11.920780
2	-1	+1	+1	475.097	479.135	471.527	14.488680
3	+1	-1	+1	367.949	372.579	363.908	18.825560
4	+1	+1	-1	501.917	505.987	498.478	14.129460
5	-1	-1	-1	497.883	501.330	494.754	10.819330
6	-1	-1	+1	418.879	423.210	414.949	17.074380
7	+1	-1	-1	491.582	495.607	488.022	14.401040
8	-1	+1	-1	419.298	423.442	415.825	14.542090
9	-2	+0	+0	451.342	455.247	447.977	13.237600
10	+0	-2	+0	422.799	427.303	418.550	19.159260
11	+0	+0	-2	457.194	460.647	454.362	9.907456
12	+2	+0	+0	483.031	487.162	479.590	14.373430
13	+0	+2	+0	489.352	493.608	485.584	16.115940
14	+0	+0	+2	389.360	393.312	385.950	13.574250
15	+0	+0	+0	496.017	503.911	495.661	11.920780
16	+0	+0	+0	498.674	492.391	502.174	14.488680

Кохрен критериясини ҳисобий қиймати 9,872663E-02 ва тенглигида дисперсиянинг ишлаб чиқилганлик қиймати 15,55577 га тенгва бу ўтказилган тажрибаларнинг бир-бирига яқинлиги ва уларда олинган натижаларни тўғри эканлигини кўриш мумкин.

Тажрибалардан олинган маълумотларга “регрессион таҳлиллар” дастури бўйича ишлов берилди ва бунда дисперсиянинг бир хиллигини баҳолашда Кохрен критериясидан, регрессия коэффициентларини баҳолашда Стьюдент критериясидан, регрессия тенгламаларини баҳолашда эса Фишер критериясидан фойдаланилди [6].

Тажриба натижаларига кўрсатилган тартибда ишлов берилиб, баҳолаш мезонларини адекват тавсифловчи

куйидаги регрессия тенгламалари олинди:

- биореакторнинг фойдали хажмидан олинадиган биогаз миқдори m^3/m^3 биореактор ҳажми:

$$Y=+497,927+7,935 X_1+16,658 X_2-16,965 X_3-7,687 \\ X_1 X_2+22,214 X_1 X_2-11,154 X_1 X_3-10,485 X_2 X_3+33,677 X_2 X_3- \\ 18,667 X_3 X_3 \quad (1)$$

Олинган (1) регрессия тенгламасидан кўриниб турибидики, барча омиллар баҳолаш мезонларига сезиларли таъсир кўрсатган.

Тажрибалардаги адекватлик дисперсияси 0,1694318 тенг бўлганлиги кўрсатиб тенгламадаги олинган қийматларни ва жадвалда келтирилган маълумотлар билан ўзаро таққослашда $F_m=3,2$ эканлиги аниқланиб олинди ва бу эса Фишер қиймати критерияси $F_{жк}=2,4$ га тенглигини аниқлаб олинди, бу эса келтирилган математик моделнинг адекватлиги кўрсатади.

Тажрибалардаги олинган омиллар бўйича олинган регрессия тенгламаси (1)даги ҳамма омиллар бир бирiga боғлиқ ва таъсирли эканлигини кўрсатди.

(1) регрессия тенгламасидаги тиркиш юзасини аниқлаб олишда 3 даражали тегламалар тизими матрицасидан Фреbonус матрицасига ўтиб олинди. Бунда Данилевский усулидан фойдаланилди. Бундай ҳолатлarda тенглама қийматларини топиб олишда кўп ҳадлар қийматларидан фойдаланиб, унинг илдизлари топиб олинади ва илдизлар интеграция усулида аниқланади.

Биореактордаги сийракланиш режимида ажralиб чиқаётган биогаз миқдорини уч ўзгарувчан факторлардаги оптимал қийматларини аниқлада Formal масала ечими кўлланилди [7, 8].

Сийракланиш режимида ишловчи биореактордаги технологик кўрсаткич векторининг қиймати, технологик талаблар ва чекловларда минимум оптималлаштириш критерияси ишлашини тўлиқ таъминланиши талаби кўйилди:

$$I(Z_{y,\phi}^*) \rightarrow \min I(Z_{y,\phi}^*) ,$$

бунда: $Z_{y,\phi}^*$ – ўзгарувчан факторларнинг оптимал қийматлари, $Z_{y,\phi}$ – ўзгарувчан факторлар.

Олинган натижалар. Ўзбекистон шароитида парранда органик чиқиндиларидан қайта тикланувчи энергия олиш қурилмаси параметрларини асослашда биореакторнинг сийракланиш режимида биореактордаги биомассани аралаштириш ва унинг давомийлигига қурилма кўрсаткичлари асосий технологик кўрсаткич ҳисобланди. Шуларни инобатга олиб ўтказилган тажрибаларда технологик параметрларнинг асосий рол ўйнаши ва қайта тикланадиган энергия турлари асосидаги энергия қурилмаларини мўътадил ишлашини таъминлаш учун кўп омилли тажрибалар, тажриба қурилмаси ўрнатилган жойда паррандаларнинг саклаш ва гигиеник соғлигини тутиб туриш учун эмлаш вақти ва хусусиятларидан келиб чиқилиб ўтказилди [9].

Кўпчилик ҳолларда паррандахонадаги дизинфекция ҳолатлари фавкулотда бўлишини инобатга олиб, тажрибаларимизни тўхтатиб туришга тўғри келди. Тажрибаларда биореакторларда кечётган анаэроб жараённинг тўхтаб қолишининг асосий сабаблари паррандаларни эмлаш ва уларнинг озуқасига қўшиб бериладиган дармондорилар бўлди. Булардан ташқари, биореакторларга юкландиган парранда органик чиқиндисининг таркибидаги агресив органик олтингурт ва аммиак миқдори анаэроб жараёни учун тескари таксин сифатида доимий равища бўлиши тажрибаларни бир хил кечишини таъминлашни мураккаблаштириб юборди [10, 11].

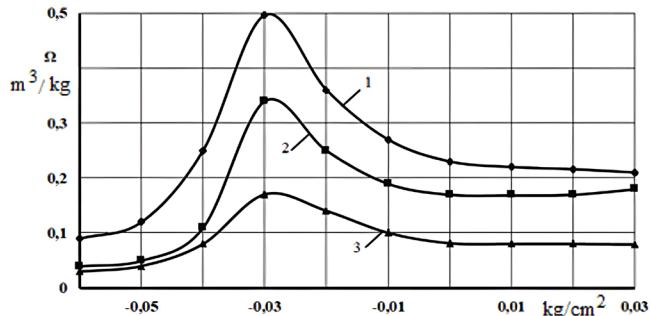
Парранда органик чиқиндиларини анаэроб ишлов бериш жараёнида сийракланиш режимида ишловчи таклиф этилган биогаз қурилмасининг ишлатиши даврида барча оптимал технологик параметр қийматларида биогаз қурилмасининг 3 иссиқлик ҳарорат режими термофиль, мезофиль ва психрофиль ҳарорат режимларида олинган натижалар 1-расмда келтирилди.

Хулоса. Биогаз қурилмалари парранда органик чиқиндиларига анаэроб ишлов бериш жараёнида уларни дастлабки ишлов беришни бошлиши билан таркибидаги учувчи бадбўй газлар билан органик аммонийнинг сўриб олиниши ва эркин ҳолдаги газ пуффакларини жараёнга салбий таъсирини камайтириш билан фарқланишини кўриш мумкин (1-расм). Биогаз қурилмасида анаэроб қайта ишлов берилган парранда органик чиқиндиларни биоўғит сифатида ишлатиш бўйича хулосалар олинганда таркиби бўйича уларни кўшимча ишлов берилмасидан ишлаб чиқаришга жорий қилиш мумкинлиги аниқланди.

3-жадвал

Тажрибалар натижалари биогаз миқдори ўртача қийматларининг боянишлариниң кўрсаткичлари

$YP_{(1)}$	513.454200	$Y_{(1)}$	513.243700
$YP_{(2)}$	475.463500	$Y_{(2)}$	475.253000
$YP_{(3)}$	368.355900	$Y_{(3)}$	368.145300
$YP_{(4)}$	502.338000	$Y_{(4)}$	502.127400
$YP_{(5)}$	498.199500	$Y_{(5)}$	497.989000
$YP_{(6)}$	419.223100	$Y_{(6)}$	419.012600
$YP_{(7)}$	491.947600	$Y_{(7)}$	491.737000
$YP_{(8)}$	419.732000	$Y_{(8)}$	419.521700
$YP_{(9)}$	451.311500	$Y_{(9)}$	451.522100
$YP_{(10)}$	422.673300	$Y_{(10)}$	422.884000
$YP_{(11)}$	457.190400	$Y_{(11)}$	457.401000
$YP_{(12)}$	483.050300	$Y_{(12)}$	483.261000
$YP_{(13)}$	489.304000	$Y_{(13)}$	489.514700
$YP_{(14)}$	389.530200	$Y_{(14)}$	389.540700
$YP_{(15)}$	497.927000	$Y_{(15)}$	498.529700
$YP_{(16)}$	497.927000	$Y_{(16)}$	497.746400



1-расм. Сийракланиш режимида парранда органик чиқиндиларига анаэроб ишлов берувчи биогаз қурилмасининг термофиль (1-эрги чизик), мезофиль (2-эрги чизик) ва психрофиль (3-эрги чизик) ҳарорат режимларида олинган биогаз миқдори

№	Адабиётлар	References
1	Имомов Ш., Усмонов К. Биогаз: экология органик ўғит. – Тошкент: “FARZAY-POLIGRAF”, 2016. – 258 б. ISBN 978-9943-992-23-8.	Imomov Sh., Usmanov K. <i>ekologiya organik o'g'it</i> [Biogas: ecological organic fertilizer.]–Tashkent: “FARZAY-POLIGRAF”, Tashkent 2016, 258 str. ISBN 978-9943-992-23-8. (in Uzbek)
2	Усмонов К. Ўзбекистон шароитида парранда органик чиқиндиларидан биогаз олиш асослари /Монография/ – Бухоро, 2022.– 160 б. ISBN 978-9943-8963-6-9.	Usmanov K. <i>O'zbekiston sharoitida parranda organik chiqindilaridan biogaz olish asoslari</i> [Fundamentals of obtaining biogas from poultry organic waste in the conditions of Uzbekistan.] /Monograph/ ISBN 978-9943-8963-6-9. Bukhara-2022.- 160 p. (in Uzbek)
3	Imomov Sh., Usmonov K., Nuritov I. and Tagaev V. “Optimum factors of a renewable energy plant from poultry organic waste”. AEGIS-III-2023 IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 1231 (2023) 012026. doi:10.1088/1755-1315/1231/1/012026.	Imomov Sh., Usmonov K., Nuritov I. and Tagayev V. “Optimum factors of a renewable energy plant from poultry organic waste”. AEGIS-III-2023 IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 1231 (2023) 012026. doi:10.1088/1755-1315/1231/1/012026.
4	Б. Абитова. Птичье помет как экологически чистое сырье и его влияние на пищевой режим почвы и урожайность картофеля // Наука и образование. 2010, – 220 с.	B. Abitova. <i>Ptichye pomet kak ekologicheski chistoe sirye i yego vliyanie na pishevoy rejim pochvi i urojajnost kartofelya</i> [Poultry droppings as an environmentally friendly raw material and its effect on the nutritional regime of the soil and potato yields]// Science and Education. 2010 p.-220 (in Russian)
5	Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М., 1986. – 351 с.	Dospelov B.A. <i>Metodika polevogo opita</i> [Field experiment methodology.] M., 1986. 351 p. (in Russian)
6	Усмонов К. Ўзбекистон шароитида парранда органик чиқиндисидан тикланувчи энергия олиш курилмаси-нинг мақбул параметрларини асослаш. Дисс....техн. фан. фал. доктори (Phd). – Фаргона, 2022. –110 б.	Usmanov K. <i>O'zbekiston sharoitida parranda organik chiqindisidan tiklanuvchi energiya olish qurilmasining maqbul parametrlarini asoslash</i> [Basing optimal parameters of the renewable energy device from poultry organic waste in the conditions of Uzbekistan.] Diss....techn. science. div. doctor (Phd). - Fergana, 2022.-110 p (in Uzbek)
7	Puchigin E.A. Reliability of technical systems. M.: UMC "Triada",2005. 353 p.	Puchigin E.A. Reliability of technical systems. M.: UMC "Triada",2005. 353 p.
8	Chen Y., Cheng J.J., Creamer K.S. Inhibition of anaerobic digestion process. A review. bioresour. Technol. 2008.	Chen Y., Cheng J.J., Creamer K.S. Inhibition of anaerobic digestion process. A review. bioresour. Technol. 2008.
9	St-Pierre B., Wright A.D.G. Metagenomic analysis of methanogen populations in three full-scale mesophilic anaerobic manure digesters operated on dairy farms in Vermont, USA. Bioresour. Technol. 2013.	St-Pierre B., Wright A.D.G. Metagenomic analysis of methanogen populations in three full-scale mesophilic anaerobic manure digesters operated on dairy farms in Vermont, USA. Bioresour.Technol.2013.
10	http://www.agro-consult.ru	http://www.agro-consult.ru
11	masek.donto.ru>biogaz/biogas-history.html	masek.donto.ru>biogaz/biogas-history.html

ECOLOGICAL MIGRATION AS ONE OF THE MAIN CONSEQUENCES OF CLIMATE CHANGE

Hafiza Imanova Afgan kizi – Scientific Researcher of the Institute of Philosophy and Sociology of ANAS, Baku

Abstract

Based on the theory of embeddedness and migration literature, this article develops a model of eco-migration, which divides the migration process into three stages, including separation, embeddedness and stability. Relocation is a process of separation from previous socio-economic and cultural ties and leads to numerous risks that force the displaced population to be marginalized in the settlement community. The findings include the integration, as well as economic, social and psychological aspects, is a useful measure for eco-immigrants to integrate with the local community. Moreover, eco-immigrants must ensure equal rights without discrimination related to displacement, on the other hand, eco-immigrants must become active individuals, contribute to the creation of the community and develop social capital and multiculturalism in order to carry out a fundamental reform in the settlement of the community.

Key words: eco-migration, sustainable development, climate change, eco-immigrants, theory of embeddedness, model of eco-migration.

ЕКОЛОГИК МИГРАЦИЯ ИКЛІМ О'ЗГАРИШИНІНГ АСОСИЙ ОҚИБАТЛАРДАН БІРІ СИФАТИДА

Hafiza Imanova Afg'on qizi – AMEA Falsafa va Sotsiologiya instituti
ilmiy xodimi, Baku

Annotatsiya

Inklyuziya nazariyasi va migratsiya adabiyotiga asoslanib, ushbu maqola migratsiya jarayonini uch bosqichga, jumladan, ajaratish, o'rnatilganlik va barqarorlikka ajratadigan ekomigratsiya modelini ishlab chiqildi. Ko'chirish – bu avvalgi ijtimoiy-iqtisodiy va madaniy aloqalardan ajralish jarayoni bo'lib, ko'chirilgan aholini turar-joy hamjamiyatida chekka qo'yishga majbur qiladigan turli xil xavf-xatarlarga olib keladi. Natijalar integratsiyani, shuningdek, iqtisodiy, ijtimoiy va psixologik jihatlarni o'z ichiga oladi, bu eko-immigrantlarning mahalliy hamjamiyat bilan integratsiyalashuvi uchun foydali chora hisoblanadi. Bundan tashqari, eko-immigrantlar ko'chish bilan bog'liq kamshitishlarsiz teng huquqlarga ega bo'lishlari kerak, boshqa tomonidan, eko-immigrantlarning faol shaxslarga aylanishi, jamiyat qurilishiga hissa qo'shishi va jamiyatni joylashtirishda tub islohotlarni amalga oshirish uchun ijtimoiy kapital va multikulturalizmni rivojlantirishi kerak.

Kalit so'zlar: eko-migratsiya, barqaror rivojlanish, iqlim o'zgarishi, eko-immigratsiya, migratsiya jarayoni, inklyuziya nazariyasi.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ МИГРАЦИЯ КАК ОДНО ИЗ ГЛАВНЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Хафиза Иманова Афган кызы – научный сотрудник Института
Философии и Социологии НАНА, Баку

Аннотация

На основе теории встраиваемости и миграционной литературы в данной статье разработана модель экомиграции, которая делит процесс миграции на три этапа, включая разделение, встраиваемость и стабильность. Переселение представляет собой процесс отрыва от прежних социально-экономических и культурных связей и приводит к разным рискам, которые вынуждают перемещенное население маргинализироваться в поселенческом сообществе. Результаты включают в себя интеграцию, а также экономические, социальные и психологические аспекты, которые являются полезной мерой для эко-иммигрантов по интеграции с местным сообществом. Более того, эко-иммигранты должны иметь равные права без дискриминации, связанной с перемещением, с другой стороны, эко-иммигранты должны стать активными личностями, способствовать созданию сообщества и развивать социальный капитал и мультикультурализм, чтобы провести фундаментальную реформу при заселении общин.

Ключевые слова: экомиграция, устойчивое развитие, изменение климата, экоиммигранты, теория встраиваемости, модель экомиграции.



Introduction. Migration is one of the oldest ways to get rid of problems caused by environmental degradation. However, the increase in the amplitude and expansion of the geography of environmental changes, caused or amplified by both climate change and human activity, has prompted many scientists and representatives of the international community

to consider environmental migration as a new phenomenon and a new challenge of the XXI century. The Parliamentary Assembly of Europe recognizes that natural disasters and the deterioration of the environment will increasingly determine the nature of population mobility, as well as its humanitarian and safety dimension, which requires urgent analysis [1]. The

European Assembly on eco-migration notes with concern the emergence of radical estimates predicting the emergence of uncontrolled streams of ecological migration. More than 30 million people worldwide have left their native places due to desertification, drought, rising sea levels, industrial accidents, large infrastructure projects and natural disasters, and their number is growing rapidly. The fact that this figure already exceeds the number of people forced to migrate due to armed conflicts and persecution is especially alarming. Those who live in low-lying coastal zones and overpopulated areas are also at risk. As practice shows, ecological migration rarely occurs due to one reason [2]. Cause-effect relationships are increasingly complicated and determined by many factors. More and more people migrate for many reasons: discrimination and human rights violations, environmental degradation, competition for limited resources, and also due to economic difficulties caused by dysfunctional government. Some leave of their own free will, others migrate, having no other way out; the third ones can decide to leave even before circumstances force them to migrate.

Interrelation of environment and migration. There is a relationship between the state of the environment and the level of migration. Thus, the sudden emergence or gradual development of spontaneous natural processes leads to the displacement of people both within the country and outside it. And on the other hand, mass migration caused by ecological reasons can, in turn, worsen the ecological condition in the places of origin and at the end points of migration flows, especially when large masses of people are forced to seek refuge in ecologically vulnerable areas. Population resettlement can serve as a positive, active tool for development and diversification, which families, individuals, and sometimes entire communities of people can use to improve their living conditions, reduce risks, and eliminate vulnerability factors.

However, mass migration can have harmful consequences, including the escalation of humanitarian crises, rapid urbanization associated with an increase in the number of slums, and stagnation in development. Climate change and environmental migration are global processes, not crises of local importance. Therefore, not only local and national authorities, but also the world community as a whole, should be responsible for taking active measures. Adequate measures aimed at prevention, adaptation and minimization of the impact on the environment must be taken by the international community to reduce the risks of environmental disasters in "hot spots" and to manage the processes of environmental evolution. Mass displacement of the population, caused by a shortage of resources in combination with low efficiency and poor quality of management, can lead to instability and provoke the emergence of conflict situations [3]. Such conflicts can lead to an increase in the flow of refugees and internal displacement of the population, and in a broader plan - to undermine global political stability and reduce people's security. The Assembly believes that in order to avoid such negative scenarios, Europe should be at the forefront of solving the worsening global problem of environmental migration.

The impact of migration to vulnerable group of people. Before the development of political measures, it is important to recognize the existence of a connection between a person's gender and his exposure to the effects of climate change. The most vulnerable groups of the population, such as women, children, elderly people, people with disabilities and

representatives of indigenous peoples in poor countries are exposed to various dangers and need special care. Elderly people, having left their homes, do not adapt well to new conditions. Children break away from their ethnocultural environment, and often from their native language, which is an important factor in their upbringing and worldview. Thanks to the traditional role and duties performed by women in some societies, they suffer more than men from the consequences of climate change. Experts consider it necessary to provide adequate protection of humanitarian, social and economic rights to all victims, regardless of whether they are in their country or have left it. This is due to the fact that migration processes caused by climate change and environmental degradation are expected to take place mainly within countries, although cross-border migration will also increase.

The international law on human rights of eco-migrants. The protection of humanitarian, social and economic rights must be based on effective support from the international community, if the assistance from the local authorities is insufficient or absent. The use of multiple interchangeable terms inhibits the much-needed progress in the official recognition of environmental migrants and displaced persons with their problems. Humanitarian organizations advocate the need to observe the differences between cross-border migration and displacement of the population within the country, voluntary and forced resettlement, fearing confusion with the categories of persons they are called to protect. They claim that the category of internally displaced persons, in accordance with the UN Guiding Principles on Internal Displacement since 1998, already includes persons or groups of persons forced to leave their homes or places of permanent residence to escape from natural or man-made disasters, catastrophe, or as a result of such. On the other hand, a number of organizations, specializing mainly in issues of development and population, prefer to talk about environmental migration as a broader concept, which includes all those for whom the main reason for migration was the environmental factor. According to them, migration includes various categories: international and domestic, voluntary and forced, as well as intermediate varieties within the aforementioned types of migration.

In order to reduce and eliminate the consequences of environmental problems, measures are being actively developed and implemented at the international level to reduce the impact of human activity on the environment. However, due attention is not paid to the problem of protecting the rights of people who are forced to move away from their usual place of residence - the rights of ecological migrants. At the beginning of the 21st century, it was noted that approximately 20-25 million people were displaced within their countries of citizenship due to environmental reasons [4]. Between 2008 and 2010, approximately 95 million people were displaced within their countries of citizenship as a result of natural disasters [5]. Although these statistics show the movement of people within their country of citizenship, the number of people migrating outside their country of citizenship for environmental reasons is also increasing. According to some forecasts, by 2050, the number of people displaced by environmental reasons may reach 200 million. The scientific and predictive hypothesis about the existence of a real threat of increasing the number of ecological migrants is reflected in the reports of international intergovernmental and non-governmental organizations, as

well as in the doctrine of international law.

Despite the fact that this topic began to be discussed in the 70^s and 80^s of the XX century in the working documents of international organizations, as well as in the doctrine, who should be considered environmental migrants and what are their international legal norms and status remains unclear. In addition to the term "ecological migrants" in international legal doctrine, the following terms are also reflected: environmental refugees or displaced persons, climate refugees or migrants, displaced persons, migrants or refugees, displaced persons due to climate change, etc. The diversity of terms is explained by the fact that people who move for environmental reasons do not correspond to the generally accepted definitions of the concepts of "migrant", "refugee", "displaced person" or any other definitions established in international law.

The doctrine of international law is characterized by insufficient scientific research on the problem of protecting the international legal status of environmental migrants. However, defining and strengthening the international legal status of environmental migrants is essential for their protection. Alternative versions of this term exist in international legal doctrine, including: environmental refugee; ecological migrant; forced environmental migrant; migrant for environmental reasons; a person who migrates in connection with the implementation of development projects; climate migrant; climate refugees; climate change migrant/refugee/displaced person; emigrant; future environmental refugee; a person displaced due to environmental reasons, etc. The term "migrant" does not have a normative definition, which creates wider possibilities for its interpretation. The term "refugee" is defined in Article 1A(2) of the 1951 Convention Relating to the Status of Refugees. Based on this, persons who move for environmental reasons cannot be classified as refugees. As stated in Part 2 of the Introduction to the 1998 Internal Displacement Guidelines, the term "displaced person" can be applied to persons displaced for environmental reasons, but only if they have not crossed a national border [6].

Characteristics features of ecological migrants can be classified depending on the following:

- a) period of stay away from the previous habitual residence (temporary and permanent ecological migrants);
- b) the procedure for making decisions about displacement (voluntary and forced ecological migrants);
- c) crossing the state border of environmental migrants (foreign and internal environmental migrants);
- d) causes of displacement (hydrometeorological extreme hazards, natural disasters; gradually developing and progressive hazards; large-scale development projects; conflicts related to the struggle for natural resources; significant and permanent loss of state territory as a result of rising water levels in the World Ocean).

Although there is currently no common denominator for the term under consideration, the United Nations High Commissioner for Refugees uses the term "environmental migrants" to refer to affected individuals who have been forced to leave areas with hazardous environmental conditions [7]. There is a heated debate in scientific circles about the definition of the concept in question. However, in order to understand what this concept contains and what problems it raises, it is necessary to take into account its characteristic features. Thus, the causes of ecological migration can be sudden or gradual changes in environmental conditions,

depending on which ecological migration can be voluntary, forced or mixed. The causes of environmental migration are also affected by spatial (domestic or international) and temporal (short-term or long-term migration) characteristics.

Migration can be both internal (i.e. within a state) and international (related to crossing a state border and subsequent settlement outside the state of "citizenship") [8, 9]. Thus, environmental migrants are people who have been temporarily or permanently displaced as a result of environmental disasters (natural or man-made) or who have voluntarily moved to safer, healthier areas outside the state of their new "citizenship" or their former permanent residence.

The problem of ecological migration was first emphasized in 1948 by the American ecologist William Vogt, who specifically coined the term "ecological migrant". But this problem began to attract the attention of the general public in 1985 after the report of the United Nations Environment Program (UNEP) researcher Essam El-Hinnawi, who introduced the concept of "environmental refugee". However, despite the rather long research history of this problem, currently there is no regulatory mechanism for the protection of environmental migrants in international law, as well as an international organization for the protection and assistance of environmental migrants. At the same time, the issue of international legal regulation is being actively discussed, and serious attempts are being made to adopt a document designed to provide assistance and protection to environmental migrants.

The problem of environmental migration affects many issues of international law. Understanding these issues will help define the mandate of an international organization for the protection of environmental migrants and clarify what requirements it must meet. With this in mind, we propose to start considering the prospects for the formation of an international organization with international law issues affected by the problem of environmental migration. Russian scientists D.V. Ivanov and D.K. Bekyashev note that the above terms consist of at least two components: migration and environment [10].

According to Jane McAdam, a professor at the Australian University of New South Wales and the author of many books on environmental migration issues, the problem of environmental migration involves five issues of international law, including:

- 1) protection of human rights;
- 2) migration and displacement;
- 3) natural disasters and natural emergencies;
- 4) environmental protection;
- 5) sustainable development [11].

When talking about the connection between the protection of human rights and ecological migration of the population, it should be noted that migration occurs due to the fact that the population of a certain state or its territory is deprived of the opportunity to use their inalienable human rights. First of all, the natural right of a person - the right to live - is violated. Let us remember that human rights are the inalienable property of every individual without any discrimination, regardless of race, color, sex, language, religion, national origin, social origin or any other aspect. These rights are interrelated, interdependent and indivisible.

As a result of the analysis of the definitions of the concept of displaced people due to environmental reasons and based on the classification of characteristics of ecological migrants proposed by the author, the author's definition

of the category of persons under study was developed. The distinctive feature of this definition is that it includes all the characteristics of environmental migrants, which allows to ensure international protection of all environmental migrants moving outside their own countries.

From a human rights perspective, environmental migrants and refugees face similar challenges. However, none of the existing international agreements in the field of refugee rights protection provide for the protection of victims and persons forced to leave areas where environmental conditions are dangerous for human life and health. Thus, according to the 1951 Convention Relating to the Status of Refugees and its 1967 Protocol, factors such as lack of food and water, limited access to education and health services, or lack of means of subsistence cannot be grounds for claiming refugee status.

In the case of natural disasters, the data on the subsequent environmental migration and displacement of the population are not reflected in the disaster statistics. There are no comprehensive organizational structures involved in the collection and systematization of statistical data on the movement of the population. Strategies aimed at protecting health and meeting the vital needs of the population of developing countries play an important role in the fight against the consequences of climate change, which have become inevitable [12]. Such adaptation strategies should be implemented more energetically and receive support within the framework of international development assistance. Analyzing the problem of eco-migration in the context of the Nansen principles, it should be noted that the arguments of researchers and experts regarding the definition of the very category of "eco-migration" are also far from clear. Environmental changes, including climatic changes, although they are one of the many causes of migration, the motives that encourage people to change their places of residence after natural phenomena in the disaster zone (or in the zone of natural phenomena of a long-term nature) can be different and not directly related to natural factors. At least it makes it difficult to determine the exact

amount of eco-migrants.

In the "Nansen principles of climate change and internal displacement" the approach to identifying shortcomings in the process of implementing these principles has been set up [13]. The need for a new international structure to manage migration in the context of environmental change is less clear at the preliminary stage, although the development of priorities in the future determines the gaps in the implemented measures for the protection of migrants and in this connection have great importance. The key factor here is that such international management approaches, be it "soft law" or "hard law", can take a lot of time to develop, agree, ratify and implement. It is important that such approaches are implemented on the eve of serious changes in the climate, and not when it is already too late.

Conclusion. It is necessary to take measures to deepen understanding, improve coordination and activate cooperation in relation to the displacement of people caused by climate change, their migration and planned resettlement. It is imperative that the framework for adaptation be comprehensive in nature to cover the most diverse possible processes and measures of response to the problem of internal displacement. For example, reducing the danger of disasters and their prevention, planned and preventive displacement, as well as long-term solutions for human rights.

It is necessary to monitor, provide support and increase the potential to solve the problem of internal displacement caused by climate change, including displacement due to the sudden and gradual manifestation of adverse natural phenomena. In this connection, relevant international and national subjects should, in particular, increase awareness of the problem of displacement caused by the gradual manifestation of natural disasters and understanding of this problem. It is also necessary to develop concrete strategies and measures for subsequent control, as well as to promote a human rights-based approach, comprehensive actions and strategies in connection with solving the problem of internal displacement caused by natural disasters and climate change.

References

1. www.unece.org
2. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/ipcc_90_92_assessments_far_full_report_ru.pdf
3. [https://www.coe.int/T/r/Parliamentary_Assembly/\[Russian_documents\]/\[2009\]/\[Jan2009\]/Res1655_rus.asp](https://www.coe.int/T/r/Parliamentary_Assembly/[Russian_documents]/[2009]/[Jan2009]/Res1655_rus.asp)
4. Forced Migration Review, №20, May 2004, p. 40. URL: <http://www.fmreview.org/sites/fmr/files/FMRdownloads/en/sustainable-livelihoods.pdf>
5. Displacement due to natural hazard-induced disasters. Global estimates for 2009 and 2010, June 2011, Pp. 14-15.
6. Norwegian Refugee Council's Internal Displacement Monitoring Centre (NRC-IDMC). URL: https://www.preventionweb.net/files/20220_idmcnaturaldisasters200920101.pdf
7. https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/internal_displacement_principles.shtml
8. Маркова Е. Ю. Международно-правовая защита экологических мигрантов: реалии и перспективы. Актуальные проблемы российского права. (International legal protection of ecological migrants: realities and perspectives. Actual problems of Russian law.) 2018. № 7 (92) july. p.209-217.(in Russian)
9. <https://unfccc.int/resource/docs/2010/awglca12/rus/14r.pdf>
10. Иванов Д. В., Бекяшев Д. К. Экологическая миграция населения: международно-правовые аспекты. (Ecological population migration: international legal aspects.) M.: Аспект Пресс, 2013. p. 34.(in Russian)
11. McAdam J. Climate Change, Forced Migration, and International Law. Oxford University Press, 2012. P. 216.
12. www.osce.org
13. Пашаев Н.А., Бабаханов Н.А.. Экономическое и социально-географическое изучение стихийных бедствий. (Economic and social-geographic study of natural disasters.) Baku: "Elm". 2004 (in Russian)

