



ISSN 2181-4732
E-ISSN 2181-4015

INNOVATION TEKNOLOGIYALAR

Ilmiy jurnal

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Научный журнал

INNOVATIVE TECHNOLOGIES

Scientific journal



2024
3/55

QARSHI MUHANDISLIK-IQTISODIYOT INSTITUTI
КАРШИНСКИЙ ИНЖЕНЕРНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
KARSHI ENGINEERING-ECONOMICS INSTITUTE



Ilmiy-texnik jurnal
2010-yilda tashkil
etilgan

2024/3(55)-son

2011-yil mart oyidan boshlab
chiqarilgan

Muassis:

**Qarshi muhandislik-
iqtisodiyot instituti.**

TAHRIRIYAT HAY'ATI:

Bosh muharrir:

BAZAROV O.Sh.

Bosh muharrir o'rinbosari:

t.f.d., prof. Uzoqov G'.N.

Mas'ul kotib:

t.f.n. Raxmatov M.I.

Tahrir kengashi a'zolari:

Abduraxmonov Q.X., i.f.d., prof.,
O'ZR FA akademigi
Zoxidov R.A., t.f.d., prof.,
O'ZR FA akademigi
Igamberdiyev X.Z., t.f.d., prof.,
O'ZR FA akademigi
Sednin V.A., t.f.d., prof. (Belorussiya)
Aldoshin N.V., t.f.d., prof. (Rossiya)
Xanov N.V., t.f.d., prof. Rossiya
Manoxina A.A., q.x.f.d., prof. Rossiya
Gibadullin A.A., i.f.n., dots. (Rossiya)
Voynash S.A., t.f.d., prof. (Rossiya)
Pulyayeva V.N., i.f.n., (Rossiya)
Morkovkin D.Y., i.f.n., (Rossiya)
Perskaya V.V., i.f.d., (Rossiya)
Molchanov I.N., i.f.d., (Rossiya)
Xarchenko V.V., t.f.d., prof. (Rossiya)
Sidorov V.A., i.f.d., prof., (Rossiya)
Mextiyeva A.M., t.f.n. (Ozarbayjon)
Sadridinov M.I., i.f.n., (Tojikiston)
Abdelxamid M.A., t.f.n., (Misr Arab
Respublikasi)
Agzamov A.H., t.f.d., prof.
Umurzakov R.A., g.m.f.d., prof.
Bakiyev M.R., t.f.d., prof.
Bobomirzayev P.X., q.x.f.d., prof.
Jonqobilov U.U., t.f.d., prof.
Mamatov F.M., t.f.d., prof.

MUNDARIJA

GEOLOGIYA-MINERALOGIYA FANLARI

Oripova Sh.K., Akramov B.Sh., Adizov B.Z. Suyuqlikni olib chiqarish shartlarini ta'minlash uchun lift kolonnasining tushish chuqurligi va diametrini tanlash	7
Umurzakov R.A., Axmedov X.R., Dononov J.U. Buxoro-Xiva regionining markaziy qismda mezozoy- kaynozoy tarixining turli bosqichlarida hosil bo'lgan lokal tuzilmalarning yoshi va makondagi munosabatlarini rutbali paleotektonik tahlili	17
Muhammadiyev H.M. Gaz quduqlarida termometrik tadqiqot o'tkazish texnologiyasini asoslash	26

TEXNIKA FANLARI

Ochilov L.I., Davlanov X.A., Mirzayev M.S., Samiyev K.A. Fazaviy o'tuvchi materiallarning issiqlik sig'imi va issiqlik o'tkazuvchanlik ko'effitsiyentini T-HISTORY usulidan foydalanib aniqlash	33
Shamurotova S.M. Yassi quyosh suv isitish kollektorining energiya samaradorligini oshirish bo'yicha scopus ma'lumotlar bazasida chop etilgan maqolalar tahlili	42
Uzoqov G'.N., Toshmamatov B.M., Kamolov B.I. Namunaviy qishloq uyining issiqlik rejimini matematik modellash	50
Quziyev O.A. Ko'p funksiyali geliotexnik qurilmasi kamerasi devorlari orqali issiqlik yo'qotilish hisobi	58
Mirzayev Sh.M., Ibragimov S.S., Qodirov J.R., Xamrayev S.I. Tabiiy havo konveksiyasi bilan bilvosita quyosh quritish qurilmasini modernizatsiya qilish	66
Tursunov M.N., Sabirov X., Aliqulov R.B., Xolov U.R. Quruq iqlim sharoitida samarali ishlaydigan yangi avlod fotoissiqlik batareyalarini bahor va yoz fasli uchun solishtirish	74
Raxmatov D.T. Quyosh kollektorli piroliz qurilmasining texnologik sxemasi	82
Gayibov T.Sh., Toshev T.U., Qayta tiklanuvchi energiya manbalarida ishlovchi elektr stansiya jihozlarining optimal tarkibini tanlash	91
Urishev B., Quvatov U.J., Umirov A.P. Fotoelektrik nasos qurilmasining iqtisodiy samaradorligini aniqlash	102
Shavazov A.A., Eshqo'ziyev X.M., Ishanova D.A., Norboyev A.E. Kaskad nasos stansiyalarining energiya samarador ish rejimlari va parametrlarining tahlili	110

Urishev B., t.f.d., prof.
 Aliqulov S.R., t.f.d., prof.
 Avlakulov M., t.f.d., prof.
 Eshev S.S., t.f.d., prof.
 Ermatov N.X., t.f.d., prof.
 Ergashev R.X., i.f.d., prof.
 Xamrayeva S.N., i.f.d., prof.
 Axmedov A.N., t.f.d., prof.
 Shodiyev A.N., t.f.d., dots.
 Eshqobilov O.X., t.f.d., dots.
 Cho'yanov D.Sh., t.f.d., prof.
 Raximov O.D., t.f.n., prof.
 Yarboboyev T.N., t.f.n., dots.
 Panjiyev S.A, p.f.f.d., dots.

Tahririyat:
 Texnik muharrir: Tog'ayev I.Y.
 Musahhihlar:
 Raxmanova Y.Q., Xoliyorov B.H.

Tahliliy guruh:
 Mamatov F.M., Ergashev R.X.,
 Uzoqov G'.N., Ermatov N.X.

Manzil:

180100. Qarshi shahri.
 Mustaqillik ko'chasi, 225
 Telefon: 75 221 09 23
 +998 93 421 70 76

Sayt: <https://innotex-journal.uz>

E-mail: innotex@qmii.uz

“Научная электронная библиотека”
 MChJ bilan 15.06.2023-yilda
 SIO-7755/2023-sonli litsenzion
 shartnoma tuzilgan

Jurnal Qashqadaryo viloyati matbuot
 va axborot boshqarmasi tomonidan
 2010-yil 4-oktyabrda davlat ro'yxatiga
 olingan va 14-063 raqamli guvohnoma
 berilgan.

Nashr indeksi - 4074

ISSN 2181-4732

E-ISSN 2181-4015

55-sonli nashr.

Terishga topshirilgan sana

22.09.2024-y.

Nashrga ruxsat berilgan sana

25.09.2024-y.

Chop etilgan sana 25.09.2024-y.

Bichimi 60x84 1/8. Times garnituras.

Shartli bosma tabog'i 7,56. Nashr

bosma tabog'i 7,50. Adadi 100.

Buyurtma №153

QarMII “INTELLEKT” MIU

nashriyotida chop etildi. Qarshi shahri,

Mustaqillik ko'chasi, 225.

Yuldoshev B.A., Tashpulatov S.F., Karshiyev Sh.J. Elektr tarmog'iga ulangan 70 kW quvvatli fotoelektrik stansiyaning energetik ko'rsatkichlari	118
Jonqobilov U.U., Rajabov U.M., Jonqobilov S.U. Bosim ortishidan sodir bo'ladigan suv zarbi so'ndirgichi hisobi	127
QISHLOQ XO'JALIGI FANLARI	
Turayev U.U., Bobomirzaev P.X., Takroriy ekin turlarini kuzgi bug'doy hosildorligiga ta'siri	133
IQTISODIYOT FANLARI	
Sidorov V.A., Bolik A.V. Raqamli innovatsiyalar: Zamonaviy iqtisodiyot va rivojlanish yo'nalishlari	139

“Innovatsion texnologiyalar” jurnali O'zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasi Rayosati qarori bilan quyidagi fanlar bo'yicha doktorlik dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlar ro'yxatiga kiritilgan:

04.00.00 - GEOLOGIYA-MINERALOGIYA FANLARI

05.00.00 - TEXNIKA FANLARI

06.00.00 - QISHLOQ XO'JALIGI FANLARI

08.00.00 - IQTISODIYOT FANLARI

“Innovatsion texnologiyalar” jurnali 2023-yilda eLIBRARY.RU integrallashgan ilmiy axborot portali tarkibidagi ПИИЦ xalqaro ma'lumotlar bazasiga kiritilgan.

Jurnal uch oyda bir marta chop etiladi



ISSN 2181-4732

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Научный журнал
основан
в 2010 году

Том 55,
номер 3, 2024

Научный журнал
издается с марта 2011 года

Учредитель:
Каршинский инженерно-
экономический институт

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор:
БАЗАРОВ О.Ш.
Заместитель главного редактора:
д.т.н., проф. Узоков Г.Н.
Ответственный секретарь:
к.т.н. Рахматов М.И.

Члены редколлегии:

Абдурахманов К.Х., д.э.н., проф.,
академик АН РУз.
Зохидов Р.А., д.т.н., проф., академик
АН РУз.
Игамбердиев Х.З., д.т.н., проф.,
академик АН РУз
Седнин В.А., д.т.н., проф., (Беларусь)
Алдошин Н.В., д.т.н., проф.,
(Россия)
Ханов Н.В., д.т.н., проф., (Россия)
Манохина А.А., д.с.х.н., проф.,
(Россия)
Гибадуллин А.А., к.э.н., доц.
(Россия)
Войнаш С.А., д.т.н., проф., (Россия)
Пуляева В.Н., к.э.н., доцент (Россия)
Морковкин Д.Ю., к.э.н., доцент
(Россия)
Перская В.В., д.э.н., проф., (Россия)
Молчанов И.Н., д.э.н., проф.,
(Россия)
Харченко В.В., д.т.н., проф., (Россия)
Сидиров В.А., д.э.н., проф., (Россия)
Мехтиева А.М., к.т.н., доц.
(Азербайджан)
Садридинов М.И. к.э.н., доц.
(Таджикистан)
Абделхамид М.А., к.т.н. (Арабская
Республика Египет)

СОДЕРЖАНИЕ

ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Орипова Ш.К., Акрамов Б.Ш., Адизов Б.З. Выбор по глубине спуска лифтовой колонны и диаметра для обеспечения условия удаления жидкости	7
Умурзаков Р.А., Ахмедов Х.Р., Дононов Ж.У. Ранговый палеотектонический анализ возрастных и пространственных соотношений локальных структур различных этапов мезозой-кайнозойской истории центральной части Бухаро-Хивинского региона	17
Мухаммадиев Х.М. Обоснование технологии проведения термометрических исследований газовых скважин	26

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Очилов Л.И., Давлонов Х.А., Мирзаев М.С., Самиев К.А. Определение теплоемкости и коэффициента теплопроводности материалов фазового перехода методом T-HISTORY	33
Шамуротова С.М. Анализ статей опубликованных в базе данных scopus по исследованию повышения энергоэффективности плоского солнечного водонагревающего коллектора	42
Узаков Г.Н., Тошмаматов Б.М., Камолов Б.И. Математическое моделирование теплового режима типового сельского дома	50
Кузиев О.А. Расчет теплотерь через стенки камеры многофункционального гелиотехнического устройства	58
Мирзаев Ш.М., Ибрагимов С.С., Кадиров Ж.Р., Хамраев С.И. Модернизация солнечной сушильной установки непрямого действия с естественной вентиляцией воздуха	66
Турсунов М.Н., Сабиров Х., Аликулов Р.Б., Холов У.Р. Сравнение фототепловых батарей нового поколения, эффективно работающих в сухом климате в весенний и летний сезоны	74
Рахматов Д.Т. Технологическая схема пиролизного устройства с солнечным коллектором	82
Гайибов Т.Ш., Тошев Т.У. Развитие методов выбора оптимального состава оборудования в электростанциях, работающих на возобновляемые энергоресурсы	91

Агзамов А.Х., д.т.н., проф.
 Умурзаков Р.А., д.г.м.н., проф.
 Бакиев М.Р., д.т.н., проф.
 Бобомирзаев П.Х., д.с.х.н., проф.
 Жонкобилов У.У., д.т.н., проф.
 Маматов Ф.М., д.т.н., проф.
 Уришев Б., д.т.н., проф.
 Аликулов С.Р., д.т.н., проф.
 Авлакулов М., д.т.н., проф.
 Эшев С.С., д.т.н., проф.
 Эрматов Н.Х., д.т.н., проф.
 Эргашев Р.Х., д.э.н., проф.
 Хамраева С.Н., д.э.н., проф.
 Ахмедов А.Н., д.т.н., проф.
 Шодиев А.Н., д.т.н., доц.
 Эшкобилов О.Х., д.т.н., доц.
 Чуянов Д.Ш., д.т.н., проф.
 Рахимов О.Д., к.т.н., проф.
 Ярбобоев Т.Н., к.т.н., проф.
 Панжиев С.А., д.ф.п.н., доц.

Технический редактор: Тогаев И.Ю.

Аналитическая группа:
 Маматов Ф.М., Эргашев Р.Х.,
 Узоков Г.Н., Эрматов Н.Х.

Адрес:

180100, город Карши,
 улица Мустакиллик, 225
 Телефон: 75 221 09 23
 +998 93 421 70 76

Сайт: <https://ojs.qmii.uz/index.php/it>
 E-mail: innotex@qmii.uz

Заключен лицензионный договор с
 ООО «Научная электронная
 библиотека» № СИО-7755/2023
 от 15.06.2023 года

Журнал зарегистрирован
 управлением печати и информации
 Кашкадарьинской области 4 октября
 2010 года и выдано свидетельство
 № 14-063.

Индекс публикации - 4074

ISSN 2181-4732

Э-ISSN 2181-4015

Выпуск 55

Сдано в набор – 22.09.2024.

Подписано в печать – 25.09.2024.

Дата публикации: 25.09.2024.

Формат 60x84 1/8. Время
 установлено. Условный печатный
 лист 7.56. Печатный лист 7.50.

Тираж 100. Заказ № 153

Напечатано в издательстве
 «ИНТЕЛЛЕКТ» КИЭИ, г.Карши,
 улица Мустакиллик, 225

Уришев Б., Куватов У.Ж., Умиров А.П. , Определение экономической эффективности фотоэлектрической насосной установки	102
Шавазов А.А., Эшкузиев Х.М., Ишанова Д.А., Норбоев А.Э. Анализ энергоэффективных режимов работы и параметров каскадных насосных станций	110
Юлдошов Б.А., Тошпулатов С.Ф., Каршиев Ш.Ж. анализ энергетических показателей фотоэлектрической установки мощностью 70 кВт, подключенной к электрической сети	118
Жонкобилов У.У., Ражабов У.М., Жонкобилов С.У. Расчет гасителя гидроудара с повышения давления	127
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ	
Тураев У.У., Бобомирзаев П.Х. Влияние повторных видов культуры на урожайность озимой пшеницы	134
ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ	
Сидоров В.А., Болик А.В. Цифровые инновации: Современное хозяйство и тенденции развития	139

Решением Совета ВАК Республики Узбекистан журнал «Инновационные технологии» включен в перечень научных изданий, рекомендуемых для публикации основных научных результатов докторских диссертаций по следующим отраслям науки:

04.00.00 - ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

05.00.00 - ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

06.00.00 - СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

08.00.00 - ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Журнал «Инновационные технологии» в 2023 году включен в базу данных РИНЦ интегрированного научного информационного портала eLIBRARY.RU

Журнал выходит каждые три месяца



INNOVATIVE TECHNOLOGIES

ISSN 2181-4732

Scientific Journal was
founded
in 2010

**Volume 55,
Number 3, 2024**

Scientific journal was
published since March 2011

Founder:
Karshi engineering economics institute

EDITORIAL BOARD:

Editor in Chief:
BAZAROV O.SH.
Deputy Chief Editor:
Doctor of technical sciences, professor
Uzokov G.N.
Executive secretary:
Candidate of Technical Sciences
Rakhmatov M.I

Members of the editorial board:

Abdurakhmanov, K.Kh., DSc,
Prof., Academician of the Academy of
Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Zokhidov, R.A., DSc, Prof.,
Academician of the Academy of Sciences of
the Republic of Uzbekistan,
Igamberdiev, Kh.Z., DSc, Prof.,
Academician of the Academy of Sciences of
the Republic of Uzbekistan,
Sednin, V.A., DSc, Prof. (Belarus)
Aldoshin, N.V., DSc, Prof. (Russia)
Khanov, N.V., DSc, Prof. (Russia)
Manokhina, A.A., DSc, Prof. (Russia)
Gibadullin, A.A., Ph.D., Associate Professor
(Russia)
Voynash S.A., DSc, Prof. (Russia)
Pulyayeva, V.N., Ph.D., Associate Professor
(Russia)
Morkovkin, D.Y., PhD, Associate Professor
(Russia)
Perskaya, V.V., DSc, Prof. (Russia)
Molchanov, I.N., DSc, Prof. (Russia)
Xarchenko, V.V., DSc, Prof. (Russia)
Sidirov, V.A., DSc, Prof. (Russia)
Mixtiyeva, A., PhD, Associate Professor
(Azerbaijan)
Sadridinov, M.I. PhD, Associate Professor
(Tajikistan)
Abdelhamid, M.A., PhD. (Arab Republic of
Egypt)

CONTENTS

GEOLOGICAL AND MINERALOGICAL SCIENCES

Oripova, Sh.K., Akramov, B.Sh., Adizov, B.Z. Selecting lift column drop depth and diameter to provide liquid extraction conditions	7
Umurzakov, R.A., Akhmedov, Kh.R., Dononov, J.U. Ranking paleotectonic analysis of age and spatial relationship of local structures formed at different stages of mesozoic-cenozoic history in the central part of the Bukharo-Khiva region	17
Mukhammadiyev, Kh.M. Justification of technology for conducting thermometric studies of gas wells	26

TECHNICAL SCIENCES

Ochilov, L.I., Davlonov, Kh.A., Mirzaev, M.S., Samiev, K.A. Determination of heat capacity and heat conductivity coefficient of phase transition materials using the T-HISTORY method	33
Shamurotova, S.M. Analysis of articles published in the scopus database on the study of increasing the energy efficiency of flat-plate solar water heating collector	42
Uzakov, G.N., Toshmamatov, B.M., Kamolov, B.I. Mathematical modeling of the thermal regime of a typical rural house	50
Kuziev, O.A. Calculation of heat loss through chamber walls of multifunctional heliotechnical device	58
Mirzaev, Sh.M., Ibragimov, S.S., Kodirov, J.R., Khamraev, S.I. Upgrade of solar indirect drying plant with natural ventilation	66
Tursunov, M.N., Sabirov, Kh., Alikulov, R.B., Xolov, U.R. Comparison of new generation photothermal batteries, effectively operating in dry climates in spring and summer seasons	74
Raxmatov, D.T. Technological scheme of pyrolysis device with solar collector	82
Gayibov, T.Sh., Toshev, T.U. Development of methods for selecting the optimal composition of equipment in power plants operating with renewable energy resources	91
Urishev, B., Kuvatov, U.J., Umirov, A.P. Determining the economic efficiency of a photovoltaic pumping unit	102
Shavazov, A.A., Eshkuziyev, Kh.M., Ishanova, D.A., Norboev, A.E. Analysis of energy-efficient operating modes and parameters of cascade pumping stations	110

Agzamov, A.Kh., DSc, Prof.
 Umurzakov, R.A., DSc, Prof.
 Bakiev, M.R., DSc, Prof.
 Bobomirzaev, P.Kh., DSc, Prof.
 Jonkobilov, U.U., DSc, Prof.
 Mamatov, F.M., DSc, Prof.
 Urishev, B., DSc, Prof.
 Alikulov, S.R., DSc, Prof.
 Avlakulov, M., DSc, Prof.
 Eshev, S.S., DSc, Prof.
 Ermatov, N.Kh., DSc, Prof.
 Ergashev, R.Kh., DSc, Prof.
 Khamraeva, S.N., DSc, Prof.
 Akhmedov, A.N., DSc, Prof.
 Shodiev, A.N., DSc, Associate Professor.
 Eshkobilov, O.Kh., DSc, Associate Professor.
 Chuyanov, D.Sh., DSc, Prof.
 Rakhimov, O.D., PhD, prof.
 Yarboboiev, T.N., PhD, prof.
 Panjiev, S.A., PhD, Associate Professor

Technical editor: Togaev I.Y.

Analytical group:
 Mamatov F.M., Ergashev R.Kh.,
 Uzokov G.N., Ermatov N.Kh.

Address:

180100, Karshi city,
 Mustakillik street, 225
 Telephone: 75 221 09 23
 +998 93 421 70 76

Website: <https://ojs.qmii.uz/index.php/it>

E-mail: innotex@qmii.uz

A license agreement was concluded with
 Scientific Electronic Library LLC No. SIO-
 7755/2023
 from 06/15/2023

The journal was registered by the press and
 information department of Kashkadarya
 region on October 4, 2010 and a certificate

was issued

No. 14-063.

Publication index - 4074

ISSN 2181-4732

E-ISSN 2181-4015

Issue 55

Delivered for set – 22/09/2024.

Signed for printing – 25/09/2024.

Publication date: 25/09/2024.

Format 60x84 1/8. The time has been set.
 Conditional printed sheet 7.56. Printed sheet
 7.50. Circulation 100. Order No. 153.

Published in the publishing house

"INTELLECT" KIEI, Karshi,

Mustakillik street, 225

Yuldoshov, B.A., Tashpulatov, S.F., Karshiev, Sh.J. Analysis of the energy indicators of the 70 kW photoelectric station connected to the electric network	118
Jonkobilov, U.U., Rajabov, U.M., Jonkobilov, S.U. Calculation of a water hammer absorber with pressure increase	127
AGRICULTURAL SCIENCES	
Turaev, U.U., Bobomirzaev, P.Kh. Influence of repeated culture types on the yield of winter wheat	134
ECONOMIC SCIENCES	
Sidorov, V.A., Bolik, A.V. Digital innovations: modern economy and development trends	139

By the decision of the Council of the Higher Attestation Commission of the Republic of Uzbekistan, the journal "Innovative Technologies" is included in the list of scientific publications recommended for the publication of the main scientific results of doctoral dissertations in the following fields of science:

04.00. 00 - GEOLOGICAL AND MINERALOGICAL SCIENCES

05.00.00 - TECHNICAL SCIENCES

06.00.00 - AGRICULTURAL SCIENCES

08.00.00 - ECONOMIC SCIENCES

In 2023, the journal "Innovative Technologies" is included in the RSCI database of the integrated scientific information portal eLIBRARY.RU

The journal is published every three months

**GEOLOGIYA-MINERALOGIYA FANLARI / GEOLOGICAL
AND MINERALOGICAL SCIENCES**

UO‘K: 553.981.2

**SUYUQLIKNI OLIB CHIQARISH SHARTLARINI TA’MINLASH UCHUN LIFT
KOLONNASINING TUSHISH CHUQURLIGI VA DIAMETRINI TANLASH**

Oripova Shahlo Karimovna¹ – doktorant (PhD),
ORCID: 0009-0000-1990-8009, E-mail: oripovashahlo1991@umail.uz
Akramov Baxshillo Shafiyeovich² - texnika fanlari nomzodi, professor,
E-mail: akramov_bahsh@mail.ru
Adizov Bobirjon Zamirovich³ - texnika fanlari doktori, professor,
ORCID: 0000-0002-7620-1525, E-mail: bobirjon_adizov@mail.ru

¹Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti, Qarshi sh., O‘zbekiston

²I.M. Gubkin nomidagi Rossiya davlat neft va gaz universiteti Toshkent shahridagi filiali,
Toshkent sh., O‘zbekiston

³O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti,
Toshkent sh., O‘zbekiston

***Annotatsiya.** Bugungi kunda dunyoda qazib olinishi qiyin bo‘lgan tabiiy gaz zahiralarning ortib borishi, mahsuldor qatlamlarning suvlanishi natijasida o‘z-o‘zidan quduqlar debitining pasayib borish holatlari yildan-yilga ortib bormoqda. Gaz va gazkondensat quduqlarini ishlatishda quduq tubida suyuqlik yig‘ilishi sodir bo‘ladi. Quduq tubida suyuqlik yig‘ilishining sababi gaz oqimining to‘liq olib tashlash uchun yetarli emasligidir. Ushbu maqolada Schlumberger kompaniyasining PIPESIM dasturiy paketidan foydalangan holda gaz va gazkondensat konlarini ishlatishning asosiy muammosi, quduq tubida qatlam va kondensatsiya suyuqligi yig‘ilmasdan barqaror ishlashni ta’minlaydigan quduqning texnologik ish rejimini aniqlash yechimi ko‘rib chiqildi. Alan konidagi 118-sonli quduqda gaz tarkibini aniqlash va barqaror holatdagi sizish rejimlari bo‘yicha gaz-gidrodinamik tadqiqotlar natijalari asosida quduqning ish rejimlarini hisoblash uchun vertikal gaz qudug‘ining turli diametrli quvurlari maketi qurildi. Suyuqlikni olib tashlash shartlarini ta’minlash uchun lift kolonnasining tushish chuqurligi va diametrini tanlash bo‘yicha tavsiyalar berildi. PIPESIM dasturiy ta’minoti asosida lift kolonnasi diametri 60 mm yoki undan kam bo‘lishi ilmiy asoslanib ko‘rsatilgan.*

***Kalit so‘zlar:** gaz va gazkondensat konlari, quduq tubi, suyuqlik yig‘ilishi, oqim tezligi, lift kolonnasi, konsentrik lift kolonnasi, nasos kompressor quvuri, shtutser.*

УДК: 553.981.2

**ВЫБОР ПО ГЛУБИНЕ СПУСКА ЛИФТОВОЙ КОЛОННЫ И ДИАМЕТРА ДЛЯ
ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСЛОВИЯ УДАЛЕНИЯ ЖИДКОСТИ**

Орипова Шахло Каримовна¹ - докторант (PhD)
Акромов Бахшилло Шафиевич² - кандидат технических наук, профессор
Адизов Бобиржон Замирович³ - доктор технических наук, профессор

¹Каршинский инженерно-экономический институт, г. Карши, Узбекистан

²Филиал Российского государственного университета нефти и газа имени И.М. Губкина
в г. Ташкенте, Узбекистан

³Институт общей и неорганической химии Академии наук Республики Узбекистан,
г. Ташкент, Узбекистан

Аннотация. Сегодня в мире в результате увеличения запасов труднодобываемого природного газа, обводнения плодородных пластов, частота снижения дебита скважин растет из года в год. При эксплуатации газовых и газоконденсатных скважин происходит скопление жидкости на забое скважины. Причина скопления жидкости на забое скважины заключается в том, что притока газа недостаточно для ее полного удаления. В данной статье рассматривается решение основной задачи разработки газовых залежей с применением программного комплекса PIPESIM компании Schlumberger – определение технологического режима эксплуатации скважины, которое обеспечивает устойчивую работу без скопления в забое пластовой и конденсационной жидкости. На основе результатов определения состава газа и газогидродинамических исследований на установившихся режимах фильтрации, проведенных на скважине № 118 месторождения Алан была построена модель вертикальной газовой скважины для расчета режимов работы скважины с лифтовой колонны различного диаметра. Даны рекомендации по глубине спуска и выбора диаметра лифтовой колонны для обеспечения условия выноса жидкости. На основе программного обеспечения PIPESIM научно доказано, что диаметр лифтовой колонны составляет 60 мм и менее.

Ключевые слова: газовые и газоконденсатные месторождения, забой скважины, накопление жидкости, приток газа, лифтовая колонна, концентрическая лифтовая колонна, насосно-компрессорная колонна, штуцер.

UDC: 553.981.2

SELECTING LIFT COLUMN DROP DEPTH AND DIAMETER TO PROVIDE LIQUID EXTRACTION CONDITIONS

Oripova, Shakhlo Karimovna¹ - Doctoral student (PhD)

Akramov, Bakhshillo Shafievich² - Candidate of Technical Sciences, professor

Adizov, Bobirzhon Zamirovich³ - Doctor of Technical Sciences, professor

¹ Karshi Engineering-Economics institute, Karshi city, Uzbekistan

² Branch of the Russian State University of Oil and Gas named after I.M. Gubkin in Tashkent, Uzbekistan

³ Institute of General and Inorganic Chemistry of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Tashkent city

Abstract. Today, due to the increase of hard-to-extract natural gas reserves in the world, as a result of the liquefaction of productive layers, the cases of the decrease in the flow rate of wells are increasing year by year. When using gas and gas condensate wells, liquid accumulation occurs at the bottom of the well. The cause of fluid accumulation in the bottom of the well is that the gas flow is not sufficient for complete removal. In this article, the main problem of using gas and gas condensate deposits using the PIPESIM software package of the Schlumberger company, the solution to determine the technological mode of operation of the well, which ensures stable operation without accumulation of formation and condensate liquid at the bottom of the well, was considered. A model of vertical gas well pipes of different diameters was built to determine the gas composition in well No. 118 in the Alan field and to calculate the operating modes of the well based on the results of gas-hydrodynamic research on steady-state flow regimes. To ensure the conditions of liquid removal, recommendations were made on the selection of the depth of the lift column and the diameter of the lift column. Based on the PIPESIM software, it has been scientifically proven that the lift column diameter is 60 mm or less.

Keywords: gas and gas condensate fields, well bottom, liquid accumulation, flow rate, lift column, concentric lift column, pump compressor pipeline, nozzle.

Kirish

Ishlatishning yakuniy bosqichida, odatda, quduqlarning ish sharoitlarini yomonlashtiradigan va ishlab chiqarish imkoniyatlarini kamaytiradigan ko'plab muammolar paydo bo'ladi [1, 2]. Ko'tarilayotgan gaz oqimining past tezliklari tufayli yer yuzasiga olib chiqilmaydigan suyuqlikning quduq o'zagi va quduq tubida to'planish jarayoni ana shunday muammolardan biridir. Quduq tubida suyuqlik yig'ilishi bilan gidrostatik bosim ortib, gaz oqimini keltirib chiqaradi [3, 4]. Natijada quduqlarning o'z-o'zidan tiqilishiga olib keladi [5].

Quduq tanasida yuqoriga qarab gaz oqimi tezligining pasayishi bir qator tabiiy va texnologik omillar bilan bog'liq. Amaldagi oqim tezligining pasayishi, quduq bo'ylab kondensatsiyalangan suyuqlik miqdorining ko'payishi va quduqlarni ishlatishda qatlam suvining paydo bo'lishi tabiiy sabablardir. Quduq tanasida suyuqlikning yig'ilishi gaz oqimining pastligi sababli yomon kollektor xususiyatlariga ega bo'lgan konlarda quduqda qazib olingandan so'ng darhol sodir bo'ladi [6, 7].

Konlarni ishlatishning yakuniy bosqichidagi konlar soni doimiy ravishda o'sib borayotganligi sababli, quduq tubida yig'ilgan suyuqlikni olib tashlash muammosi tobora dolzarb bo'lib bormoqda. Quduqda gaz oqimining kritik qiymatdan past bo'lganida suyuqlikning yig'ilishi gaz va kondensat olish jarayonini murakkablashtiradi, quduq unumdorligini pasaytiradi va o'z-o'zidan tiqilishiga olib keladi [8, 9].

Konlarni ishlatishning yakuniy bosqichida mahsuldor qatlamni suvlanganligi, shuningdek, quduq tubida suyuqlik to'planishi tufayli quduqlarning o'z-o'zidan tiqilishiga va gaz debitining kamayishiga olib keladi [10, 11, 12, 13, 14].

Gaz oqimining pastligi natijasida Alan konida suv yig'ilishi sodir bo'lgan. O'rtacha suvlanish 36% ni tashkil etadi. Alan konidagi gazkondensat quduqlari tubida suyuqlik yig'ilishi va quduqda ajralib chiqadigan gaz miqdorining kamayishi hisobiga murakkabroq ishlaydi [15, 16].

Alan gazkondensat konining gazi vodorod sulfid, karbonat angidrid va uglevodoroddan iboratdir. Metan miqdoriy hajm bo'yicha 90,12%, azot - 0,60%, karbonat angidridning hajm ulushi - 3,50%, vodorod sulfid - 0,08% ga teng. +20 °C da qatlam gazining o'rtacha zichligi 0,765 kg/m³, nisbiy massasi 0,635 ni tashkil qiladi. Kollektor gazidagi kondensatning hozirgi potensial tarkibi minimal qiymatga yetdi va 22,8 g/sm³ ni tashkil qiladi.

Alan konidagi 118-sonli quduqda gaz tarkibini aniqlash va barqaror holatdagi filtrlash rejimlari bo'yicha gaz-gidrodinamik tadqiqotlar natijalari asosida quduqning ish rejimlarini hisoblash uchun vertikal gaz qudug'ining turli diametrli quvurlari maketi qurildi. Gaz tarkibi 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

Gaz tarkibi haqida ma'lumot

Komponent	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	C ₅ H ₁₂	C ₆ H ₁₄	CO ₂	H ₂ S	N ₂	Jami
Mol ulushi, %	90,14	2,84	0,876	0,159	0,156	0,348	4,583	0,07	0,515	100

Stabil holatdagi filtrlash rejimlarida quduqning ishlash parametrlari 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval

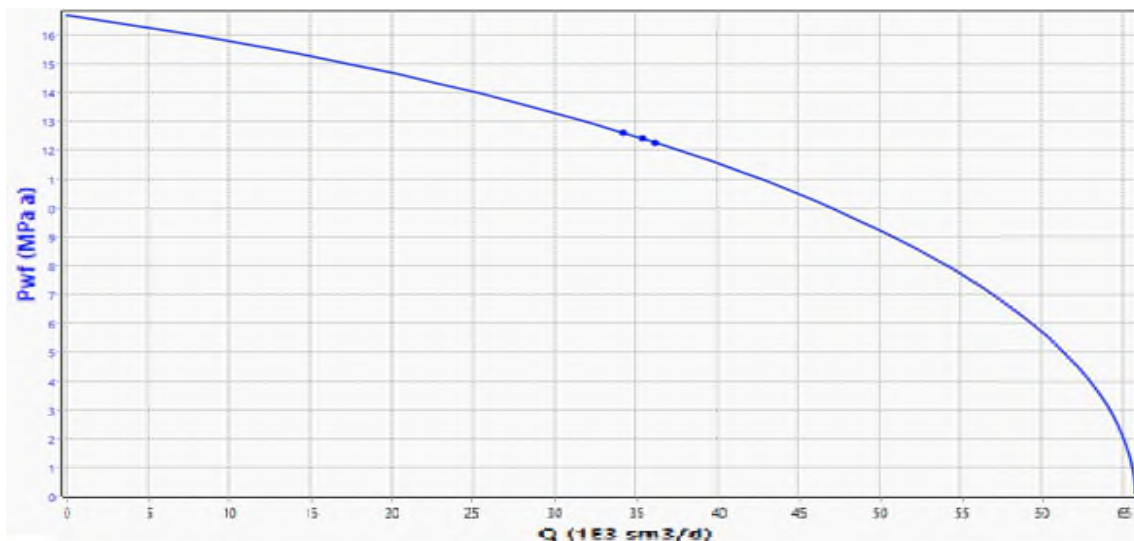
Stabil holat sharoitida tadqiqotlarning asosiy natijalari

Shtutser diametri, mm	Harorat, °C		Bosim, MPa			Debit	
	Quduq usti	Quduq tubi	Quvur ichi	Quvur orti	Quduq tubi	Gaz ajratish, ming m ³ /kun	Suv, m ³ /kun
24	50	83,5	6,93	7,9	12,28	36,26	0,44
22	48	82,5	7,27	7,52	12,42	35,5	0,43
20	46	81,5	7,7	7,41	12,62	34,32	0,40

Material va metodlar

Schlumberger kompaniyasining PIPESIM dasturiy paketidan foydalangan holda gaz va gazkondensat konlarini ishlatishning asosiy muammosi quduq tubida qatlam va kondensatsiya suyuqligi yig'ilmasdan barqaror ishlashni ta'minlaydigan quduqning texnologik ish rejimini aniqlash yechimi ko'rib chiqildi.

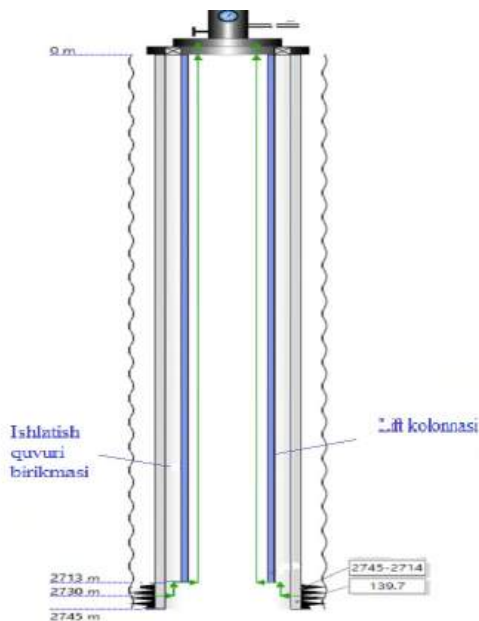
Qatlam bosimi 16,7 MPa va harorati 113 °C bo'lgan yura uyumiga kirib boradigan 118-sonli quduq uchun barqaror holatdagi filtrlash rejimlarida o'tkazilgan gaz-gidrodinamik tadqiqotlarni inobatga olgan holda oqim modeli, ya'ni kirish egri chizig'i olingan (1-rasm).



1-rasm. Gaz oqimining egri chizig'i

Shunga ko'ra, model quyidagi ma'lumotlar asosida qurilgan: vertikal quduq, diametri 89 mm bo'lgan quvur 2713 m chuqurlikka tushirildi, perforatsiya oralig'ining o'rtasi chuqurligi 2729,5 m bo'lgan. Diametri 139,7 mm li ekspluatatsion kolonna 2745 m chuqurlikka tushirilgan. Lift kolonnasi konstruksiyasida paker tushirilmaydi. Vertikal ko'p fazali oqim tezligini cheklashda Gray modified texnikasi ishlatilgan. Oqim tezligini cheklash parametrlariga va lift kolonnasining qo'llaniladigan o'lchamlari, kondensat va suv nisbati bo'yicha mos keladi. Bundan tashqari, quduq bo'ylab haqiqiy bosim o'lchovlari natijalarini inobatga olgan holda hisob-kitoblarni tahlil qilish Gray modified texnikasi vertikal oqim uchun modifikatsiyalangan quduqning shartlariga to'g'ri kelishini ko'rsatdi.

Vertikal gaz qudug'i modeli 2-rasmda ko'rsatilgan.



2-rasm. Vertikal gaz quvuri modeli

Gaz tarkibida kondensatsiya suvi bo'lganligi sababli, quduq tubi va nasos kompressor quvuri (NKQ)dagi gaz tezligini nazorat qilish kerak. Gaz quvur orqali NKQga uning harakat tezligi oshadi, amalda ular quvur tubi qismi uchun minimal ruxsat etilgan gaz tezligining shartli qiymatidan kelib chiqadi. Biroq, dasturiy ta'minotdan foydalanib, quvurlarning butun uzunligi bo'ylab parametrlarini hisoblash mumkin.

PIPESIM da ko'rib chiqilayotgan quduqdagi kritik gaz oqimini tahlil qilish uchun suyuqlikni tushish tezligi koeffitsiyenti (*LLVR* - Liquid loading velocity ratio) parametri ishlatilgan, ya'ni suyuqlikni ko'tarish uchun minimal gaz tezligining haqiqiy gaz tezligiga nisbati:

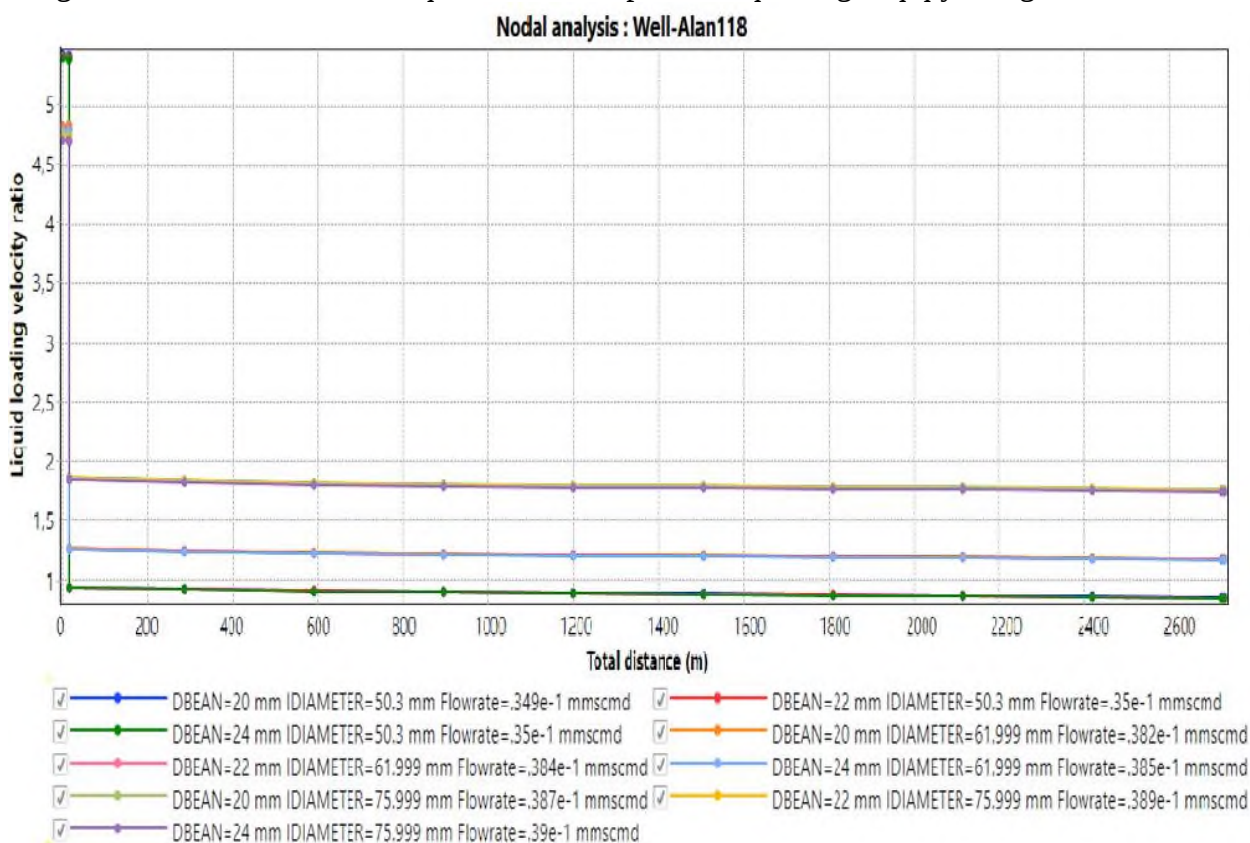
$$LLVR = v_{krit} / v_{fakt},$$

bu yerda: v_{krit} - kritik gaz tezligi, m/c; v_{fakt} - gazning haqiqiy tezligi, m/s.

$LLVR \geq 1$ bo'lsa, quduq tubida suyuqlik yig'ilishi sodir bo'ladi. Bu muammo grafik jihatdan tahlil qilindi.

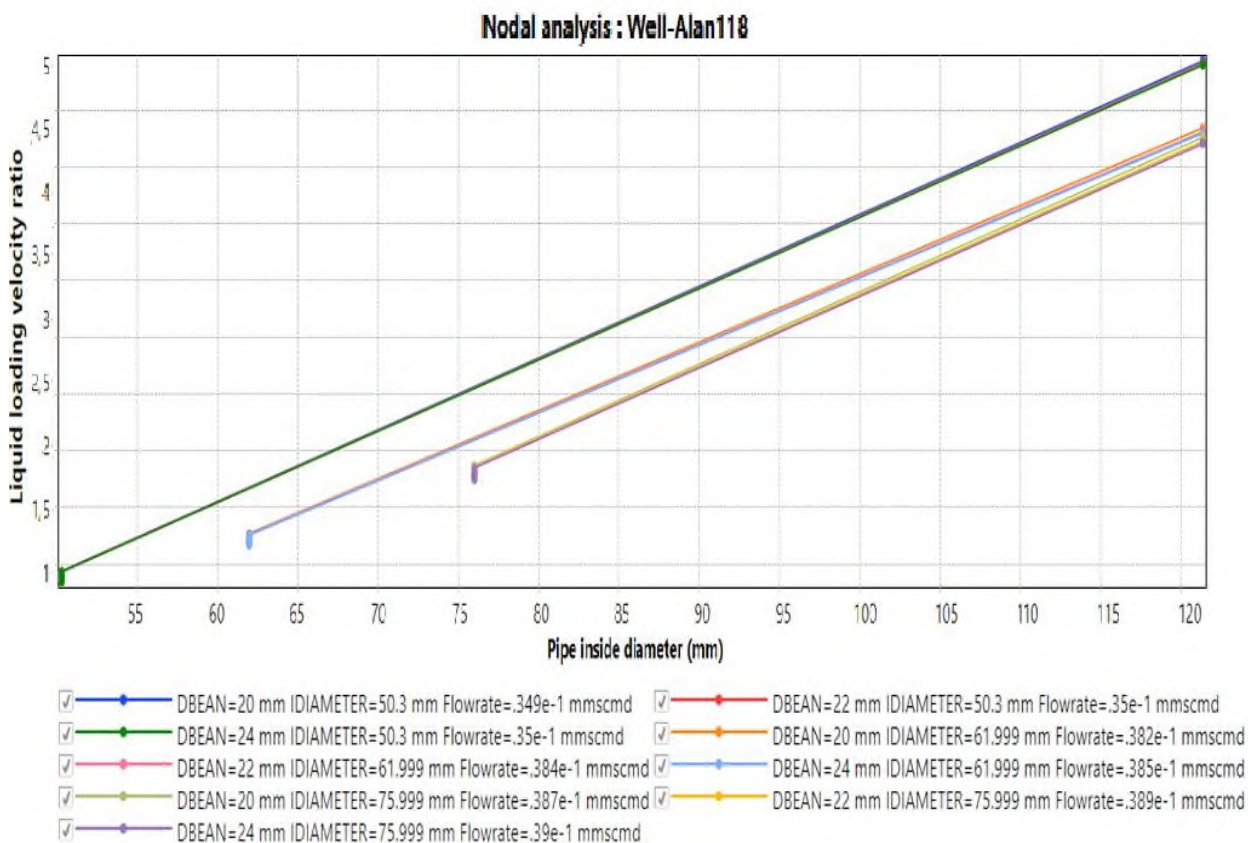
Tadqiqot natijalari

Suyuqlikni tushish tezligi koeffitsiyentining lift uzunligiga bog'liqligi grafigidan (3-rasm) ko'rinib turibdiki, ko'targichning diametridan qat'iy nazar, suyuqlikni pastki qismdan olib tashlash bilan bog'liq muammo mavjud: quduq tubi qismidagi koeffitsiyent qiymati 1 dan katta. Shunga ko'ra, bu muammoni hal qilish uchun ko'p fazali oqimning haqiqiy tezligini oshirish kerak.



3-rasm. Suyuqlikni tushish tezligi koeffitsiyentining lift ko'targich uzunligiga bog'liqligi

Grafik tahlili natijasida suyuqlikni tushish tezligi koeffitsiyenti va NKQning ichki diametri o'rtasida ma'lum bir aniqlik o'rnatildi (4-rasm). Ko'targichning ichki diametri kamayganda, suyuqlikni tushish tezligi koeffitsiyenti qiymati kamayadi. Shunday qilib, NKQni kichikroq diametrli NKQ bilan almashtirish dispers suyuqlikni yanada samarali olib tashlashga yordam beradi.



4-rasm. Suyuqlikni tushish tezligi koeffitsiyentining ko'targich diametriga bog'liqligi

Tadqiqot natijalari tahlili

O'tkazilgan hisob-kitoblarga ko'ra, lift kolonnasining standart o'lchamidan va quduqning ish rejimidan qat'iy nazar, lift kolonnasini boshmoqning yuqoriga tushirish chuqurligini hisobga olgan holda (ko'rib chiqilayotgan holatda 16,5 m) perforatsiya oralig'ining o'rtasi, quduq tubida suyuqlikni olib tashlash uchun sharoitlar ta'minlanmagan.

Quduq tubida suyuqlikni olib tashlash uchun sharoit yaratish uchun quvur boshmog'ini perforatsiya oralig'ining o'rtasiga (2729,5 m) tushirish tavsiya etiladi. Suyuqlikni tushish tezligi koeffitsiyentining lift uzunligiga va lift kolonnasining ichki diametriga bog'liqligi grafigi qayta qurildi.

Bundan ko'rinib turibdiki, barcha tanlangan rejimlar uchun tashqi diametri 60 mm bo'lgan lift kolonnasi uchun (shtutser diametrlari 20, 22 va 24 mm), quduqning butun uzunligi bo'ylab koeffitsiyent qiymati 1 dan kam. Shunga ko'ra, faqat 60 mm diametrli NKQlar yordamida ko'rsatilgan uchta rejim uchun suyuqlikni olib tashlash sharti ta'minlanadi.

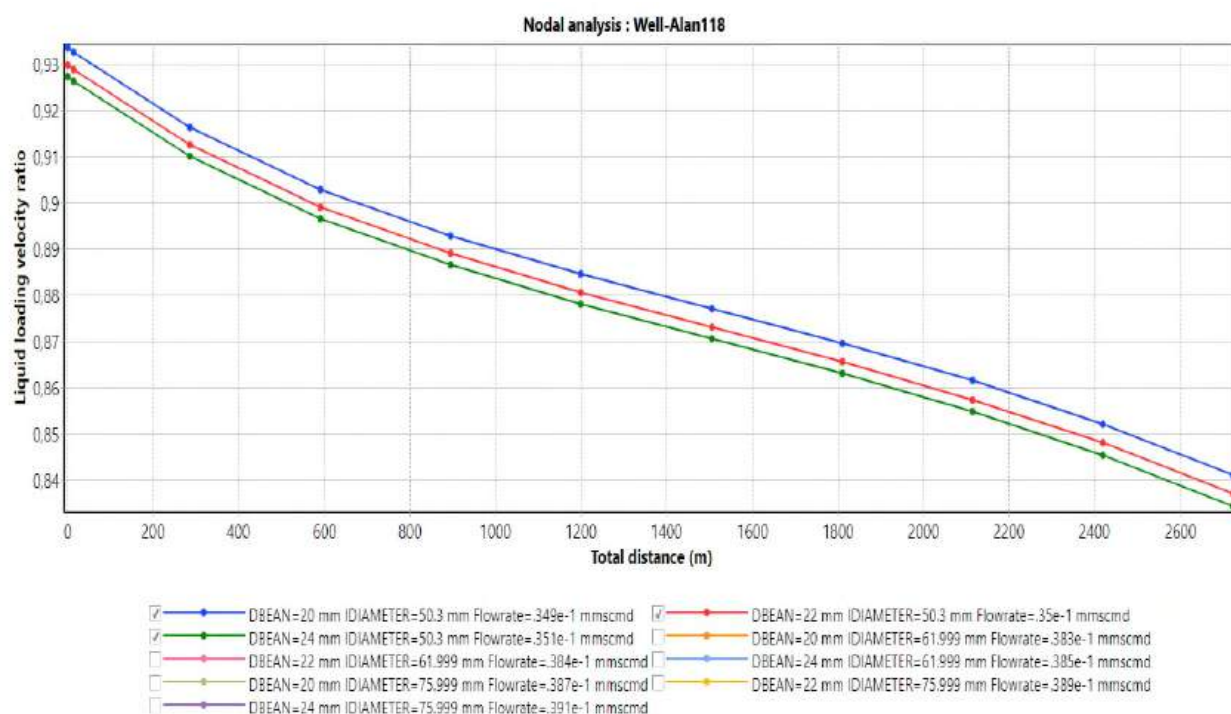
Lift kolonnasining parametrlari, rejimlari va standart o'lchamlari 3-jadvalda keltirilgan. LLVR qiymatiga ega ustundagi yashil to'ldirish suyuqlikni olib tashlash sodir bo'ladigan rejimlarni ta'kidlaydi.

Shunday qilib, quduq tubidan suyuqlikni chiqarib yuborish uchun ko'rib chiqilayotgan quduq uchun optimal rejimlar LKni perforatsiya oralig'ining o'rtasiga tushirish bilan bir qatorda eng kichik (60 mm yoki undan kam) standart o'lchamlarga ega bo'ladi (5- va 6-rasmlar).

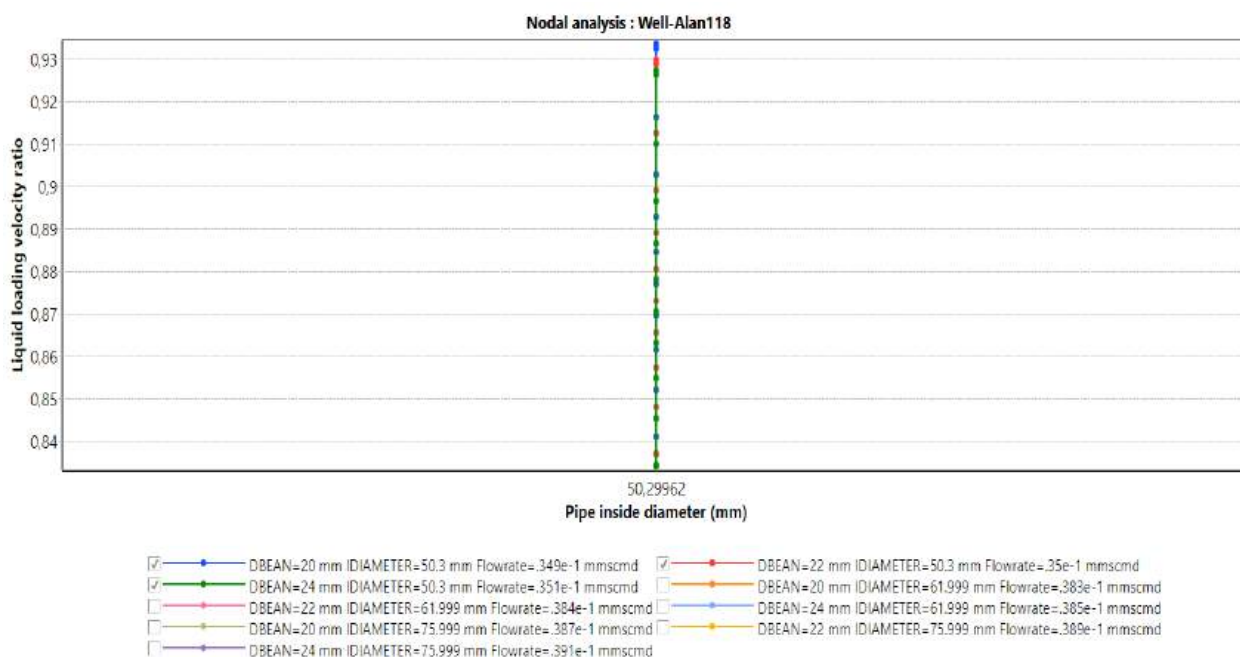
3-jadval

Quduqning ishlash rejimlari va hisob parametrlari

Shtutser diametri, mm	NKQning ichki diametri, mm	Uskunalar	Turi	Quduq tubidagi chuqurlik, m	Bosim, kgf/sm ²	Harorat, °C	Gaz tezligi, m/s	Gaz debiti, ming m ³ /kun	LLVR
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20	50,3	2745-2714	Perf.ora.	0	125,3	113,1		0,0	
		NKQ	NKQ	0	125,3	113,1	2,3	0,0	0,9
			NKQ	2729,5	69,9	48,4	3,2	0,0	0,8
		Kompyuter.	ittifoq	2729,5	69,3	48,4		0,0	
22	50,3			0	167,0	113,0		0,0	
		2745-2714	Perf.ora.	0	125,1	113,1		0,0	
		NKQ	NKQ	0	125,1	113,1	2,3	0,0	0,9
			NKQ	2729,5	69,7	48,5	3,2	0,0	0,8
		Sht.	Shtutser	2729,5	69,3	48,5		0,0	
24	50,3			0	167,0	113,0		0,0	
		2745-2714	Perf.ora.	0	124,9	113,1		0,0	
		NKQ	NKQ	0	124,9	113,1	2,3	0,0	0,9
			NKQ	2729,5	69,6	48,5	3,2	0,0	0,8
		Sht.	Shtutser	2729,5	69,3	48,5		0,0	
20	62			0	167,0	113,0		0,0	
		2745-2714	Perf.ora.	0	119,1	113,0		0,0	
		NKQ	NKQ	0	119,1	113,0	1,8	0,0	1,3
			NKQ	2729,5	70,0	46,6	2,3	0,0	1,2
		Sht.	Shtutser	2729,5	69,3	46,6		0,0	
22	62			0	167,0	113,0		0,0	
		2745-2714	Perf.ora.	0	118,8	113,0		0,0	
		NKQ	NKQ	0	118,8	113,0	1,8	0,0	1,3
			NKQ	2729,5	69,8	46,7	2,3	0,0	1,2
		Sht.	Shtutser	2729,5	69,3	46,7		0,0	
24	62			0	167,0	113,0		0,0	
		2745-2714	Perf.ora.	0	118,6	113,0		0,0	
		NKQ	NKQ	0	118,6	113,0	1,8	0,0	1,2
		Sht.	Shtutser	2729,5	69,3	46,8		0,0	
20	76			0	167,0	113,0		0,0	
		2745-2714	Perf.ora.	0	118,2	113,0		0,0	
		NKQ	NKQ	0	118,2	113,0	1,2	0,0	1,9
		Sht.	Shtutser	2729,5	69,3	43,2		0,0	
22	76			0	167,0	113,0		0,0	
		2745-2714	Perf.ora.	0	117,8	113,0		0,0	

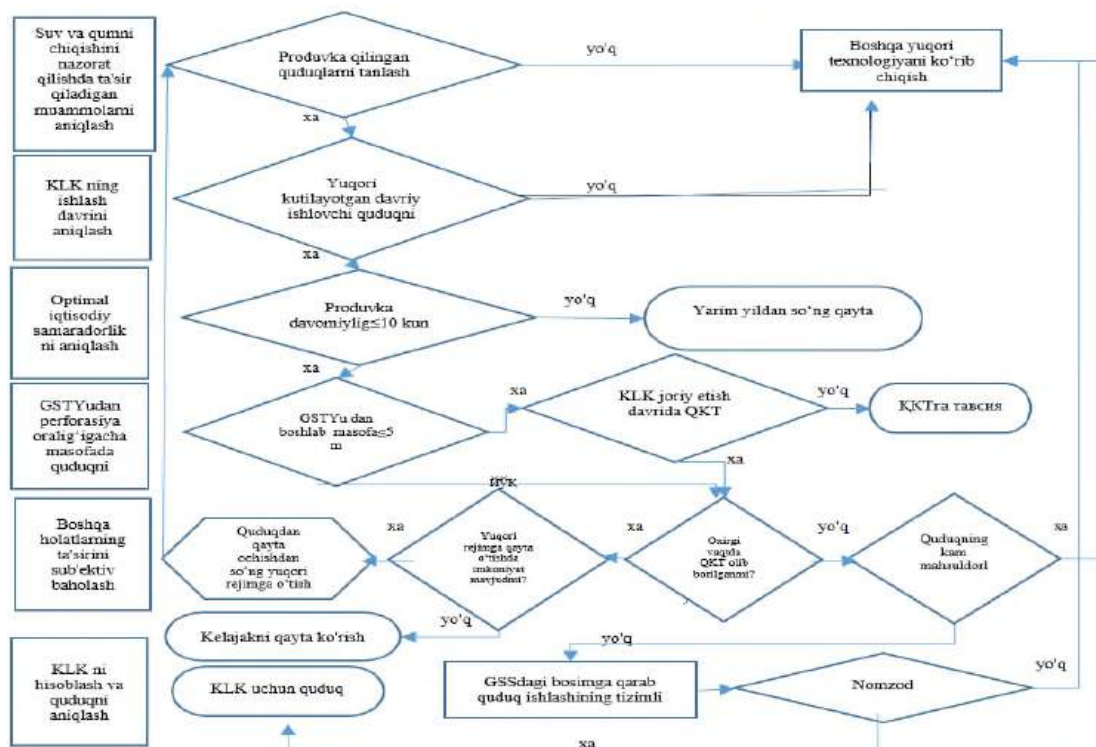


5-rasm. Suyuqlikni tushish tezligi koeffitsiyentining suyuqlik tashish qobiliyatini ta'minlaydigan lift kolonnasi rejimlari va standart o'lchamlaridagi lift uzunligiga bog'liqligi



6-rasm. Suyuqlikni chiqarib yuborishni ta'minlovchi rejimlarda va standart o'lchamlarda suyuqlikni tushish tezligi koeffitsiyentining lift diametriga bog'liqligi

Konlarda konsentrik lift kolonnasi yordamida quduqlarni ishlatish texnologiyasini joriy etish uchun maqbul quduqlarni tanlash metodologiyasi tanlab olinib, unig diagrammasi 7-rasmda ko'rsatilgan.



7-rasm. Yura davri gaz konlarida konsentrik lift kolonnasi yordamida quduqlarni ishlatish texnologiyasini joriy etish uchun maqbul quduqlarni tanlash metodologiyasining sxemasi

Xulosalar

Shunday qilib, Schlumberger kompaniyasining PIPESIM dasturiy paketidan foydalanib, gaz va gazkondensat konlarini ishlatishning asosiy muammosi quduq tubida qatlam va kondensatsiya suyuqligi yig'ilmasdan barqaror ishlashni ta'minlaydigan quduqning texnologik ish rejimini aniqlash yechimi ko'rib chiqildi. Quduq tubidan suyuqlikni chiqarib yuborish uchun ko'rib chiqilayotgan Alan konidagi 118-sonli quduqda uchun optimal rejimlar lift kolonnasini perforatsiya oralig'ining o'rtasiga tushirish bilan bir qatorda eng kichik, ya'ni 60 mm yoki undan kam standart o'lchamlarga ega bo'ladi. Konsentrik lift kolonnasi yordamida quduqlarni ishlatish texnologiyasini joriy etish uchun maqbul quduqlarni tanlash metodologiyasi tanlab olindi.

Adabiyotlar

- [1] Ли Дж., Никенс. Г., Уэллс М. (2008). Эксплуатация обводняющихся газовых скважин. Технологические решения по удалению жидкости из скважин /Перевод с английского. Москва: ООО Премиум Инжиниринг. 384 с.
- [2] Тен. В.В. (2020). Причины обводнения газовых скважин и методы их устранения. II International scientific conference., (pp. 67-69.). Москва.
- [3] Орипова Ш., Ходжамуратов С., Адизов Б. (2022.). Проблемы при эксплуатации газовых и газоконденсатных скважин. Всероссийская научно-практическая конференция Диск-2022., Часть 6., С. 122-126. Москва.
- [4] Билянский К.Б. (2020). Борьба с обводнением скважин. Молодой учёный. № 7 (297), С. 16-18.
- [5] Гасумов Э.Р. (2020). Прогнозирование времени обводнения и самозадавливания газовых скважин (на примере сеноманской залежи). Евразийский Союз Ученых. №8(77), С 19-22.
- [6] Цыганков М.С. (2018). Эксплуатация обводняющихся газовых скважин на месторождении. Международный студенческий научный вестник: –№2., С. 111-118.

-
- [7] Фык И.М., Хрипко Е.И. (2015). Основы разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений: учебник. Харьков: Фолио. – 301 с.
- [8] Орипова Ш.К., Адизов Б.З., Акрамов Б.Ш. (2023). Способы эксплуатации скважин на завершающей стадии разработки газовых и газоконденсатных месторождений. O'zMU xabarlari №3/1/1., 269-272 b.
- [9] Паникаровский Е.В., Паникаровский В.В. (2017). Методы поддержания проектных уровней добычи газа на заключительной стадии разработки месторождений. Нефть и газ. № 4, С. 80-83.
- [10] Орипова, Ш. К. (2022). Удаление жидкости из газовых скважин. Journal of Integrated Education and Research, 1(4), 283-288.
- [11] Орипова, Ш., & Адизов, Б. (2023). Технологические и технико-экономические показатели доразработки газовых и газоконденсатных месторождений. Journal of Experimental Studies, 1(3), 1-7.
- [12] Oripova Shahlo, Adizov Bobirjon, Akramov Baxshillo, & Umurzakov Azizbek. (2023). Construction of a three-dimensional geological and geophysical model of the alan field. Universum: технические науки, (3-5 (108)), 59-63.
- [13] Oripova Sh.K., Akramov B.Sh., Adizov B.Z. (2024). O'zbekiston Respublikasi gaz va gazkondensat konlari quduqlarining o'z-o'zidan tiqilishi natijasida yo'qotilayotgan tabiiy gaz miqdori. Zamonaviy ta'limda fan va innovatsion tadqiqotlar №2/11., 4-18 b.
- [14] Орипова Ш.К. Акрамов Б.Ш., Адизов Б.З. (2024). Применение разработанных твердых пенообразователей для удаления жидкости из забоя газовых и газоконденсатных скважин. Innovatsion texnologiyalar Ilmiy-texnik jurnal 1(53)-son, 7-14 b.
- [15] Oripova S., Adizov B., Akramov B., & Umurzakov A. (2023). Analysis of the results of gas hydrodynamic studies of wells at Alan gas condensate fields. Universum: технические науки, (4-8 (109)), 38-40.
- [16] Oripova, S. ., Xojamuratov , S. ., Adizov , B. ., & Akramov , B. . (2022). Innovative technique and technology for the reconstruction of gas wells without damping them with their subsequent operation in concentric lift columns. Евразийский журнал академических исследований, 2(13), 249-252. <https://in-academy.uz/index.php/ejar/article/view/7122>

УДК: 550.8+553.9

РАНГОВЫЙ ПАЛЕОТЕКТОНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВОЗРАСТНЫХ И ПРОСТРАНСТВЕННЫХ СООТНОШЕНИЙ ЛОКАЛЬНЫХ СТРУКТУР РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПОВ МЕЗОЗОЙ-КАЙНОЗОЙСКОЙ ИСТОРИИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ БУХАРО-ХИВИНСКОГО РЕГИОНА

Умурзаков Рахимжан Абдуразакович¹ – доктор геолого-минералогических наук,
профессор, ORCID: 0000-0002-6460-1089, E-mail: umrah@mail.ru

Ахмедов Холхужа Рахматуллаевич² - доктор философии по геолого-минералогическим
наукам (PhD), ORCID: 0009-0007-7715-7240, E-mail: axmedov-x-68@mail.ru

Дононов Жасур Урал угли² - доктор философии по геолого-минералогическим
наукам (PhD), ORCID: 0009-0007-7631-4769, E-mail: jasurdononov@mail.ru

¹Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова,
г.Ташкент, Узбекистан

²Каршинский инженерно-экономический институт, г. Карши, Узбекистан

Аннотация. Статья посвящена описанию результатов применения методики рангового палеотектодинамического анализа для изучения условий формирования и возрастного соотношения тектонических структур различных интервалов геологической истории мезозоя-кайнозоя в пределах центральной части Бухаро-Хивинского региона.

На основе разложения исходных материалов палеотектонических карт А.Х.Нугманова и других (данных о мощности отложений) были получены палеотектонические карты разных рангов для активных и пассивных фаз действия тектодинамических систем: ранне-средней юры, поздней юры, мела, палеогенового и неоген-четвертичного времени.

Показано, что залежи нефти и газа приурочены в основном к локальным структурам третьего ранга. Выделены различные площади по характеру наложения разновозрастных деформаций и проведен анализ приуроченности к ним залежей углеводородов.

Ключевые слова: палеотектонический анализ, ранговые карты, анализ мощностей, ранговый палеотектодинамический анализ, залежи нефти и газа.

UO‘K: 550.8+553.9

BUXORO-XIVA REGIONINING MARKAZIY QISMDA MEZOSOY-KAYNOZOY TARIXINING TURLI BOSQICHLARIDA HOSIL BO‘LGAN LOKAL TUZILMALARNING YOSHI VA MAKONDAGI MUNOSABATLARINI RUTBALI PALEOTEKTONIK TAHLILI

Umurzakov Raximjan Abdurazakovich¹ – geologiya-mineralogiya fanlari doktori, professor
Axmedov Xolxo‘ja Raxmatullaevich² - geologiya-mineralogiya fanlari bo‘yicha falsafa
doktori (PhD)

Dononov Jasur Ural o‘g‘li² - geologiya-mineralogiya fanlari bo‘yicha falsafa doktori(PhD)

¹Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti, Toshkent sh., O‘zbekiston

²Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti, Qarshi sh., O‘zbekiston

Annotatsiya. Maqola Buxoro-Xiva regionining markaziy qismi mezozoy-kaynozoy tarixida tektonik tuzilmalarining shakllanish sharoitlarini va hosil bo‘lgan vaqtini o‘rganish uchun ilk bor rutbali paleotektodinaik tahlil usulini qo‘llash natijalarini yoritishga bag‘ishlangan.

A.X.Nug'manov hamkasblari bilan tuzgan paleotektonik xaritalaridagi materiallari (chogindi qatlamlarning qalinligi) asosida tektodinamik tizimlarning faol va passiv fazalari uchun (birinchi yaqinlashishda ular erta-o'rta yura, o'rta yura, paleogen va neogen-to'rtlamchi vaqtlarga to'g'ri kelgan) turli rutbalardagi paleotektonik xaritalari olindi.

Turli yoshdagi deformatsiyalarni ustma-ust tushishi xususiyatlari bo'yicha turli maydonlar ajratilib, ularga uglevodorod uyumlarining to'planishi tahlil qilindi. Qayd etilishicha, neft va gaz uyumlari asosan uchinchi darajadagi lokal tuzilmalarda uchraydi.

Kalit so'zlar: *paleotektonik tahlil, rutbali xaritalar, qalinliklar tahlili, rutbali paleotektodinamik tahlil, neft va gaz uyumlari.*

UDC: 550.8+553.9

RANKING PALEOTECTONIC ANALYSIS OF AGE AND SPATIAL RELATIONSHIP OF LOCAL STRUCTURES FORMED AT DIFFERENT STAGES OF MESOZOIC-CENOZOIC HISTORY IN THE CENTRAL PART OF THE BUKHARO-KHIVA REGION

Umurzakov, Rakhimjan Abdurazakovich¹ - Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, professor

Akhmedov, Kholkhuja Rakhmatullayevich² - Doctor of Philosophy in Geology and Mineralogy Sciences (Phd)

Dononov, Jasur Ural ugli² - Doctor of Philosophy in Geology and Mineralogyl Sciences (Phd)

¹Tashkent State Technical University named after Islam Karimov, Tashkent city, Uzbekistan

²Karshi Engineering-Economics Institute, Karshi city, Uzbekistan

Abstract. *The article describes the results of the application of rank paleotectodynamic analysis methods for the first time to study conditions of formation and age ratio of tectonic structures of different intervals of Mesozoic-Cenozoic geological history within the central part of Bukhara-Khiva region.*

Based on the decomposition of the initial materials of the paleotectonic maps of A.Kh. Nugmanov and others (data on the thickness of deposits), paleotectonic maps of different ranks were obtained for the active and passive phases of the tectodynamic systems: the Early Middle Jurassic, Late Jurassic, Cretaceous, Paleogene and Neogene-Quaternary.

It has been shown that oil and gas deposits are mainly confined to local structures of the third rank. Different areas have been identified according to the nature of overlay of different-age deformations, and analysis of the confinement of hydrocarbon deposits to them has been carried out.

Keywords: *paleotectonic analysis, rank maps, thickness analysis, rank paleotectodynamic analysis, oil and gas reservoirs.*

Введение

Для правильной постановки поисково-разведочных работ на нефть и газ особое значение имеют знания о пространственном размещении и времени формирования структур-ловушек. По Бухаро-Хивинскому региону А.Х.Нугмановым была установлена закономерная связь приуроченности выявленных месторождений к ловушкам юрского времени зарождения, которые по его мнению имеют длительное прерывистое развитие в последующие этапы мезозой-кайнозойского развития [1]. При этом, он считает, что антиклинальные складки, сформированные в неоген-четвертичное время не продуктивные. Объясняется это тем, что они образовались после завершения региональной миграции углеводородов в Амударьинском

седиментационном бассейне с образованием первичных залежей в горизонтах юрской карбонатной толщи [1]. Этот показатель был использован им для определения приоритетных направлений ГРП. Знание условий формирования залежей нефти и газа позволяет разработать рациональную методику поисков и разведки новых месторождений и объективно оценить перспективность новых территорий в пределах изучаемого региона [2]. Вместе с тем, в научной литературе существуют данные о том, что основные продуктивные структуры были сформированы именно под действием новейших (или неоген-четвертичных) тектонических движений [3, 4, 5]. Целью настоящей работы является выделение локальных структур третьего ранга, оценка относительного возраста их формирования и связи с ними залежей нефти и газа.

Материалы и методы

При выяснении перспектив нефтегазоносности осадочного бассейна ведущая роль принадлежит тектоническому и палеотектоническому анализам [6]. Нами была использована методика рангового палеотектонического анализа, разработанная Р.А.Умурзаковым (2008) и впервые апробированная на территории центральной части БХР совместно с Х.Р.Ахмедовым и др (2023). Отличительной особенностью данной методики является выбор таких интервалов для палеотектонического анализа, которые соответствуют времени действия тектодинамических систем разных рангов [7]. Детальное описание методики оценки возрастных интервалов действия тектодинамических систем приводится в работах Р.А.Умурзаков (2008), а также в [8, 9]. Для территории западной части Тянь-Шаня и прилегающих районов Туранской плиты были определены следующие временные интервалы действия ТДС [8]: на уровне первого ранга выделено три ритма, каждый из которых имеет условно «активную» и «пассивную» фазы - в MZ-KZ выделено 5 фаз первого ранга: 1-ая фаза «активная» - раннесреднеюрская (J_{1-2}); 2-ая фаза «пассивная» - позднеюрская келловей-оксфордская ($J_3cl - ox$); 3-я фаза «активная» - конец поздней юры -неоком ($J_3 - K_1nc$); 4-ая фаза «пассивная» мел-палеоценовая ($K_1apt - P_{1-2}$); 5-ая фаза «активная» олигоцен-неоген-четвертичная (N+Q). Эти фазы иногда для краткости названы по наибольшему охвату стратиграфического интервала: нижне-среднеюрская, позднеюрская, меловая, палеогеновая и неоген-четвертичная. Для каждого этого интервала строятся ранговые составляющие палеотектонических карт на основе мощности отложений. В качестве исходных карт мощностей были использованы материалы А.Х.Нугманова и его коллег (2010) по БХР, которые в первом приближении охватывают указанные интервалы времени. Для построения ранговых карт использована методика декомпозиции – поэтапной оцифровки с осреднением на выбранных уровнях площадки окна осреднения с последующим вычитанием наложенных суммарных значений [8,9]. Была получена серия карт-схем первого, второго и третьего рангов для каждого из 5 выбранных активных и пассивных фаз интервалов мезозоя-кайнозоя. В настоящей работе полученные материалы по первой и второй ранговым составляющим не приводятся. В связи с целевой направленностью работы основной акцент сделан на описание материалов по третьей ранговой составляющей (рис.1÷3), где наиболее чётко были отражены локальные антиклинальные структуры как потенциальные ловушки залежей нефти и газа.

Как видно по рисункам 1 и 2 в неоген-четвертичное и палеогеновое время наблюдается общее сходство структурных рисунков и положений локальных структур. В неоген-четвертичное время отмечено более отчётливое проявление структур северо-восточной ориентировки, и особенно в северо-западной части территории. Анализ наложенной схемы на рисунке 3 показывает, что большинство локальных структур, сформированных в палеогене унаследованно продолжает развиваться в неоген-четвертичное время. К ним относятся следующие антиклинальные структуры: Газлийское, Джунус, Аччиккум, Кемирек, Атбакар, Караузбек, Каган, Кумрабат, Кокчи, Сарыташ, Юлдузкак, Жанубий Юлдузкак, Бештепа, Западный Кокчи, Янгикудук, Ширинбулак и Аккум, Южный Мубарек, Самантепе, Джиликаоя, Исакбобо, Помук, Майманак, Янги Миришкор, Гирсан и Северный Гирсан, Капталъ [10] .

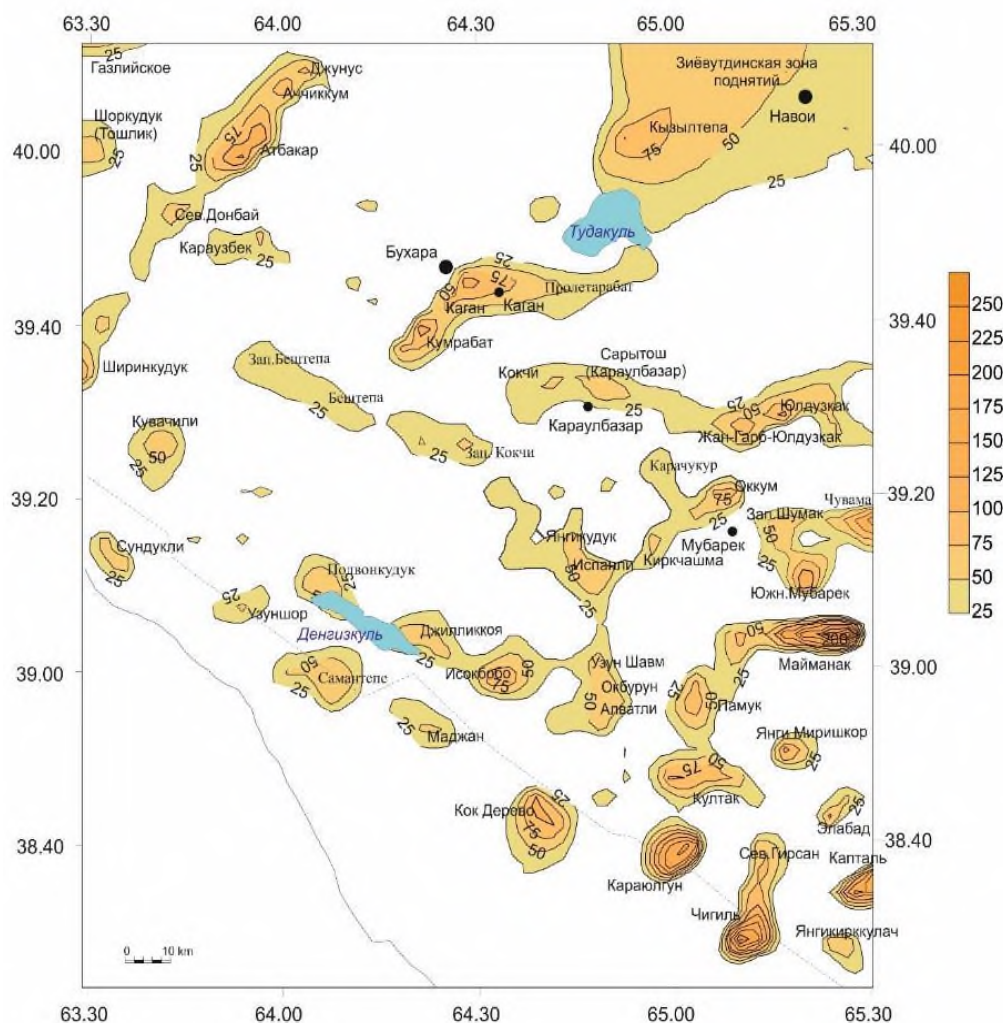


Рис.1. Локальные неоген-четвертичные структуры 3-го ранга, выявленные методом декомпозиции по данным мощности отложений (составили Р.А.Умурзаков, Х.Р.Ахмедов, 2023 с использованием материалов А.Х.Нугманова)

Из рисунка 3 видно, что обособленно выделяются отдельные палеогеновые структуры не нашедшие продолжения в последующее время – Каракуль, Орта Кудук, Киштуван, Зафар, Агачаяк. Вместе с тем, в неоген-четвертичное время появились новые структуры – Узуншор, Полвонкудук, Окбурун, Узун Шавм, Испанлы, Кок Дерево, Алватли, Караюлгун, Элабад, Янги Кирккулач [10].

К локальным структурам ранней средней юры относятся: в северо-западной части территории Газлийское поднятие, Атбакар, Шириркудук, Каракыр, Сев.Донбай, Вост. Караузбек, Бараткудук, Джангуль, Капакутан, Каландар, Нагартепа, Шаудыр, Шуртепа, Кумсултан, Шириркудук, Замонбобо, Кувачили, Полвонкудук, Исокбобо, Сарыкум, Испанлы, Янги Дарбаза, Карим-Дарбаза, Расулкудук, Майманак, Окбурун, Кокдумалак, Алан, Джапартепа, Култак, Денав, Элабад.

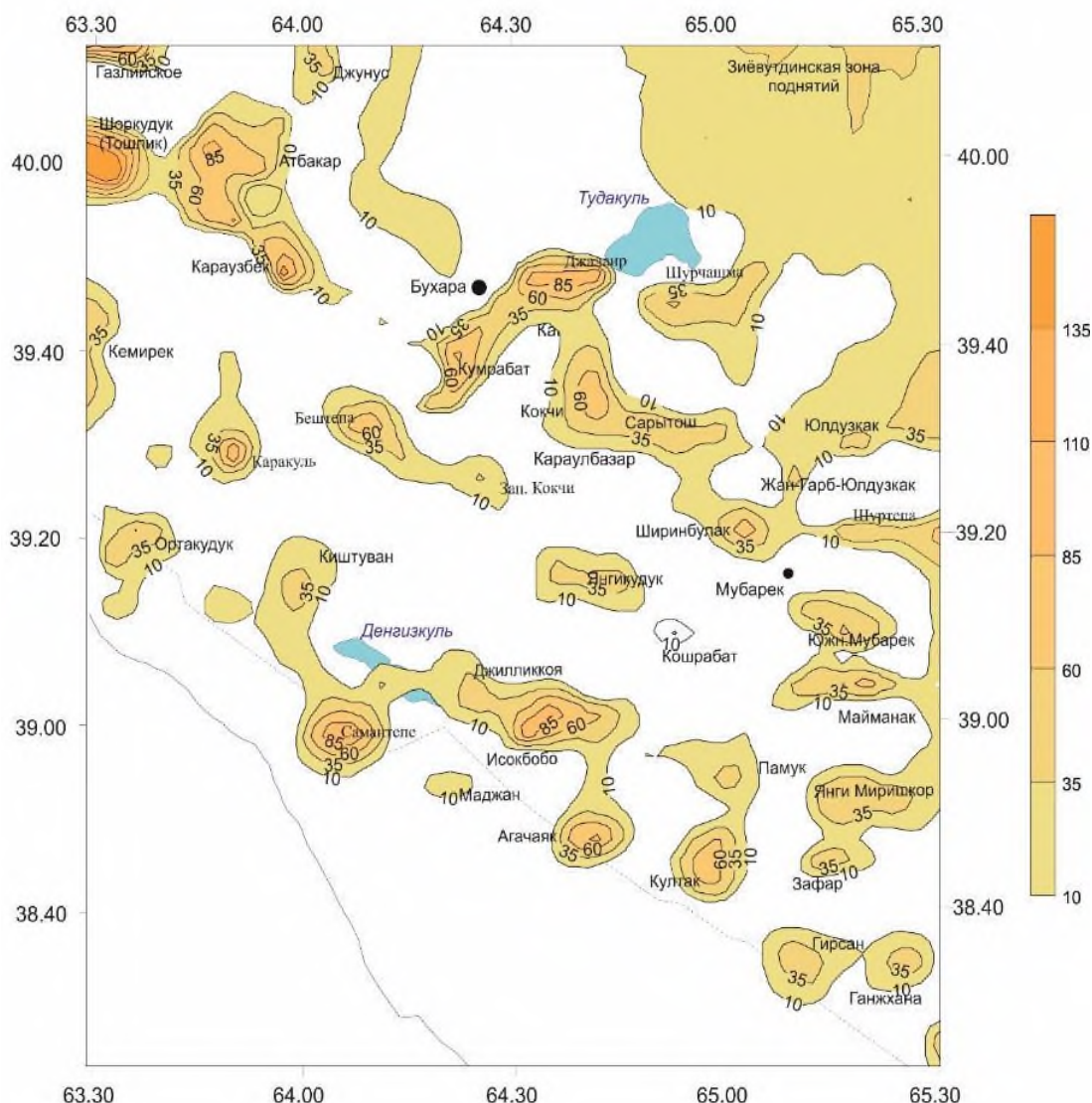


Рис.2. Локальные палеогеновые структуры 3-го ранга, выявленные методом декомпозиции по данным мощности отложений (составили Р.А.Умурзаков, Х.Р.Ахмедов, 2023 с использованием материалов А.Х.Нугманова и др. (2010))

Из них в поздней юре продолжают своё развитие – Шоркудук, Сев.Донбай, Вост.Караузбек, Бараткудук, Джангуль, Кумсултан, Испанлы, Карим-Дарбаза, Майманак, Джилькум, (совпадающий с Расулкудуком), Джапартепа, Алан, Култук, Элабад [9].

В целом видно, что в позднеюрское время большинство структур развиваются унаследованно, за исключением структур Атбакар, Замонбобо, Кувачили, Каракутан, Полвонкудук, Исаббобо.

Анализ этих схем позволяет отметить следующие особенности. Наблюдается общее существенное изменение в палеогеновое и неоген-четвертичное время структурного рисунка тектонических движений и деформаций позднеюрского времени с северо-западного на северо-восточный.

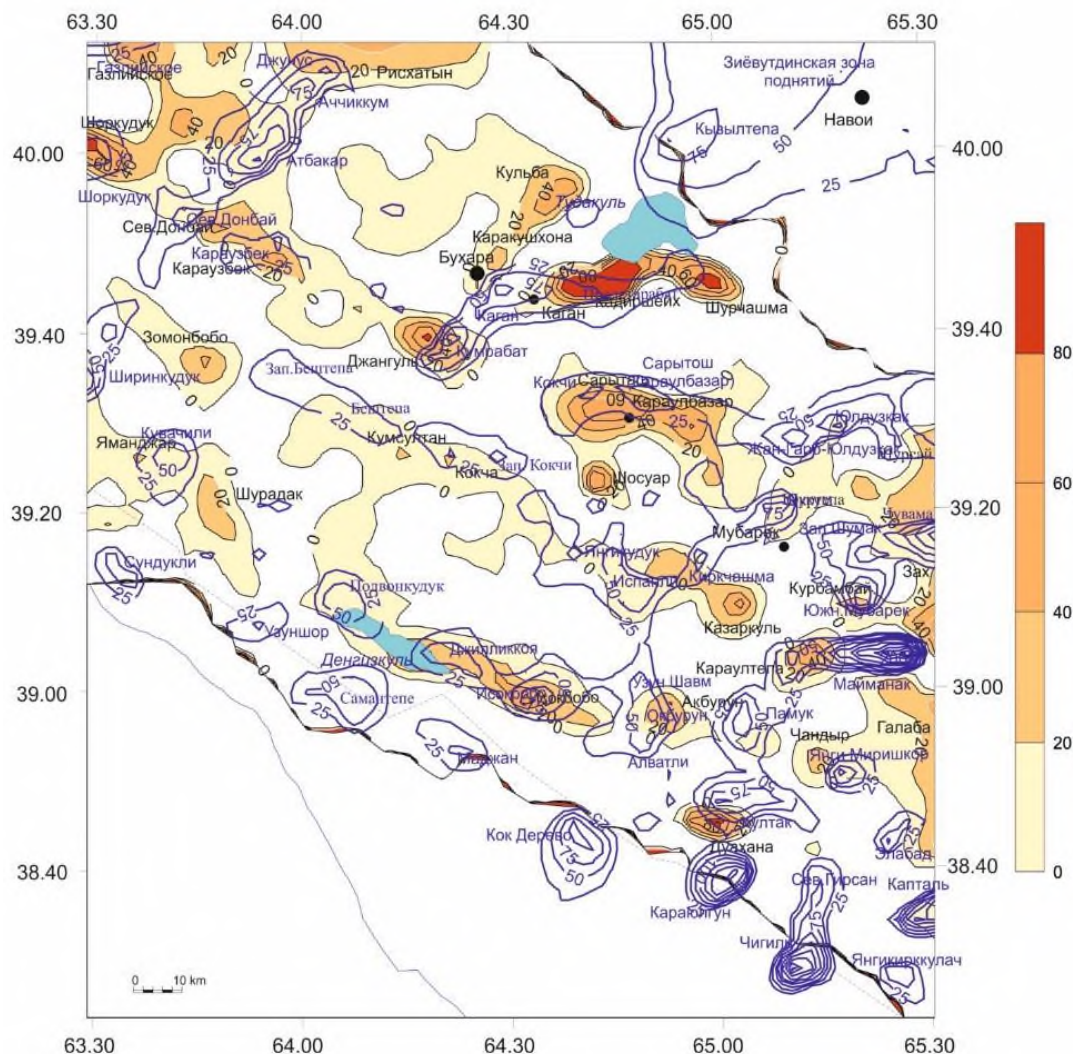


Рис. 3. Карта-схема наложения неоген-четвертичных структур (синие изолинии) на меловые, полученные методом декомпозиции (на основе данных о мощности отложений (составили Р.А.Умурзаков, Х.Р.Ахмедов, 2023 с использованием материалов А.Х.Нугманова)

На фоне этого в палеогеновое время унаследованы положения локальных структур: Шоркудук, Шапатау, Кумсултан, Майманак, Джапартепа, Путли, Каптали. На северо-западе территории проявляется небольшой фрагмент Газлийского поднятия, который начал развиваться в ранней-средней юре, продолжает свое развитие в поздней юре, палеогеновое (рис.2) и неоген-четвертичное (рис.1) время.

Обсуждения результатов

В неоген-четвертичное время унаследованы положения локальных структур позднелюрского времени Шоркудук, Сев.Донбай, Шапатау (Кокчи), Дарвазакум, Майманак, Култак, Элабад.

На основе анализа наложения структурных рисунков палеогеновых и неоген-четвертичных планов на ранне-средне юрские были выявлены две основные группы локальных структур – унаследованные и вновь образованные. Эта задача была обусловлена необходимостью проверки положения, выдвинутого А.Х.Нугмановым о том, что продуктивными структурами могут быть унаследованные и длительно развивающиеся структуры, а структуры, сформированные в неоген-четвертичное время, не могут быть продуктивными.

Это обстоятельство А.Х.Нугманов объяснял тем, что к моменту начала неогенового времени все залежи УВ были уже распределены (А.Х.Нугманов, 2010). Из приведённых рисунков видно, что основные северо-западные структуры, отмеченные в отложениях нижней-средней юры в большей мере совпадают с положениями палеогеновых структур [11]. К ним относятся Шоркудук, Сев.Донбай, Сев.Караузбек, Караузбек, Бараткудук (частично), Кушрабат, Ширинкудук, Ортакудук (частично), Кумсултан, Расулкудук, МайманакИсоокбобо, Кокдумалак (Агачалак), Памук, Култак.

При сопоставлении со схемой наложения неоген-четвертичных структур в Чарджоуской ступени более обособленно выделяются Ширинкудук, Кувачили, Полвонкудук, Джилликкия, Исокбобо, Окбурун, Памук, Култак, Майманак, Жанубий-ГарбийЮлдузкок. Вместе с тем отмечается появление новых групп структур – Атбакарская, Каганская, группы структур, отдельные поднятия Юлдузкак, Испанлы-Аккум, Зап.Шумак- Чувама.

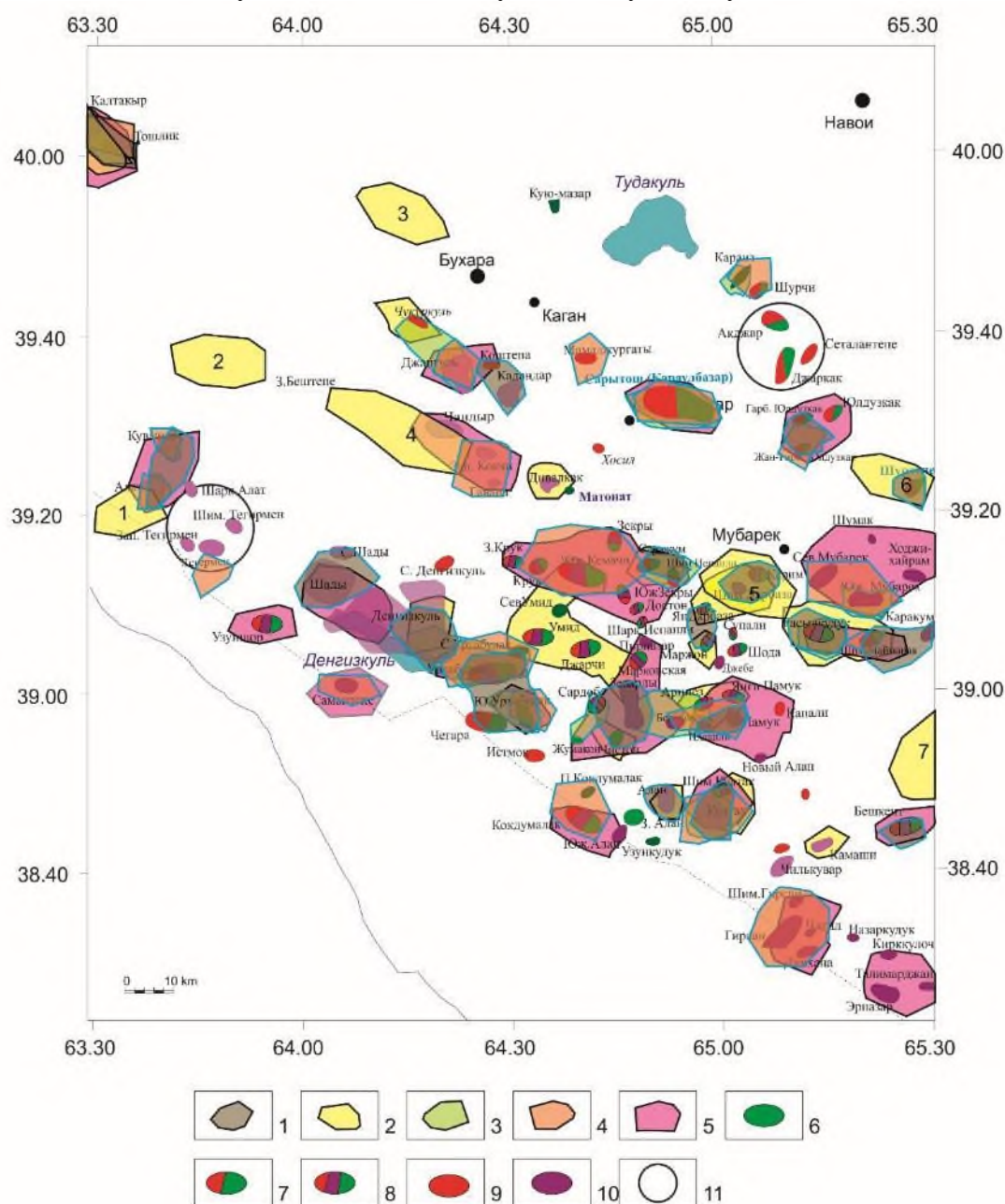


Рис.4. Карта-схема проявления локальных структур третьего ранга разных возрастных фаз мезозой-кайнозойских движений, к которым приурочены месторождения УВ
(Составили Х.Р.Ахмедов, Р.А.Умурзаков, 2023):

1 - ранне-среднеюрской (активная фаза), 2 - позднеюрской (пассивная фаза), 3 - меловой (активная фаза), 4 - палеогеновой (пассивная фаза), 5 - неоген-четвертичной (активная фаза). Месторождения УВ: 6 - нефтяные, 7 - нефтегазовые, 8 - нефтегазоконденсатные, 9 - газовые, 10 - газоконденсатные. Отдельные нефтегазоносные зоны, где отсутствуют локальные антиклинальные структуры третьего ранга.

Анализ материалов позволяет отметить, что большинство площадей развития локальных структур характеризуется совпадением положений структур, выявленных на разных этапах мезозойской-кайнозойской истории от ранней-средней юры, вплоть до неоген-четвертичного времени. Это действительно свидетельствует об унаследованном характере развития структур от юрских. Отмечается и другая особенность – происходит перестройка структурного плана в последующие этапы с появлением новых локальных структурных элементов, в основном, в палеогеновое и неоген-четвертичное время.

Для нефтегазовой геологии особый интерес представляет палеотектоническое районирование территории, определение возраста формирования структур, в особенности тех, которые могут представлять ловушки залежей нефти и газа. На рисунке 4 приводится карта-схема проявления локальных структур третьего ранга разных возрастных фаз мезозой-кайнозойских движений, к которым приурочены месторождения УВ.

Как видно из рисунка, наблюдается группирование месторождений УВ в выделенных площадях различного типа, отличающиеся возрастом формирования структур, унаследованностью более поздних от ранних, наложением новых элементов. Кроме того, имеются участки, где отдельные группы месторождений не попадают в выделенные площади с разной геологической историей.

В результате этих исследований были выделены площади и зоны нефтегазонакоплений, приуроченные к разновозрастным структурным элементам третьего ранга, которые были сформированным на разных фазах MZ-KZ движений.

Выводы

Детальный анализ историко-геологических особенностей развития территории центральной части БХР позволил выделить различные площади с разной историей геологического развития и выявить связь размещения залежей нефти и газа с возрастными показателями структур-ловушек. Вместе с тем показана возможность применения рангового палеотектодинраммического анализа для оценки относительного возраста структур-ловушек в пределах БХР. В частности по показателю истории формирования антиклинальных структур третьего ранга, отражённых по кровле ниже-среднеюрских отложений за весь период мезозоя-кайнозоя удалось выявить три типа площадей по возрасту формирования локальных структур.

К первому типу отнесены площади структур ранне-среднеюрского времени заложения и «унаследованного длительного прерывистого развития» (термин использованный А.Х.Нугмановым, 2010) в течение всего MZ-KZ. К ним отнесены (наименования даны по ближайшим объектам на топографической карте М1:200 000): Шоркудук, Атбакар, Сев.Донбай, Караузбек, Ширинкудук, Кувачили, Кумрабат, Юлдузкак, Янгикудук, Полвонкудук, Джиллика, Исоокбобо, Окбурун, Майманак, Култук, Элабад.

Ко второму типу отнесены площади, где локальные структуры третьего ранга характеризуются ранне-среднеюрским временем заложения и унаследованным прерывистым развитием до начала палеогена. К ним относятся: Муллали, Каракуль, Яманджар, Кумсултан, Шурсай, Киркчашма, Денав.

К третьему типу отнесены площади, где локальные структуры третьего ранга в пределах нижней - средней юры характеризуются неоген-четвертичным возрастом заложения. Отмечается следующая особенность размещения площадей в нижней-средней юрских отложениях с разной историей формирования. Площади первого типа протягиваются с юго-

востока на северо-запад в виде двух полос – одна, в пределах Чарджоуской ступени, другая в пределах Бухарской ступени, между которыми размещаются площади второго типа.

В северо-западной части территории полоса площадей 2-го типа имеет северо-восточную ориентированность. Новообразованные в неоген-четвертичное время структуры (площади третьего типа) расположены в восточной и северо-восточной части территории. Ко всем этим типам площадей, в том числе и неоген-четвертичного возраста формирования, приурочены месторождения нефти и газа. Исследования в этом направлении продолжаются.

Литература

- [1] Нугманов А.Х. Закономерности формирования ловушек и залежей нефти и газа и перспективы нефтегазоносности северного борта Амударьинской синеклизы. Диссертация на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук. Ташкент, 2010. -238 с.
- [2] Машкович К.А. Методы палеотектонических исследований в практике поисков нефти и газа. – М: Недра, 1976. – 219 с.
- [3] Тимурзиев А.И. Новейшая тектоника и нефтегазоносность запада Туранской плиты. Геология нефти и газа. 2006. №1. С. 32-44.
- [4] Зайцев В.А. Тектодинамическая модель осадочных бассейнов Европейского Севера России и прогноз нефтегазоносности. – М.: Издательство «Перо», 2021. – Мб. [Электронное издание].
- [5] Umurzakov, R. A. and Rabbimkulov, S. A. (2020) Quantitative analysis of the Relationship Between the size and location of Oil and Gas Fields with Gravitational Anomalies of the Fergana Depression. Technical science and innovation: Vol. 2020 : Iss. 3 , Article 19. DOI: <https://doi.org/10.51346/tstu-01.20.3-77-0083>
- [6] Бурцев М.И. Поиски и разведка месторождений нефти и газа. Москва: Изд-во РУДН, 2006. - 263 с.
- [7] Умурзаков Р.А. Деформационные режимы и палеотектонические напряжения низшего ранга западной части Тянь-Шаня в Мезозое – Кайнозое. Геодинамика и тектонофизика. 2023;14(1). <https://doi.org/10.5800/GT-2023-14-1-0687> (в базе SCOPUS)
- [8] Umurzakov R.A., Akhmedov H.A., 2024. Experience of Paleotectodynamic Analysis of Rank Components of Mesozoic- Cenozoic Movements and Deformations Using the Example of the Central Part of Bukharo-Khiva Region. Geodynamics & Tectonophysics 15 (3), 0764. doi:10.5800/GT-2024-15-3-0764
- [9] Umurzakov R.A., Axmedov X.R., Turaev Sh.A. Neftgazga mahsuldor gorizontlari tuzilishining tarixiy xususiyatlarini o'rganishda paleotektonik tahlilni qo'llash / Geologik-qidiruv ishlarining zamonaviy muammolari va rivojlantirish istiqbollari. Respublikada geologiya o'qitishining dolzarb muammolari va yer fanlari istiqbollari. Respublika ilmiy-amaliy anjumani materiallari to'plami (2020- yil 29-may). Qarshi, 2020. - 86-90 betlar.
- [10] Umurzakov R.A., Axmedov X.R., Turaev Sh.A. Pomuq maydonining mahsuldor gorizontlari tuzilishi va mezozoy-kaynozoydagi rivojlanish xususiyatlari // Innovatsion texnologiyalar jurnali, Qarshi. 2020. № 4. 9-12 b.
- [11] Нугманов А.Х. О зависимости нефтегазовой продуктивности ловушек от времени их формирования // Узбекский геол. журн. – Ташкент, 1981.-№3. - С. 19-26.

UO‘K: 622.276

GAZ QUDUQLARIDA TERMOMETRIK TADQIQOT O‘TKAZISH TEXNOLOGIYASINI ASOSLASH

Muhammadiyev Hamidullo Murodillayevich – texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD), dotsent, ORCID: 0000-0001-9434-4207, E-mail: hammuh@mail.ru

Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti, Qarshi sh., O‘zbekiston

Annotatsiya. Gaz va gazkondensat konlarini oqilona ishlatish orqali uglevodorod beraoluvchanlikni oshirish dolzarb bo‘lib bormoqda. Gaz quduqlarida termometrik tadqiqot o‘tkazish orqali haroratni taqsimlanishi bo‘yicha olingan ma‘lumotlar asosida qatlamlarni gaz beruvchi intervallarini ajratish, ayrim qatlamchalarni gaz beraoluvchanligi baholash, og‘ir uglevodorodlarni ajralib chiqish sharoitlarini aniqlash, quvurlar birikmasida nuqson bo‘lgan gaz oqimini sizilib chiqish joyini aniqlash kabi muammolarni hal etish mumkin bo‘ladi.

Termometrik tadqiqot o‘tkazish uchun tayyorgarlik ko‘rish va ularni amalga oshirish ko‘p jihatdan debito‘lchash usuli bilan o‘xshashdir. Shu sababli termometriya usulini qo‘llashda quduqlarning texnologik ko‘rsatgichlarini aniq bilish muhim ahamiyatga ega. Gaz quduqlarida ushbu tadqiqot TEG-36 termometri yordamida o‘tkaziladi.

To‘xtatilgan va ishlayotgan gaz quduqlarida natijalarini interpretatsiya qilish bilan quduq devori bo‘ylab haroratning taqsimlanishini, turli rejimlarda barqarorlashuv jarayonini, gaz beruvchi intervallarni hamda ayrim qatlamchalarni mahsuldorligini aniqlash imkoni yaratiladi.

Termometrik tadqiqot o‘tkazish texnologiyasini asoslash uchun bevosita gaz quduqlariga chuqurlik termometr asbobi tushirilishi kerak. Olingan natijalarni qayta ishlash bilan quduqdagi muammolarga amaliy yechim topish mumkin bo‘ladi.

Kalit so‘zlar: geofizik tadqiqot, gaz va gazkondensat konlari, termometriya, texnologik rejim, barqarorlashuv, mahsuldorlik, og‘ir uglevodorodlar, debit o‘lchagich, lubricator.

УДК: 622.276

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕРМОМЕТРИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

Мухаммадиев Хамидулло Муродиллаевич – доктор философии по техническим наукам, доцент

Каршинский инженерно-экономический институт, г. Карши, Узбекистан

Аннотация. Актуальным становится повышение углеводородной продуктивности за счет рационального использования газовых и газоконденсатных месторождений. Путем проведения термометрического исследования на газовых скважинах на основе полученных данных о распределении температуры удастся решить такие задачи, как выделение интервалов газоотдачи пластов, оценка газоотдачи отдельных пластов, определение условий выделения тяжелых углеводородов, определение места утечки газового потока при дефекте соединения труб.

Подготовка к проведению термометрического исследования и их проведение во многом схожи с дебитометрическим методом. Поэтому при применении метода термометрии важно точно знать технологические показатели скважин. На газовых скважинах это исследование проводится с помощью термометра ТЭГ-36.

По интерпретации результатов в остановленных и действующих газовых скважинах можно определить распределение температуры по стенке скважины, процесс стабилизации в различных режимах, интервалы газоотдачи и продуктивность отдельных пластов.

Для обоснования технологии проведения термометрического исследования непосредственно в газовые скважины следует опускать прибор глубинного термометра. При обработке полученных результатов можно будет найти практическое решение проблем в скважине.

Ключевые слова: геофизические исследования, газовые и газоконденсатные месторождения, термометрия, технологический режим, стабилизация, производительность, тяжелые углеводороды, дебитометр, лубрикатор.

UDC: 622.276

JUSTIFICATION OF TECHNOLOGY FOR CONDUCTING THERMOMETRIC STUDIES OF GAS WELLS

Mukhammadiev, Khamidullo Murodillayevich – Doctor of Philosophy in Technical Sciences, Associate Professor

Karshi Engineering-Economics Institute, Karshi city, Uzbekistan

Abstract. *Increasing hydrocarbon productivity through the rational use of gas and gas condensate fields is becoming urgent. By conducting a thermometric study on gas wells based on the obtained data on temperature distribution, it will be possible to solve such problems as identifying gas recovery intervals from formations, assessing gas recovery from individual formations, determining the conditions for the release of heavy hydrocarbons, and determining the location of a gas flow leak due to a defective pipe connection.*

Preparation for thermometric studies and their implementation are similar to the biometric method in many ways. Therefore, when applying the thermometry method, it is important to accurately know the technological parameters of wells. At gas wells, this study is carried out using a TEG-36 thermometer.

Interpreting the results in shut-in and operating gas wells, it is possible to determine the temperature distribution along the well wall, the stabilization process in various modes, gas recovery intervals and the productivity of individual formations.

A deep thermometer device should be lowered directly into gas wells to justify the technology for conducting thermometric research. By processing the results obtained, it will be possible to find a practical solution to problems in the well.

Keywords: *geophysical research, gas and gas condensate fields, thermometry, technological regime, stabilization, productivity, heavy hydrocarbons, debitometer, lubricator.*

Kirish

Hozirgi kunda dunyoda va mamlakatimizda gaz konlari quduqlarini oqilona ishlatish bo'yicha bir qator ilmiy va amaliy tadqiqotlar olib borilmoqda. Oxirgi yillarda gaz quduqlaridagi turli muammolarni hal etishni nazariy asoslari ishlab chiqilgan. Olib borilgan tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, gaz qatlamlari va quduqlarni tadqiq qilish o'zaro bog'liq usullar kompleksini tashkil etadi [1, 15, 16]. Ammo turli geologik-fizik sharoitlarda gaz quduqlaridagi nuqsonlarni aniqlash tajribasi yetali darajada ishlab chiqilmagan. Shuning uchun gaz quduqlarida termometrik tadqiqotlar o'tkazib, haroratni quduq devorida taqsimlanishi bo'yicha olingan ma'lumotlar asosida qatlamlarni gaz beruvchi intervallarini ajratish, ayrim qatlamchalarning gaz beraoluvchanligini baholash, og'ir uglevodorodlarni ajralib chiqish sharoitlarini aniqlash, quvurlar birikmasida nuqson bo'lgan gaz oqimini sizilib chiqish joyini aniqlash dolzarb mavzu hisoblanadi [14].

Gaz quduqlarida tadqiqot ishlarini olib borish bo'yicha nazariy va amaliy ishlar bilan Z.S.Aliyev, G.A.Zotov, E.S.Abramov, V.E.Garbunov, T.N.Keselova, M.A.Babalov, M.T.Abasov, E.X.Azimov, V.S.Savitistkiy, G'.S.Abdullayev kabi bir qator xorijiy va mamlakatimiz olimlari shug'ullanishgan.

Yuqoridagi olimlar olib borgan ilmiy izlanishlari natijasida gaz qazib olish va konlarni loyihalashtirish uchun kerakli parametrlarni aniqlash imkoniyati yaratildi [2, 3]. Ishlashning oxirgi bosqichidagi gaz konlarni ishlatish rejimlarini to'g'ri tanlash hamda qatlamdagi qoldiq zahiralarni aniqlash uchun kengroq ma'lumotlarni olishga qodir bo'lgan yangi tadqiqot usullaridan foydalanish katta ahamiyatga ega.

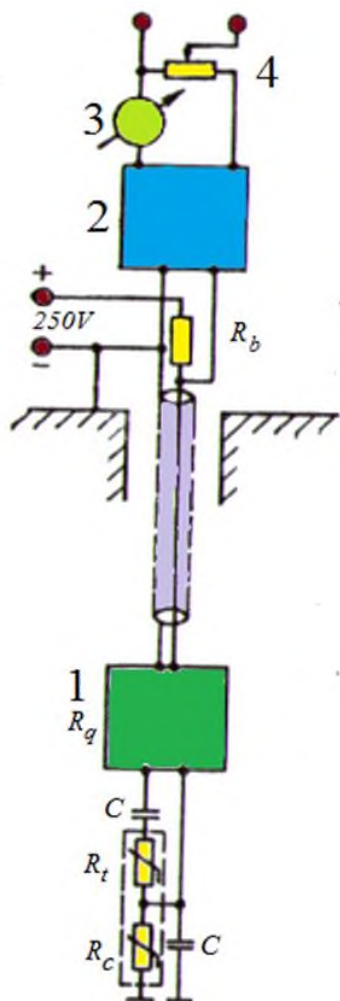
Usul va materiallar

Gazogidrodinamika usullarini ko'plab quduq og'zida olingan o'lchovlar yordamida ayrim qatlamlar ko'rsatgichlarini va qatlam bosimlarini hamda filtratsion qarshilik koeffitsientini aniqlab bo'lmaydi. Shuning uchun hozirgi vaqtda debitometriya va termometriya yagona amaliy usul hisoblanib, har bir qatlamning filtratsion qarshiligi koeffitsiyentlarini 10% gacha to'g'ri aniqlashga imkon beradi [3, 4, 5].

Ishlayotgan va to'xtatib qo'yilgan quduqlarda termometrik tadqiqotlar o'tkazish orqali unda harorat taqsimlanishi to'g'risida olingan ma'lumotlar asosida gaz beruvchi intervallarni ajratish, ayrim qatlamlar debitini baholash, uglevodorodlarning og'ir komponentlarini ajralib chiqish sharoitlarini aniqlash, quvurlar birikmasida nuqson mavjud bo'lganda gazning sirqib chiqish joyini aniqlash, gidratlar hosil bo'lishi, quduqni turli ish rejimlarida qatlamlar oralig'ida gazni oqib o'tishini belgilash kabi masalalarni hal etish mumkin bo'ladi.

Termometriya amalda yagona usul bo'lib, favvora quvurlari bilan biriktirilib, ishlatilayotgan intervallarni o'rganish bo'yicha o'ta ishonchli natijalarni olishga sharoit yaratib beradi. Termometriyadan olinadigan natijalarni ishonchli va sifatli bo'lishi mahsulдор kesimning strukturasi va parametrlariga, gazning xususiyatlari va tarkibiga, qatlamga bo'ladigan depressiyaga, termometrning texnik tasnifi va quduqning konstruksiyasiga bog'liq.

Konda bajariladigan geofizik taqiqotlarda ishlatiladigan distansion elektr termometrlari o'lchanayotgan haroratning o'zgarishini chuqurlik asbobi yordamida kuchlanish chastotasiga aylantirib, yer yuzasiga yuboradi. O'lchanayotgan miqdor aniqlaydiga signal chastotasining belgisi bog'lanish liniyasining uzatish koeffitsientining o'zgarib turishiga va liniyadagi to'siqlarga bog'liq bo'lmaydi. Issiqlikni tez sezuvchi element datchik rolini bajaradi. Datchik elektrik sxemasi 1-rasmda ko'rsatilgan ikki qarshilikdan R_b va R_c dan tashkil topgan. Bunday qarshiliklar asbob turgan muhitning haroratiga bog'liq. Chuqurlik jihozining asosiy uzeli chastotasi o'zgaruvchan generator R_q hisoblanadi. Generator boshqarilib turiladigan issiqlik sezuvchi ikkita qarshilikdan R_t iborat. Generator kuchaytirish koeffitsiyenti katta bo'lgan uch kaskadli kuchaytirgichdan tashkil topgan. Issiqlikni sezuvchi elementlar generatorning avtotebranish chastotasini aniqlab beradi va ularning tebranish davri t qarshilik bilan chiziqli bog'liq. Chuqurlik asbobi 250 V li



1-rasm. TEG-36 termometrining elektrik sxemasi:

- 1 – generator, 2 – chastota o'lchagich, 3 – o'lchov asbobi,
- 4 – potensiometr.

doimiy tok manbaidan ballastli qarshilik R_b orqali ta'minlanadi [11, 12, 13].

Yerning ustida chastota o'lchagich 2 bilan generatorning tebranish davrinining davomiyligi o'lchanadi. t davrning davomiyligiga proporsional bo'lgan chiquvchi signal koratoj stansiyasida qayd qilinadi.

Gaz quduqlarida TEG-36 termometri ishlatiladi. Ushbu termometr "Grozneftegeofizika" ta'mirlash-jihozlash korxonasida tayyorlanadi [12].

Termometrik tadqiqotlarni o'tkazish uchun tayyorgarlik ko'rish va ularni amalga oshirish ko'p jihatdan debit o'lchagich bilan ishlashga o'xshashdir. Shu sababli quyida faqat gaz quduqlarida ushbu tadqiqotni amalga oshirishga tayyorgarlik ko'rish va amalga oshirish ishlari keltirilgan.

Gaz bosimi ostida turgan quduqqa yukli termometr lubrikator orqali kabelda tushiriladi. Yer ustida barcha uzellarning: chuqurlik jihozlari, aloqa liniyasi, chastotaymer va qayd qilgichning ishga yaroqliligi tekshiriladi.

Jihoz 30-40 metrga tushirilib yurgiziladi, yer usti paneliga bo'ladigan kuchlanish va yozuv masshtabi 1 sm da 0,25 °C yoki 1 sm da 0,5 °C tanlanadi. Favvora quduqlarda tadqiqot o'tkazilganda jihoz 2,5-4,2 m/min tezlikda, favvora quvurlari bilan biriktirilmagan intervallarda esa 8 m/min tezlik bilan tushiriladi. Tushirish tezligining o'lchov aniqligiga ta'sirini baholash uchun jihoz 2 daqiqa to'xtatiladi va ayrim nuqtalarda nazorat o'lchovlari amalga oshiriladi. Jihoz tushirilganda harorat o'lchanadi. Agar asosiy va takroriy o'lchovlar natijalaridagi farq 0,2-0,3 °C dan ortmasa, olingan natijalar sifatli hisoblanadi. Yozuv ikki kanalda 1:500 va 1:200, ba'zi hollarda esa 1:100 chuqurlik masshtabida amalga oshiriladi [5, 6, 7, 8].

Quduqda termometriya bilan geofizik tadqiqotlar o'tkazilayotganda geotermik gradientning egri chizig'i ma'lum bo'lishi kerak. Agar bunday ishlar ilgari bajarilmagan bo'lsa, u holda bu ishni to'xtatilgan quduqda amalga oshirish lozim, bundagi asosiy shart haroratning quduq devoir bo'ylab tabiiy taqsimlanishini ta'minlaydigan to'xtash vaqtining yetarli bo'lishidir.

Natijalar

To'xtatilgan va ishlayotgan quduqlardagi gaz muhitida bajarilayotgan termometriya tadqiqotlaridan olingan termogrammalar quyidagilarni aniqlash imkonini beradi [3, 9, 10, 11, 12]:

1. Quduq devoir bo'ylab haroratning taqsimlanishini va quduq stvolining istalgan kesimida jihozni tushirish va to'xtatib turish paytida turli ish rejimlarida uning barqarorlashuv jarayonini.

2. Gaz beruvchi intervallarni.

3. Ayrim intervallarning debitlarini.

4. Termogrammalar harakatdagi gaz oqimi haroratining ishlayotgan qatlam intervalida, gaz sirqib chiqayotgan joylarda, bir qatlamdan ikkinchisiga oqib o'tayotganda va boshqa joylarda anomal o'zgarish bo'yicha izohlaydi. 2-rasmda to'xtatilgan (1-egri chiziq) va ishlayotgan (2-egri chiziq) tubi ochiq, favvora quvurlari bilan berkitilmagan quduqlardagi o'ziga xos termogramma ko'rsatilgan. To'xtatilgan va turli rejimlarda ishlayotgan quduqlardan olingan termogrammalar harorat va uning barqarorlashuvini quduq tubi va qatlam bosimiga ta'sirini to'g'ri hisobga olish imkonini beradi.

5. Quduq og'zidan olingan o'lchovlar quduq devori bo'ylab uglevodorodlarning og'ir komponentlarini ajralishining termodinamik sharoitlarini, gidratlar hosil bo'lishi mumkin bo'lgan zonalarini aniqlash, ish rejimi o'zgarganda yangi ishga tushgan intervallarni kuzatish kabi imkoniyat yaratadi.

Gaz bera oladigan intervallarni ajratishning aniqligi gazli qatlamchalarning har xilligiga va gazli qatchalarning almashinishini takrorlanishiga, qatlamga beriladigan depressiyaga, gazning namligi va tarkibiga, quduq konstruksiyasiga, chuqurlik jihazining tavsifiga, yozish masshtabiga bog'liq.

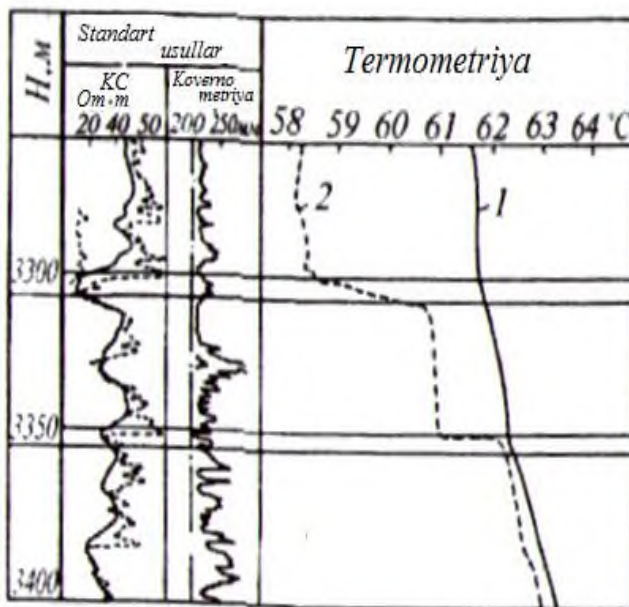
Agar qatlamning mahsuldor intervali favvora quvurlar bilan berkitilgan bo'lsa, u holda gaz beraoladigan intervallarni ajratish qiyin bo'ladi. Qatlamga beriladigan depressiyaning ham ahamiyati muhim hisoblanadi. Yuqori o'tkazuvchan kollektorlarga odatda kichikroq depressiya beriladi, shu sababli gaz beraoladigan intervallarni ajratish uchun quduqlarni mumkin bo'lgan maksimal debitlarda

ishlatish maqsadga muvofiq. Gaz tarkibi haroratning farqlanishiga anchagina ta'sir ko'rsatadi. Masalan, gaz tarkibida azot ko'p miqdorda bo'lsa, qatlamga nisbatan katta depressiya berilganda ham gaz bera oladigan intervallarni ajratish aniqligi pasayadi.

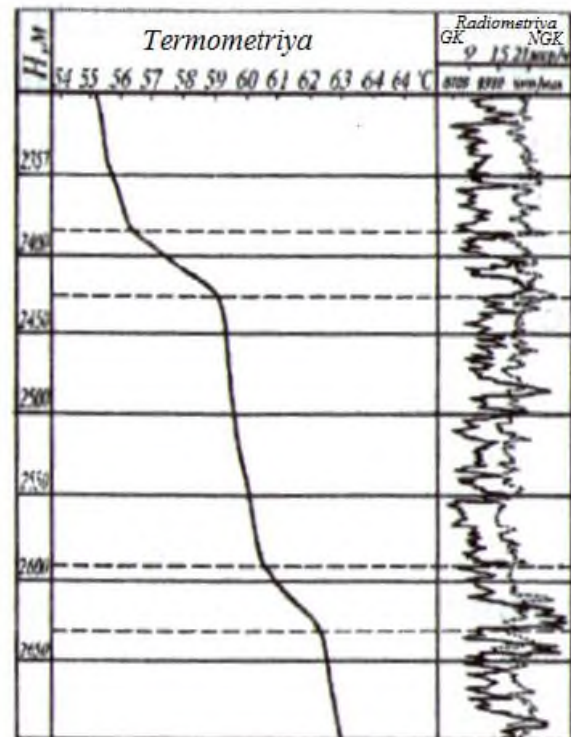
Ko'p qatlamli uyumda ishlayotgan intervallarni termogramma bo'yicha kesimning yuqori qismida sifatli ajratish pastda joylashgan qatlamlardagi mahsuldor intervallardan keladigan gazning kalorimetrik aralashishi natijasida yomonlashadi. Agar yagona filtr bilan ochilgan qatlamlar turli darajada zaiflashgan bo'lsa, ularni termogramma bo'yicha ajratib bo'lmaydi.

Mustahkamlash quvurlari bilan qotirilmagan va favvora quvurlari bilan berkitilmagan quduqlarda ishlayotgan intervallarni ajratish misoli 2-rasmda, favvora quvurlari bilan mustahkamlangan quduqlar uchun 3-rasmda ko'rsatilgan. 3-rasmdan ko'rinib turibdiki, gaz bera oladigan intervallar, favvora quvurlari bilan berkitilganiga qaramay, 2386-2425,6 m va 2589,6 – 2631 m chuqurliklarda yetarli darajada aniq ajratilgan.

Gaz bera oladigan intervallarni termogramma bo'yicha ajratish sifati berkitilmagan mahsuldor intervallarni termometriya, debitometriya va shumometriya metodlarini birgalikda qo'llash yo'li bilan tekshiriladi [3, 12].



2 –rasm. To'xtatib qo'yilgan (1) va ishlab turgan (2) gaz quduqlaridan olingan termogrammalar



3 –rasm. Favvora quvurlari bilan berkitilgan, mustahkamlash quvurlari bilan mustahkamlangan quduqda gaz olinadigan intervallarni ajratish sxemasi

Muhokamalar

Ayrim gaz bera oladigan intervallarning debitini baholash imkoniyati – termometrik tadqiqotlarning asosiy afzalliklaridan biridir.

i -intervalning debiti Q_i quyidagi formula bo'yicha taxminan aniqlanadi [8, 9, 10]:

$$Q_i = \frac{t_{kir,i} - t_{um,i}}{t_{um,i} - t_i} \sum_{n=1}^i Q_{suy,n}, \quad (1)$$

bunda, $t_{kir,i}$, t_i , $t_{um,i}$ – pastki intervaldan ishlayotgan i -intervalga keldigan, i -qatlamdan chiqadigan va kalorimetrik aralashishdan so'ng pastki qatlamdan keladigan va qatlamdan chiqadigan gazlarning mos ravishdagi harorati, °C; $\sum_{n=1}^i Q_{suy,n}$ pastki qatlamdan kelayotgan gazning yer yuzasida

diafragmali o'lhagich bilan kritik oqimgacha yoki kritik oqimda o'lgangan umumiy debiti, ming m³/sut, t_i –miqdor qatlamga bo'ladigan depressiya bilan chiziqli bog'langan bo'lib, quyidagicha aniqlanadi:

$$t_i = t_{qat.i} - D_i \cdot \Delta P_i, \quad (2)$$

bunda, $t_{qat.i}$ –to'xtatib qo'yilgan quduqda termogramma bo'yicha aniqlanadigan i – qatlam harorati, °C; D_i –Joul-Tomsonning integral koeffitsiyenti, °C/(kgs/sm²); $\Delta P_i = P_{qat.i} - P_{qt.} - i$ qatlamga berilgan depressiya, kg/sm².

Ayrim qatchalarga beriladigan turli depressiyalarda, bu odatda kesim bo'yicha har xil tuzilgan, gidrokinamik bo'sh bog'langan va bog'lanmagan qatlamlarda uchraydi, chegaralarni kiruvchi t_{kir} va chiquvchi $t_{um.i}$ – haroratlarda ishlaydigan intervallar bo'yicha ajratish ancha qiyin.

Q_i debitni (1) va (2) formulalar bo'yicha aniqlash mumkin, bunda quduqqa keladigan gaz oqimining ikki hadli formulasidan ΔP_i topiladi:

$$Q_i D_i (A_i Q_i + B_i Q_i^2) + Q_i [(t_{kir.i} - t_{qat.i})(P_{qat.i} + P_{t.i})] = \sum_{n=1}^i Q_{suy} [(t_{kir.i} - t_{um.i})(P_{qat.i} + P_{t.i})], \quad (3)$$

bunda A_i , B_i – filtratsiyaning statsionar rejimlarida bajarilgan tadqiqotlar natijasida aniqlanadigan filtratsion qarshilik koeffitsiyentlari.

Biroq ayrim qatchalar debitini aniqlashning asosiy maqsadlaridan biri – A_i , va B_i filtratsion qarshilik koeffitsiyentlarini hisoblashdir. Shu sababli (3) formuladan bu koeffitsiyentlar ma'lum bo'lgandagina foydalanish mumkin. Odatda quduq og'zida bosim, harorat va umumiy debitlarni turli rejimlarda o'lchab, A_{um} va B_{um} aniqlanadi. A_{um} va B_{um} dan va quyidagi nisbatlardan foydalanib A_i va B_i ni taxminan topish mumkin

$$\frac{A_i}{A_{um}} = \frac{1}{k_i h_i} \cdot \frac{[\sum_{i=1}^n \sqrt{h_i^2 m_i}]^2}{\sum_{i=1}^n \frac{h_i m_i}{k_i}} \text{ va } \frac{B_i}{B_{um}} = \frac{1}{h_i^2 m_i} \cdot [\sum_{i=1}^n \sqrt{h_i^2 m_i}]^2, \quad (4)$$

bunda, h_i – i qatlamning ishlayotgan qalinligi, m; k_i – o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti, Darsi; m_i – g'ovaklik koeffitsiyenti, birlik ulushda.

Xulosa

Xulosa qilib aytganda, to'xtatilgan va ishlayotgan quduqlardagi gaz muhitida bajarilayotgan termometriya tadqiqotlaridan olingan natijalar asosida konlarni oqilona ishlatish bo'yicha rejimlarni tanlaymiz.

Yuqorida keltirilgan termometriya usulida tadqiqot o'tkazish bevosita gaz quduqlarida amalga oshiriladi. Shu sababli mamlakatimiz hududidagi gaz konlarida paydo bo'layotgan turli xil muammolarni yechishda asos bo'lib xizmat qiladi.

Hozirgi kunda turli geologik va texnologik xususiyatlarga ega bo'lgan gaz va gazkondensat konlarini uglevodorod beraolishligi kamayib borayotganligi sababli quduqlarda gazogidrokinamik tadqiqotlarni amalga oshirish maqsadga muvofiq. Quduqlardagi texnik muammolarni hal etishda termometrik tadqiqot o'tkazish orqali bashoratlash asos bolib xizmat qiladi.

O'zbekistonning janubiy-g'arbiy neftgazli hududidagi gaz konlarida termometrik va debitometrik tadqiqotlarni o'tkazishni tavsiya qilamiz. Natijada gazberaolishlik koeffitsiyentini oshirish uchun qilinadigan barcha tadbirlarni aniq maqsadga yo'naltirish imkoniyati yaratiladi.

Adabiyotlar

- [1] O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi "2022-2026 yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida"gi PF-60-sonli qarori.
- [2] Howard B. Bradley "Petroleum Engineering Handbook" Third Printing Society of Petroleum Engineering Richardson, TX, U.S.A. 1992 year.

- [3] Ergashev Y.E., Qodirov M.X., Egamnazarov A.I., Kamolxo'jaev U.O. Gaz va gazkondensat qatlamlari va quduqlarini kompleks tadqiq qilish bo'yicha yo'riqnoma. "O'zbekneftgaz" milliy holding kompaniyasi. - Toshkent "Noshir nashriyoti". 2010 y.
- [4] Хисамов Р.С. и др. Гидродинамические исследования скважин и методы обработки результатов измерений. -М.: ВНИИОЭНГ, 2000. -226с.
- [5] Мирзаджанзаде А.Х., Кузнецов О.Л., Басниев К.С., Алиев З.С. «Основы технологии добычи газа» ОАО Издательство, Недра, Москва-2003 г. 880 стр.
- [6] Гукасов Н.А., Кучеров Г.Г. Технологический режим эксплуатации газовых и газоконденсатных скважин в период падающей добычи. – М.: ООО «Недра - Бизнесцентр», 2006. – 214 с.: ил.
- [7] Национальная холдинговая компания «Узбекнефтегаз». АК «Узгеонефтегаздобыча». Правила разработки нефтяных и газонефтяных месторождений. Ташкент 2002.
- [8] Akramov B.SH., Sidiqxo'jayev R.K., Umedov Sh.X. "Gaz qazib olish bo'yicha ma'lumotnoma" Toshkent, Fan va texnologiyalar, 2012
- [9] Ermatov N.X., Avlayarova N.M., Azizova D.G'., Mo'minov A.T., Ashurov M.X. Gaz, gazkondensat konlarini ishlatish. Darslik. –Т. 281 bet
- [10] Muhammadiyev H.M. Neft va gaz qatlami fizikasi. O'quv qo'llanma. –Qarshi: "Intellect nashriyoti". 2023-y. 138 bet.
- [11] Е.В. Теслюк, Р.Е. Теслюк Проектирование разработки нефтяных месторождений. Теория и практика. Москва – 2002.
- [12] Алиев З.С., Зотов Г.А. «Инструкции по комплексному исследованию газовых и газоконденсатных скважин». Издание: Недра, Москва, 1980 г. 381 с. <https://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-instrukciya-po-kompleksnomu-issledovaniyu-gazovyh-i-gazokondensatnyh-plastov-.pdf>
- [13] Ермилов О.М. Добыча газа и газоконденсата в осложненных условиях эксплуатации месторождений /О.М.Ермилов, А.Н.Лапердин, С.И.Иванов отв. редактор А.Э.Конторович. – Новосибирск: Издательство СО РАН, 2007. -291 с.
- [14] Агзамов А.Х., Эрматов Н.Х., Агзамов А.А., Мухаммадиев Х.М. Решение вопросов оптимизации работы нефтяных и газовых скважин при их исследовании и эксплуатации //Монография. –Ташкент: Изд-во «Lesson press», 2021. –138 стр.
- [15] Молдабаева Г.Ж., Агзамов А.Х., Аббасова С.А., Сулейменова Р.Т., Мухаммадиев Х.М. Факторы влияющие на коэффициент извлечения газа на газоконденсатных месторождениях с аномально высоким пластовым давлением //Нефть и газ. – Казахстан, 2022. – №3(129). – С. 66-83.
- [16] Muhammadiyev H.M., Jo'rayev E.I. Gaz konlarini texnologik ko'rsatgichlarini tahlil qilish orqali ishlash bosqichlariga ajratish //Eurasian Journal of Mathematical Theory and Computer Sciences (EJMTCS). –Uzbekistan. 2022. –Vol.2, No.1. –Pp. 6-10.

TEXNIKA FANLARI / TECHNICAL SCIENCE

UO‘K 662.997

FAZAVIY O‘TUVCHI MATERIALLARNING ISSIQLIK SIG‘IMI VA ISSIQLIK O‘TKAZUVCHANLIK KOEFFITSIYENTINI T-HISTORY USULIDAN FOYDALANIB ANIQLASH

Ochilov Laziz Ibodovich¹ – katta o‘qituvchi,

ORCID: 0000-0001-8803-5512, E-mail: l.i.ochilov@buxdu.uz

Davlonov Xayrulla Allamurotovich²-- texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD), dotsent,

ORCID: 0009-0000-1809-7056, E-mail: nasiba03002@gmail.com

Mirzayev Mirfayz Salimovich¹-- texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) dotsent,

ORCID: 0000-0002-6165-2358, E-mail: m.s.mirzayev@buxdu.uz

Samiyev Kamoliddin A‘zamovich¹-- fan doktori (DSc), katta ilmiy xodim,

ORCID: 0000-0002-3338-6208, E-mail: k.a.samiyev@buxdu.uz

¹Buxoro davlat universiteti, Buxoro sh., O‘zbekiston

²Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti, Qarshi sh., O‘zbekiston

Annotatsiya. Butun dunyoda energiyaga bo‘lgan talabning ortishi, ananaviy yoqilg‘i resurslarini yer sharida bir xilda taqsimlanmaganligi, ulardan foydalanganda karbonat angidrid gazlarining atrof muhitga salbiy tasirining yuqoriligi, bugungi kunda quyosh energiyasidan foydalanish imkoniyatlarini oshiruvchi va olingan energiyani akkumulyatsiya qiluvchi moddalarning solishtirma issiqlik sig‘imini aniqlash hamda fazaviy o‘tuvchi materiallarni xususiyatidan kelib chiqqan holda quyosh qurilmalariga foydalanish energiya taqchilligini oldinini olishning samarali bir yo‘li hisoblanadi.

Ushbu maqolada fazaviy o‘tuvchi materiallardan biri bo‘lgan parafinning suyuq va qattiq holatdagi solishtirma issiqlik sig‘imi va issiqlik o‘tkazuvchanlik ko‘effitsiyenti laboratoriya sharoitida tajribalar o‘tkazilganda olingan natijalar, hamda nazariy hisoblashlar yordamida aniqlangan.

Maqolada mualliflar tomonidan laboratoriya sharoitida tajribaviy tadqiqotlar o‘tkazish natijasida fazaviy o‘tuvchi material (FO‘M) ning issiqlik xossalari T-history usuli yordamida aniqlangan. Bunda moddalar issiqlik quvvatlarini tajribaviy tadqiqot qilish, issiqlik-texnik parametrlarini aniqlash va hisoblash usullaridan foydalanilgan.

Mualliflar tomonidan tajribadan olingan natijalar asosida parafinning suyuq ($c_{p,l}$) va qattiq ($c_{p,s}$) holatdagi solishtirma issiqlik sig‘imi, sintez issiqligi (H_m) va issiqlik o‘tkazuvchanlik ko‘effitsiyenti (k_s) aniqlangan. Hisoblashlar natijasiga ko‘ra parafinning suyuq holatdagi solishtirma issiqlik sig‘imi $c_{p,l}=3545 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$, qotish jarayonida solishtirma issiqlik sig‘imi $c_{p,s}=5288 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$, sintez issiqligi $H_m=256 \cdot 10^3 \text{ J/kg}$ va issiqlik o‘tkazuvchanlik ko‘effitsiyenti $k_s=0.168 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ ga teng bo‘lishi aniqlangan.

Parafinning suyuq $c_{p,l}$ va qattiq $c_{p,s}$ holatdagi solishtirma issiqlik sig‘imi va issiqlik o‘tkazuvchanlik ko‘effitsiyenti k_s aniqlangan. FO‘M larning qotish jarayoni (faza o‘zgarish jarayoni)da solishtirma issiqlik sig‘imi $60 \text{ k J/(kg}\cdot\text{K)}$ gacha ortib borishi aniqlangan. Solishtirma issiqlik sig‘imining eng yuqori nuqtasidagi harorat shu material uchun erish va qotish harorati ekani ko‘rsatilgan. Quyosh qurilmarini uzluksiz rejimda ishlashini taminlash maqsadida issiqlik yig‘uvchi material sifatida parafinning issiqlik-texnik parametrlari o‘rganilgan.

Kalit so‘zlar: fazaviy o‘tuvchi material, issiqlik o‘tkazuvchanlik ko‘effitsiyenti, Stefan soni, Bio soni, T-history usuli, solishtirma issiqlik sig‘imi, sintez issiqligi, konvektiv issiqlik berish ko‘effitsiyenti, harorat sensori.

УДК 662.997

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОЕМКОСТИ И КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ МАТЕРИАЛОВ ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДА МЕТОДОМ T- HISTORY

Очилов Лазиз Ибодович¹ – старший преподаватель

Давлонов Хайрулла Алламуротович²- доктор философии (PhD) по техническим наукам, доцент

Мирзаев Мирфайз Салимович¹- доктор философии (PhD) по техническим наукам, доцент

Самиев Камолиддин Аъзамович¹- доктор наук (DSc) старший научный сотрудник

¹Бухарский государственный университет, г. Бухара, Узбекистан

²Каршинский инженерно-экономический институт, г. Карши, Узбекистан

Аннотация. Увеличение спроса на энергию во всем мире, неравномерное распределение традиционных топливных ресурсов по всему земному шару, высокое негативное воздействие углекислых газов на окружающую среду при их использовании, определяющее относительную теплоемкость материалов, повышающие возможности использования солнечной энергии и накопления полученной энергии, а также использование материалов фазового перехода для солнечных устройств является эффективным способом предотвращения дефицита энергии.

В этой статье были определены удельная теплоемкость и коэффициент теплопроводности парафина, одного из материалов с фазовым переходом, как в жидком, так и в твердом состоянии, с использованием результатов, полученных при проведении экспериментов в лабораторных условиях, а также теоретических расчетов.

В статье термические свойства материала фазового перехода (МФП) определены методом T-history в результате экспериментальных исследований, проведенных авторами в лабораторных условиях. При этом использовались методы экспериментального исследования теплоемкостей веществ, определения и расчета теплотехнических параметров.

На основании результатов, полученных авторами в эксперименте, были определены удельная теплоемкость, теплота плавления (H_m) и коэффициент теплопроводности (k_s) парафина в жидком ($c_{p,l}$) и твердом ($c_{p,s}$) состоянии. Согласно расчетам, удельная теплоемкость парафина в жидком состоянии $c_{p,l}=3545$ Дж/(кг·К), удельная теплоемкость при затвердевании $c_{p,s}=5288$ Дж/(кг·К), теплота плавления $H_m= 256 \cdot 10^3$ Дж/кг, а коэффициент теплопроводности оказался равным $k_s=0,168$ Вт/(м·К).

Определены удельная теплоемкость и коэффициент теплоотдачи k_s парафина в жидком $c_{p,l}$ и твердом $c_{p,s}$ состояниях. Установлено, что удельная теплоемкость в процессе затвердевания (процесса фазового перехода) фазопереходных материалов увеличивается до 60 к Дж/(кг·к). Показано, что температура в самой высокой точке удельной теплоемкости является температурой плавления и затвердевания этого материала. С целью обеспечения непрерывной работы солнечных устройств были изучены теплотехнические параметры парафина как теплоаккумулирующего материала.

Ключевые слова: материал фазового перехода, коэффициент теплопередачи, число Стефана, число Био, метод T- history, удельная теплоемкость.

UDC: 662.997

DETERMINATION OF HEAT CAPACITY AND HEAT CONDUCTIVITY COEFFICIENT OF PHASE TRANSITION MATERIALS USING THE T-HISTORY METHOD

Ochilov, Laziz Ibodovich¹ – Senior lecturer

Davlonov, Khayrulla Allamurotovich²- Doctor of Philosophy (PhD) in Technical Sciences, associate professor

Mirzaev, Mirfayz Salimovich¹- Doctor of Philosophy (PhD) in Technical Sciences, associate professor

Samiev, Kamoliddin Azamovich¹- Doctor of Science (DSc) is a senior researcher,

¹Bukhara State University, Bukhara city, Uzbekistan

²Karshi Engineering-Economics Institute, Karshi city, Uzbekistan

Abstract. *It is known that the demand for energy in the world is increasing, traditional fuel resources are not evenly distributed on the globe, and the negative impact of carbon dioxide gases on the environment is high when using them. Today, determining the relative heat capacity of substances that increase the possibilities of using solar energy and accumulate the obtained energy, as well as the use of phase change materials for solar devices is an effective way to prevent energy shortages.*

In this article, the specific heat capacity and heat transfer coefficient of paraffin, which is one of the phase change materials, in liquid and solid state, is determined by the results obtained during experiments in laboratory conditions, as well as theoretical calculations.

In this article, as a result of experimental research conducted by the authors in laboratory conditions, the thermal properties of phase change material (PCM) were determined using the T-history method. In this case, methods of experimental research of heat capacities of substances, determination and calculation of heat-technical parameters were used.

Based on the results obtained by the authors from the experiment, the relative heat capacity of paraffin in liquid ($c_{p,l}$) and solid ($c_{p,s}$) state, heat of synthesis (H_m) and heat transfer coefficient (k_s) were determined. According to the calculations, specific heat capacity of paraffin in liquid state $c_{p,l}=3545 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$, specific heat capacity during solidification $c_{p,s}=5288 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$, fusion heat $H_m=256 \text{ 103 J/kg}$ and the coefficient of thermal conductivity was found to be equal to $k_s=0.168 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$.

The specific heat capacity and heat transfer coefficient k_s of paraffin in liquid $c_{p,l}$ and solid $c_{p,s}$ states were determined. It was determined that during the solidification process (phase change process) of PCMs, the specific heat capacity increases up to $60 \text{ kJ/(kg}\cdot\text{K)}$. It is shown that the temperature at the highest point of relative heat capacity is the melting and solidification temperature for this material. In order to ensure the continuous operation of solar devices, the thermal technical parameters of paraffin as a heat collecting material were studied.

Key words: phase change material (PCM), heat transfer coefficient, Stefan number, Biot number, T-history method, specific heat capacity.

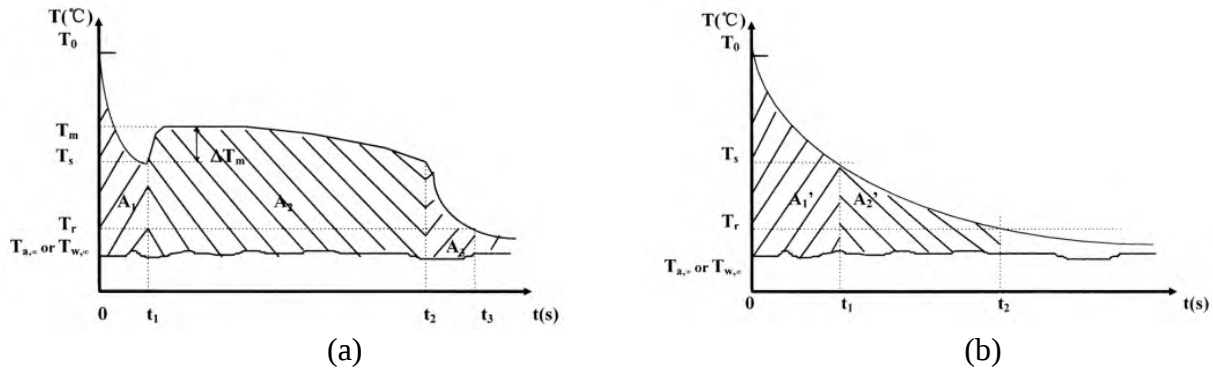
Kirish

Jahonda turar joy binolariga sarflangan energiya miqdori umumiy energiyaga nisbati so'nggi 3 yilda ortib boryapti. Xususan 2021-yilda bu ko'rsatgich 21,5% ni tashkil etadi. O'zbekistonda turar-joy binolarida sarflangan energiya umumiy energiyaning qariyb 40% ini tashkil qiladi [1]. Turar joy binolarini isitish va sovutish uchun energiya sarfini kamaytirish maqsadida qayta tiklanadigan energiya manbalaridan foydalanish va olingan energiyani akkumulyatsiya qilish katta ahamiyat kasb etadi [2]. Qayta tiklanadigan energiya manbalaridan olingan issiqlik energiyasini to'plash va saqlash bu tizimning eng katta muammolaridan biri hisoblanadi [3]. Buning uchun energiyani o'zida saqlab turadigan moddalarni izlab topish zarur. Moddalarning solishtirma issiqlik sig'imini aniqlash va FO'M larini qo'llash masalaning yechimlaridan biridir. FO'M larning issiqlik sig'imini aniqlashning bir necha usullari mavjud. DTA (Differential thermal analysis) va DSC (Differential scanning calorimeters) o'lchash qurilmalari murakkab va qimmat. Shu bilan birga bu qurilmalarda bir vaqtning o'zida bir nechta namunaning tahlilini olib bolmaydi. Shuning uchun oddiy T-history usulidan foydalanish maqsadga muvofiq [4].

Mazkur tadqiqot ishida asosiy maqsad T-history usulidan foydalanib, ya'ni solishtirma issiqlik sig'imi aniq bo'lgan suyuqlik bilan taqqoslash orqali fazaviy o'tuvchi materialning solishtirma issiqlik sig'imi va issiqlik o'tkazuvchanligini aniqlashdir.

Ikkita bir xil T_0 haroratdagi ($T_0 < T_m$ T_m -erish va qotish harorati) fazaviy o'tuvchi va solishtirma issiqlik sig'imi ma'lum bo'lgan moddalarning haroratini pasaytirib borish orqali FO'M ning suyuq va qattiq holatdagi solishtirma issiqlik sig'imini aniqlash mumkin. Bunday usullardan biri bu – T-history usuli hisoblanadi.

Erish haroratidan kichik $T_a < T_{m2}$ haroratdagi havoda yoki suyuqlik ichida joylashgan FO'M va suv haroratlari asta-sekin pasaytirib boriladi. FO'M to'la qotib bo'lgangacha haroratning vaqtga bog'liqligi 1-rasmda ko'rsatilgan holda amalga oshiriladi. Fazaviy o'tuvchi materiallarni isitish qurilmalarida issiqlik akkumlatsiyalovchi vazifasida ishlatish mumkin [5].



1- rasm. Sovutish jarayonida moddalar haroratining vaqtga bog'liqligi: (a)- FO'M, (b)-suv (juda tez sovutilganda).

Usul va materiallar

FO'M uchun moddaning harorat taqsimoti 1(a)-rasmdagi kabi bo'ladi. Agar $Bi < 0,1$ (Bi-biot soni, $Bi = hR/(2k)$, R- quvur radiusi, h- konvektiv issiqlik berish koeffitsiyenti, k- quvur materialining issiqlik uzatish koeffitsiyenti) bo'lsa, quvurda harorat taqsimoti bir xil deb hisoblanadi. U holda, issiqlik balansini quyidagicha yozish mumkin:

$$(m_t c_{p,t} + m_p c_{p,l})(T_0 - T_s) = h A_c A_1, \quad (1)$$

bunda, m_t va m_p - mos ravishda probirka va FO'M ning massalari; $c_{p,t}$ va $c_{p,l}$ -mos ravishda probirka va FO'M ning solishtirma issiqlik sig'implari; T_0 va T_s FO'M ning boshlang'ich va qotish haroratlari; h-havoning konvektiv issiqlik berish koeffitsiyenti; A_c -probirkaning issiqlik almashinish yuzasi

$$A_1 = \int_{t_0}^{t_1} (T_0 - T_a) dt$$

$$m_p H_m = h A_c A_2, \quad (2)$$

bunda, H_m - FO'M ning sintez issiqligi;

$$A_2 = \int_{t_1}^{t_2} (T_m - T_a) dt$$

$$(m_l c_{p,l} + m_p c_{p,s})(T_s - T_r) = h A_c A_3, \quad (3)$$

bunda, $c_{p,s}$ - FO'M ning qattiq holatdagi solishtirma issiqlik sig'imi; T_r - tajriba oxiridagi harorat;

$$A_3 = \int_{t_2}^{t_3} (T_m - T_a) dt$$

Distillangan suvda haroratning vaqtga bog'liqligi 1(b)-rasmdagi kabi bo'ladi. U holda issiqlik balansi

$$(m_t c_{p,t} + m_w c_{p,w})(T_0 - T_s) = h A_c A'_1, \quad (4)$$

bunda, m_w va $c_{p,w}$ mos ravishda suvning massasi va solishtirma issiqlik sig'imi,

$$A'_1 = \int_{t_0}^{t'_1} (T_0 - T_a) dt$$

$$(m_t c_{p,t} + m_w c_{p,w})(T_s - T_r) = h A_c A'_2. \quad (5)$$

Haqiqatdan ham tuz oksidlarining barchasida $Bi < 0,1$ va $k_s > 0,2 \text{ W/(m}^2\text{K)}$, demak (4) tenglama qanoatlantiradi.

(1) - (5) tenglamalardan quyidagilarni aniqlash mumkin

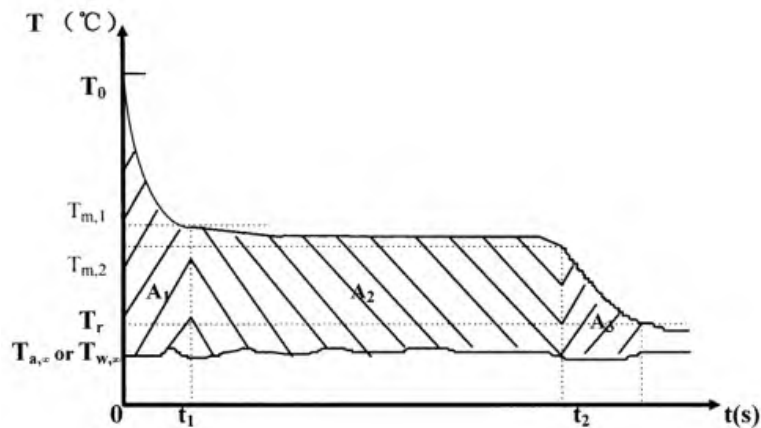
$$c_{p,s} = \frac{m_t c_{p,t} + m_w c_{p,w}}{m_p} \frac{A_3}{A'_2} - \frac{m_t}{m_p} c_{p,t} \quad (6)$$

$$c_{p,l} = \frac{m_t c_{p,t} + m_w c_{p,w}}{m_p} \frac{A_1}{A'_1} - \frac{m_t}{m_p} c_{p,t} \quad (7)$$

$$H_m = \frac{m_t c_{p,t} + m_w c_{p,w}}{m_p} \frac{A_2}{A'_1} (T_0 - T_s) \quad (8)$$

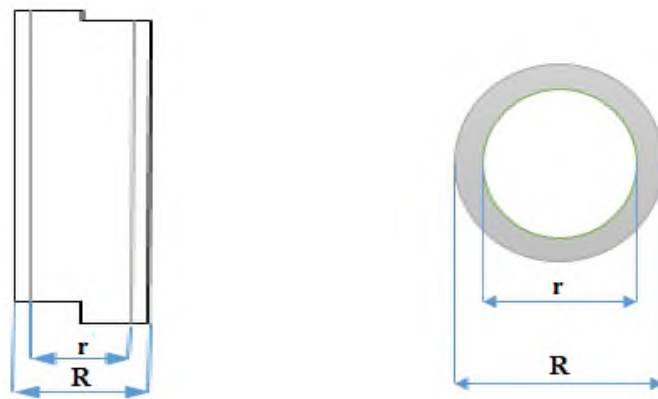
Moddalar juda tez sovutilmagan holatda, tajriba natijalari 2-rasmdagi ko'rinishni beradi. U holda FO'M ning sintez issiqligi quyidagicha aniqlanadi

$$H_m = \frac{m_t c_{p,t} + m_w c_{p,w}}{m_p} \frac{A_2}{A'_1} (T_0 - T_s) - \frac{m_t c_{p,t} (T_{m1} - T_{m2})}{m_p} \quad (9)$$



2-rasm. Juda tez sovutilmagan FO'M haroratining vaqtga bog'lanishi.

FO'M ning suyuq va qattiq holatdagi issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti quyidagicha aniqlanadi. FO'M ning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyentini aniqlash uchun ikkita bir xil probirkaga bir xil hajmda suv va FO'M solinib, sovuq suvli vannaga solinadi. Har ikkala bir xil T_0 haroratdagi ($T_0 < T_m$, FO'M ning T_m -erish va qotish harorati) faza o'tuvchi va solishtirma issiqlik sig'imi ma'lum bo'lgan moddalarning haroratini pasaytirib borish orqali FO'M ning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti aniqlanadi [9].



3-rasm. Probirkaning vertikal va ko'ndalang holatdagi ko'rinishi.

Agar probirka uzunligining diametriga nisbati 15 dan katta bo'lsa, 3-rasmdagi silindr uchun energiya tenglamasi

$$\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial T(r,t)}{\partial r} \right) = \frac{1}{\alpha_p} \frac{\partial T(r,t)}{\partial t} \quad (\xi < r < R, t > 0). \quad (10)$$

Chegaraviy shartlarni quyidagicha berilsin

$$k_s \frac{\partial T}{\partial r} = h_w (T_a - T) \quad r=R, t>0$$

va dastlabki holatda

$$T(\xi = R) \cong T_m \quad t=0,$$

bunda, $T(r,t)$ – r radiusli va t fazadagi harorat, α_p - FO‘M ning harorat tarqalishi, ξ - FO‘M ning qattiq va suyuq fazalar orasidagi interfeys radiusi va h_w - sovuq suvning konvektiv issiqlik almashinish koeffitsiyenti.

FO‘M ning ikki bosqich o‘rtasidagi interfeys uchun

$$T(r=\xi)=T_m$$

$$k_s \frac{\partial T}{\partial r} = \rho_p H_m \frac{\partial \xi}{\partial t}$$

Yuqoridagi tenglamalarni yechimiga asosan quyidagicha k_s ni aniqlashimiz mumkin [6, 7].

$$k_s = \frac{\left[1 + \frac{c_{p,s}(T_m - T_a)}{H_m}\right]}{4 \left(\frac{t_f(T_m - T_a)}{\rho_p R^2 H_m} - \frac{1}{h_m R}\right)}, \quad (11)$$

bu yerda, k_s - qattiq holatdagi FO‘M ning issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsiyenti, ρ_p - FO‘M ning zichligi, t_f - FO‘M ning to‘liq qotib qolish vaqti.

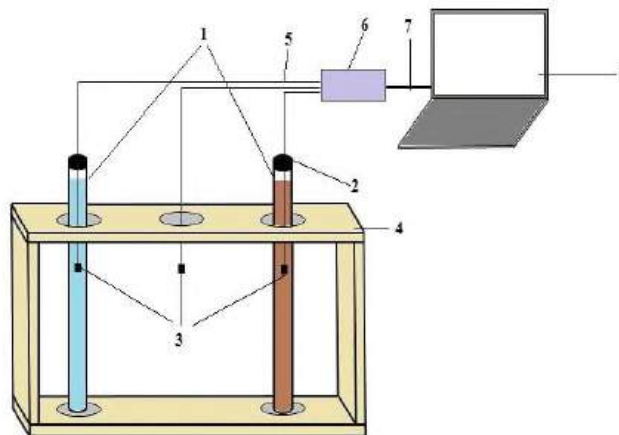
(11) ifodadagi $\frac{1}{h_m R}$ juda ham kichik bo‘lganligi tufayli hisobga olmasa ham bo‘ladi [8].

(11) ifodaga kengayishning ikkinchi tartibli hadini e‘tiborga olmaslik natijasida hosil bo‘ladigan xatolik $Bi > 0.1$, $0 < Ste < 0.5$ bo‘lganda 5% dan oshmaydi (Ste-Stefan soni quyidagiga teng $Ste = \frac{c_{p,s}(T_m - T_a)}{H_m}$), [8].

Xuddi shunday usul yordamida suyuq holatdagi issiqlik o‘tkazuvchanligi k_l ni hisoblab topish mumkin.

Qurilmaning tasnifi. Qurilma bir xil 2 ta probirka, yog‘och taglik, DS18B20 harorat sensori, sensor ulash simlari, arduino platasi, USB kabel, kompyuter, 0,01g aniqlikdagi tarozi, shtangensirkul, lineykalardan iborat.

Probirkalarni vertikal holatda ushlash maqsadida yog‘ochdan taglik yasaladi. Qurilmaning prinsipial sxemasi 4-rasmda ko‘rsatilgan. Qurilmada haroratlarni aniqlash maqsadida, ARDUINO UNO platasiga DS 18B20 harorat sensorlari ulanadi va har 0,5 minut davomida barcha nuqtalaridagi haroratlarni o‘lchanadi. Agar qotish vaqti juda kichik bo‘lsa, bu vaqt intervali yanada kamaytiriladi.



4-rasm. Qurilmaning printsipial sxemasi:

- 1) probirka, 2) probirka qopqog‘i, 3) Ds 18B20 harorat sensori, 4) yog‘och taglik, 5) sensor ulash simlari, 6) arduino platasi, 7) USB kabel, 8) kompyuter.

Ishni bajarish tartibi. Ikkita bir xildagi probirka olib, massalari m_{t1} va m_{t2} , ichki r_1, r_2 va tashqi R_1, R_2 radiuslari, uzunliklari l_1 va l_2 lar o‘lchanadi. Probirkalarga bir xil hajmda suv va suyuq holdagi FO‘M namuna solinadi va massalari m_w (suv massasi) va m_p (FO‘M massasi) o‘lchab olinadi. Namunalar ichida bir xil balandlikda va probirkalar markaziga termometr joylashtiriladi, FO‘M qattiq fazani egallaydi. Probirkalar qopqog‘i kiritilib, suv to‘ldirilgan vannaga joylashtiriladi va suv elektr plitka yordamida FO‘M eriguncha qizdiriladi. Ikkala modda haroratini bir xil holga keltirib, probirkalar taglikka bir-birining issiqligi ta’sir etmaydigan holda joylashtiriladi (FO‘M ning

haroratini bir oz yuqoriroq olish tavsiya etiladi). FO'M to'liq qotib qolgunga qadar moddalarning harorati o'lchab boriladi. Olingan haroratlarning vaqtga bog'liq grafigi (1 va 2-rasmga o'xshash) olinadi. Grafikdan nuqtalarning haroratlari aniqlanib, (6), (7) va (9) ifodalar yordamida moddaning qattiq, suyuq holatdagi solishtirma issiqlik sig'implari va sintez issiqligi aniqlanadi (haroratlarni aniqlashda, hosil bolgan egrilanishlarga urinma o'tkazilib, shundagi harorat va vaqtlar olinadi). (11) ifoda yordamida FO'M ning qattiq fazadagi issiqlik o'tkazuvchanligi hisoblab topiladi [10].

Tajriba natijalari va tahlili

Ishning bajarilish tartibiga asosan quyidagi rasmlarga ko'rsatilgan holatlarda o'lchashlar amalga oshirilgan.



a)



b)



c)

5-rasm. Tajriba o'tkazish jarayonida materiallarni o'lchanish namunalari.

Elektr isitgichga qoyib taxminan 80 °C gacha isitildi.



a)



b)

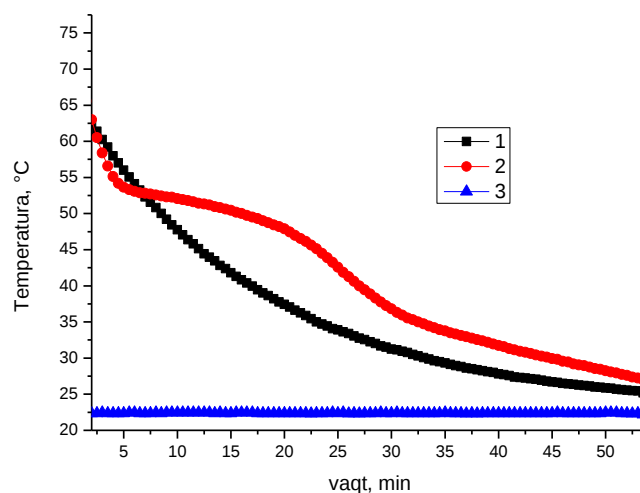
6-rasm. Materiallarning elektr isitgichga isitish jarayoni.

So'ngra yog'och taglikka joylashtirib xona haroratigacha sovutildi.

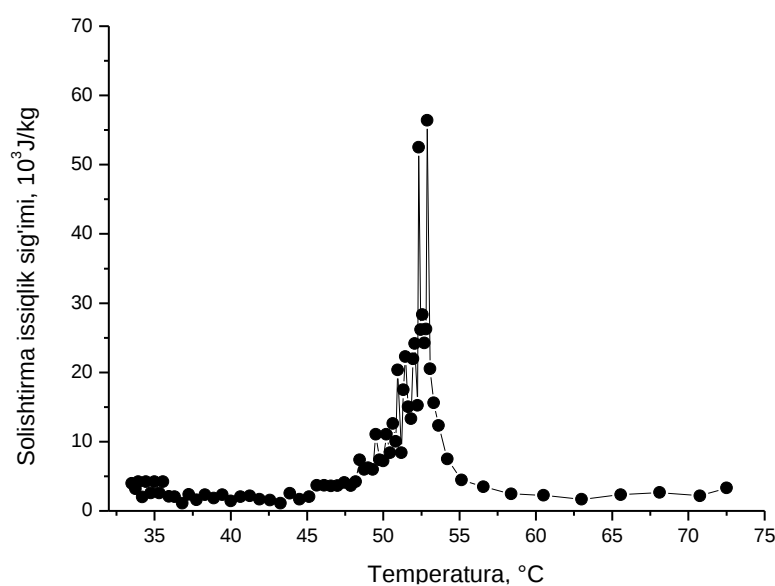


7-rasm. Fazaviy o'tish vaqtida haroratlarni o'lchash jarayoni.

Haroratlarning vaqtga bog'liqlik grafigi hamda egriliklardagi haroratlar aniqlab olindi.



8-rasm. Tajriba davomida haroratning o'zgarishi grafigi: 1- suv harorati; 2- fazaviy o'tuvchi material (parafin) harorati; 3- xona harorati.



9-rasm. Fazaviy o'tuvchi material (parafin) solishtirma issiqlik sig'imining haroratga bog'liqlik grafigi.

Xulosa

Fazaviy o'tuvchi materiallardan biri bo'lgan parafinning suyuq $c_{p,l}$ va qattiq $c_{p,s}$ holatdagi solishtirma issiqlik sig'imi va issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti k_s aniqlangan. Fazaviy o'tuvchi materiallarning qotish jarayoni (faza o'zgarish jarayoni)da solishtirma issiqlik sig'imi $60 \text{ k J/(kg}\cdot\text{K)}$ gacha ortib borishi, suyuq holatdagi solishtirma issiqlik sig'imi $c_{p,l}=3545 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$, qotish jarayonida solishtirma issiqlik sig'imi $c_{p,s}=5288 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$, sintez issiqligi $H_m=256 \cdot 10^3 \text{ J/kg}$ va issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti $k_s=0.168 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ ga teng bo'lishi aniqlangan.

Solishtirma issiqlik sig'imining eng yuqori nuqtasidagi harorat shu material uchun erish va qotish harorati ekani ko'rsatilgan. Quyosh qurilmarini uzluksiz rejimda ishlashini taminlash maqsadida issiqlik yig'uvchi material sifatida parafinning issiqlik-texnik parametrlari o'rganilgan.

Adabiyotlar

- [1] <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/energy-statistics-data-browser?country=UZBEKISTAN&energy=Electricity&year=2021>
- [2] Tianhao Xu, Saman Nimali Gunasekara, Justin Ningwei Chiu, Bjorn Palm, Samer Sawalha. Thermal behavior of a sodium acetate trihydrate-based PCM: T-history and full-scale tests. // Applied Energy, 2020 г., Т. 261. 114432.
- [3] Marina Ayora-Fernandez, Marllory Isaza-Ruiz, Xorxe Burgos, Udayashankar Nithiyanantham, L. Ernandes, Roza Mondragon. Development of a low-medium temperature T-history setup for the thermal storage characterization of non-homogeneous mixtures containing PCMs . // Journal of Energy Storage , 2023 г., Т. 74 . 109412.
- [4] Zhang Yinping, Jiang Yi and Jiang Yi. A simple method, the T-history method, of determining the heat of fusion, specific heat and thermal conductivity of phase-change materials. // Measurement Science and Technology, 1999 г.
- [5] Ахатов Ж.С., Самиев К.А., Рашидов К.Ю., Очилов Л.И. Пассивная теплоаккумулирующая система солнечного отопления с тепловой трубой. Патент на полезную модель, № FAP 02206 от 18.05.2022 // Официальный бюллетень. Агентство по интеллектуальной собственности РУз. – 2023. – Том.263, №2. – С.186.
- [6] Zhang Yinping, Hu Hanping and Kong Xiangdong 1996 The Theory and Application of Heat Storage Phase-Change Materials (Hefei: Publishing Company of USTC) pp 339–41 (in Chinese)
- [7] Song Y W 1981 The solution of the solidification of PCMs in a cylindrical container by using the perturbation method J. Engng Thermal Phys. 2 211–6 (in Chinese, with English abstract)
- [8] Arun Gopinathan, Jaroslav Jerz, Jaroslav Kov, , Behzad Sadeghi, Pasquale Cavaliere. Lecce, Italy; Bratislava, Slovak Republic Implementation of T-history method to determine the thermophysical properties of the phase change materials . Thermochimica Acta , 2023.
- [9] Arnold Martinez, , Mauricio Carmona, Inmaculada Arauzo Experimentally based testing of the enthalpy-porosity method for the numerical simulation of phase change of paraffin-type PCMs // Journal of Energy Storage 2023.
- [10] Thandiwe Bongani Radebe, Asasei Unarine Casey Ndanduleni, , Zhongjie Huan, Washington Mhike Evaluation of the thermal properties of subzero phase-change materials by the T history method during the solidification and melting phase // Journal of Energy Storage 2024.

UO‘K: 621.311.24:697.343.2:620.9:001.891:004.65

YASSI QUYOSH SUV ISITISH KOLLEKTORINING ENERGIYA SAMARADORLIGINI OSHIRISH BO‘YICHA SCOPUS MA’LUMOTLAR BAZASIDA CHOP ETILGAN MAQOLALAR TAHLILI

Shamurotova Sohiba Mustafakulovna – katta o‘qituvchi,
ORCID: 0009-0004-8728-6685, E-mail: shamurotovas@mail.ru

Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti, Qarshi sh., O‘zbekiston

Annotatsiya. Qayta tiklanadigan energiya manbalariga global o‘tish quyosh energiyasi texnologiyalari bo‘yicha tadqiqot ishlanmalarini keskin ko‘payishiga olib keldi. Ular orasida yassi quyosh suv isitish kollektorlari maishiy va sanoat sohalarida energiya samaradorligini oshirish salohiyati tufayli katta e‘tiborni tortadi. Ushbu tahlil tadqiqotning hozirgi holatini umumlashtirish, asosiy mavzular va tendensiyalarni aniqlash va kelajakdagi tadqiqot yo‘nalishlari haqida tushuncha berishga qaratilgan.

Ushbu ishda Scopus bazasidan ma’lumotlar yassi quyosh kollektorlari, energiya samaradorligi, suv isitish kabi iboralar ishlatilgan maqolalar yig‘ildi. Har bir tanlangan maqoladan asosiy ma’lumotlar ajratib olindi, jumladan: mualliflar va nashr yili, jurnal nomi, abstrakt va kalit so‘zlar, metodologiya, asosiy topilmalar va xulosalar, energiya samaradorligini oshirish ko‘rsatkichlari, tegishli ishlarga havolalar kabi va hokazolar. Ushbu maqolalarda quyosh kollektorlariga tegishli ilmiy ishning kalit so‘zlar asosida kosinus o‘xshashlik (cosine similarty matrix) usulidan foydalanib, sohada kam tadqiq qilinadigan qismlarni ajratib ko‘rsatildi.

Qidiruv natijalari 2000-2024-yilgacha Quyosh suv isitgichlarni tadqiqot qilish maqsadida Scopus bazasida 1449 ta ilmiy maqola, 507 ta kichik maqola (tezis) va 93 ta tahliliy maqolalar chop etilgan. Ushbu tadqiqot ishlari ma’lum muammoni yechishga qaratilgan bo‘lib, maqolalarda fokus qaratilgan yechimlar maqolaning abstract va xulosalar qismlariga asoslangan holatda kalit so‘zlar asosida kosinus o‘xshashlik usulida aniqlandi. Unga ko‘ra geometrik optimallashtirish, faza o‘zgaruvchi materiallar (PCM), va kompyuter simulyatsiyasiga qaratilgan maqolalar nisbatan kam foizni tashkil etishi aniqlandi.

Kalit so‘zlar: Scopus ma’lumotlar bazasi, adabiyot sharhi, ilmiy nashr, tahlillar, quyosh energiyasi, qayta tiklanadigan energiya, quyoshli suv isitish, yassi kollektorlar, quyosh kollektorining konstruksiyasi, energiya samaradorlik, energiyani tejash.

УДК: 621.311.24:697.343.2:620.9:001.891:004.65

АНАЛИЗ СТАТЕЙ ОПУБЛИКОВАННЫХ В БАЗЕ ДАННЫХ SCOPUS ПО ИССЛЕДОВАНИЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПЛОСКОГО СОЛНЕЧНОГО ВОДОНАГРЕВАЮЩЕГО КОЛЛЕКТОРА

Шамуротова Сохиба Мустафокуловна – старший преподаватель

Каршинский инженерно-экономический институт, г. Карши, Узбекистан

Аннотация. Глобальный переход к возобновляемым источникам энергии привел к резкому увеличению исследований и разработок в области технологий солнечной энергии. Среди них большое внимание привлекают плоские солнечные коллекторы для нагрева воды благодаря их потенциалу повышения энергоэффективности в бытовом и промышленном секторах. Целью этого обзора является подведение итогов текущего состояния

исследований, определение ключевых тем и тенденций, а также предоставление информации о будущих направлениях исследований.

В данной работе были собраны статьи из базы данных Scopus, в которых использовались такие фразы, как плоские солнечные коллекторы, энергоэффективность, нагрев воды. Из каждой выбранной статьи была извлечена основная информация, включая: авторов и год публикации, название журнала, аннотацию и ключевые слова, методологию, основные выводы и заключения, показатели повышения энергоэффективности, ссылки на соответствующие работы и т. д. В этих статьях с использованием метода косинусной матрицы подобия, основанного на ключевых словах научных работ, связанных с солнечными коллекторами, были выделены менее исследованные части в этой области.

Результаты поиска в Scopus с целью исследования солнечных водонагревателей с 2000 по 2024 год опубликовано 1449 научных статей, 507 небольших статей (тезисов) и 93 аналитических статьи. данное исследование направлено на решение определенной проблемы. решения, рассматриваемые в статьях, определялись методом косинусного подобия по ключевым словам на основе аннотационной и заключительной частей статьи. согласно ему, статьи, посвященные геометрической оптимизации, материалам с фазовым переходом (PCM) и компьютерному моделированию, составляют относительно небольшой процент.

Ключевые слова: база данных Scopus, обзор литературы, научные публикации, анализы, солнечная энергия, возобновляемые источники энергии, солнечное нагрев воды, плоские коллекторы, проектирование солнечных коллекторов, эффективность, энергосбережение.

UDC: 621.311.24:697.343.2:620.9:001.891:004.65

ANALYSIS OF ARTICLES PUBLISHED IN THE SCOPUS DATABASE ON THE STUDY OF INCREASING THE ENERGY EFFICIENCY OF FLAT-PLATE SOLAR WATER HEATING COLLECTOR

Shamurotova, Sokhiba Mustafokulovna – Senior Lecturer

Karshi Engineering-Economics Institute, Karshi city, Uzbekistan

Abstract. The global transition to renewable energy sources has led to a dramatic increase in research and development in solar energy technologies. Among them, flat solar water heating collectors are attracting a lot of attention due to their potential to improve energy efficiency in the domestic and industrial sectors. This review aims to summarize the current state of research, identify key themes and trends, and provide insight into future research directions.

In this study, articles were collected from the Scopus database that used phrases such as flat solar collectors, energy efficiency, water heating. Basic information was extracted from each selected article, including: authors and year of publication, journal title, abstract and keywords, methodology, main findings and conclusions, energy efficiency improvement indicators, references to related works, etc. In these articles, using the cosine similarity matrix method, based on the keywords of the scientific work related to solar collectors, the less researched parts in the field were highlighted.

Search results 1449 scientific articles, 507 small articles (theses) and 93 analytical articles were published on SCOPUS to research solar water heaters from 2000 to 2024. this research is aimed at solving a certain problem. the solutions focused in the articles were determined by the method of cosine similarity based on keywords based on the abstract and conclusion parts of the article. according to it, articles focused on geometric optimization, phase change materials (PCM), and computer simulation make up a relatively small percentage.

Keywords: Scopus database, literature review, scientific publication, analyses, solar energy, renewable energy, solar water heating, flat-plate collectors, solar collector design, efficiency, energy conservation.

Kirish

Qayta tiklanadigan energiya manbalariga global o'tish quyosh energiyasi texnologiyalari bo'yicha tadqiqot ishlanmalarini keskin ko'payishiga olib keldi. Ular orasida yassi quyosh suv isitish kollektorlari maishiy va sanoat sohalarida energiya samaradorligini oshirish salohiyati tufayli katta katta ahamiyatga ega [1]. Ushbu kollektorlarning samaradorligi juda muhim, chunki bu ularning iqtisodiy samaradorligi va ekologik foydasiga bevosita ta'sir qiladi [2]. Yassi quyosh suv isitgich kollektorlari oddiyligi, chidamliligi va suvni isitish uchun quyosh energiyasidan foydalanish samaradorligi uchun keng qo'llaniladi [3]. Ularning keng qo'llanilishiga qaramay, ularning potensialini maksimal darajada oshirish uchun energiya samaradorligini oshirishga doimiy ehtiyoj bor [4]. Yassi quyosh suv isitish kollektorlarining samaradorligini oshirish turli dizayn parametrlari, materiallari va konfiguratsiyasini optimallashtirishni o'z ichiga oladi [5]. Ushbu optimallashtirish issiqlik samaradorligini oshirishi, issiqlik yo'qotishlarini kamaytirishi va umumiy tizim samaradorligini oshirishi mumkin [6].

Scopus ma'lumotlar bazasi ilmiy tadqiqotlardagi tendensiyalar va yutuqlarni tahlil qilish uchun mustahkam platformani ta'minlovchi tasdiqlangan ilmiy adabiyotlarning keng qamrovli baza hisoblanadi [7]. Scopusda chop etilgan maqolalarni tizimli ravishda tahlil qilish orqali tadqiqotchilar yassi quyosh suv isitish kollektorlarining energiya samaradorligi bo'yicha mavjud bilimlar to'plamidagi asosiy ishlanmalar, metodologiyalar va kamchiliklarni aniqlashlari mumkin [8]. Ushbu tahlil, shuningdek, ushbu tizimlarning samaradorligini sezilarli darajada oshirish potensialiga ega bo'lgan yangi texnologiyalar va innovatsion yondashuvlarga katta e'tibor qaratadi [9].

Ushbu tadqiqotning asosiy maqsadi - Scopus ma'lumotlar bazasida e'lon qilingan yassi quyosh suv isitish kollektorlarining energiya samaradorligini oshirish bilan bog'liq maqolalarni chuqur tahlil qilishdir. Ushbu tahlil tadqiqotning hozirgi holatini umumlashtirish, asosiy mavzular va tendensiyalarni aniqlash va kelajakdagi tadqiqot yo'nalishlari haqida tushuncha berishga qaratilgan [10]. Keng ko'lamli tadqiqotlar natijalarini sintez qilish orqali ushbu tadqiqot yassi quyosh suv isitish kollektorlarining samaradorligiga ta'sir qiluvchi omillarni yanada to'liqroq tushunishga yordam beradi va ularning dizayni va ishlashini optimallashtirish bo'yicha sa'y-harakatlarni boshqaradi [6].

Uslub va materiallar

1. Ma'lumotlarni yig'ish.

1.1. Tegishli maqolalarni aniqlash.

Scopus ma'lumotlar bazasidan yassi quyosh suv isitish kollektorlarining energiya samaradorligi bilan bog'liq maqolalar qidirildi va aniqlandi, buning uchun Scopus bazasini ochiq platformasidan foydalanildi. Keng qamrovni ta'minlash uchun "energiya samaradorligi", "yassi quyosh kollektori", "quyosh suvini isitish" va "issiqlik ko'rsatkichlari" kabi kalit so'z va iboralardan foydalanildi. Qidiruv natijalarini yaxshilash uchun filtrlar qo'llanildi, bunda ekspertlar tomonidan ko'rib chiqilgan jurnallar, so'nggi 24 yil ichida chop etilgan maqolalar, energiya, muhandislik va atrof-muhit kabi muayyan mavzularga e'tibor qaratildi.

1.2. Qo'shish va istisno qilish mezonlari.

Yassi plitali quyosh suv isitish kollektorlarining energiya samaradorligini oshirishga aniq e'tibor qaratiladigan maqolalar tanlab olindi. Mavzuga bevosita taalluqli bo'lmagan maqolalarni, masalan, boshqa turdagi quyosh kollektorlariga (masalan, kollektorlarda o'rnatilgan quvurlar) yoki bog'liq bo'lmagan quyosh texnologiyalariga qaratilgan maqolalarni istisno tariqasida ajratib olindi.

1.3. Ma'lumotlarni ishlab chiqish.

Har bir tanlangan maqoladan asosiy ma'lumotlarni ajratib olindi, jumladan: mualliflar va nashr yili, jurnal nomi, abstrakt va kalit so'zlar, metodologiya, asosiy topilmalar va xulosalar, energiya samaradorligini oshirish ko'rsatkichlari, tegishli ishlarga havolalar kabi va hokazolar.

2. Kosinus o'xshashligi.

Kosinus o'xshashligi yuqori o'lchamli kattaliklarda, ayniqsa keng qamrovli ma'lumotlar to'plamida qo'llaniladigan matematik o'lchov usuli, ikki vektor orasidagi burchakning kosinusini

aniqlash uchun ishlatiladi va shu bilan ularning o'xshashligini yo'nalish bo'yicha tekislash asosida baholaydi. Ushbu usul turli sohalarida jumladan, ma'lumotlarni tahlili, matn tahlili va sohadagi yangiliklarni solishtirishda keng qo'llaniladi, bu yerda u adabiy tahlil, kalit so'zlarni aniqlash va tadqiqot kamchiliklarini aniqlash kabi vazifalarda hal qiluvchi rol o'ynaydi.

Kosinus o'xshashligini baholash metodologiyasi ma'lumotlar to'plamini matematik vektorlar sifatida ko'rsatishdan boshlanadi, har bir ma'lumotlar to'plamini ko'p o'lchovli fazoda vektor sifatida ko'rib chiqadi. Ushbu jarayonni tasvirlash uchun maqoladagi ikkita bo'shliqni o'z ichiga olgan misol keltiriladi, bu yerda har bir bo'shliq matematik vektor sifatida ifodalanadi. Masalan, 1-kalit so'z "Quyosh suv isitgichlari" va 2-kalit so'z "Yassi quyosh suv isitgichlari" mos ravishda $A = [1, 1, 1, 0, 0, 0]$ va $B = [0, 1, 1, 1, 1, 1]$ vektorlariga aylantiriladi. Keyin kosinus o'xshashligi ikki vektor orasidagi burchakning kosinusini ularning uzunligini hisobga olgan holda (1) formula yordamida hisoblaydi. Formula quyidagicha ifodalanadi [11]:

$$\text{Cosine Similarity} = \frac{A \cdot B}{\|A\| \|B\|} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i B_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^n A_i^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n B_i^2}} = \frac{2}{\sqrt{3} \sqrt{5}} = 0,516 \quad (1)$$

Bu formulada A va B baholanayotgan vektorlarni, A_i va B_i ularning mos keladigan koordinatalarini, n esa vektorlardagi elementlar sonini bildiradi. Vektor skalyar ko'paytirish va vektor kattaliklarini hisoblash orqali kosinus o'xshashlik qiymati aniqlanadi. Taqdim etilgan misol uchun kosinus o'xshashligi taxminan 0,516 deb hisoblanadi, bu ikki vektor o'rtasidagi o'xshashlikning o'rtacha darajasini ko'rsatadi. Ushbu metodologiya kosinus o'xshashligini baholash uchun tizimli yondashuvni ta'minlaydi va tadqiqotchilarga ma'lumotlar to'plamlari orasidagi o'xshashlikni aniq aniqlash imkonini beradi. U o'xshashlikni aniqlashda individual kattaliklarni emas, balki yo'nalishlarni moslashtirishni hisobga olish muhimligini ta'kidlaydi va shu bilan yuqori o'lchamli bo'shliqlarda samarali tahlilni osonlashtiradi [12].

3. Statistik va grafik tasvirlash.

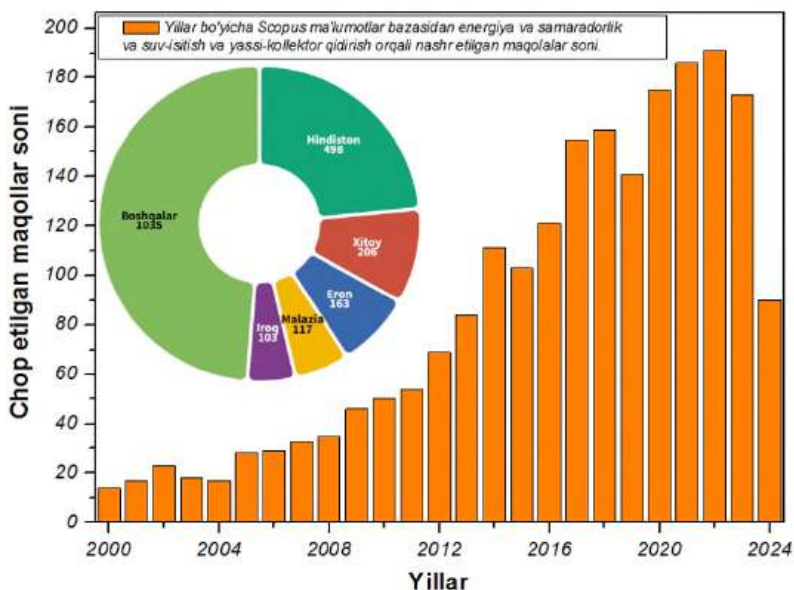
Ma'lumotlar to'plamining asosiy xususiyatlarini umumlashtiradigan tavsiflovchi statistikani taqdim etish, masalan har bir maqolaga o'rtacha iqtiboslar soni, nashr qilishlar soni va tadqiqot mavzularining taqsimlanishi. Ma'lumotlardagi tendensiyalar va natijalarni vizualizatsiya qilish uchun grafik vositalardan foydalanish uchun quyidagi misollarni keltirish mumkin: vaqt bo'yicha nashrlar sonini ko'rsatadigan chiziqli diagrammalar, turli tadqiqot mavzularining chastotasini taqqoslaydigan chiziqli diagrammalar, mualliflarning hamkorligi va iqtibos tarmoqlarini aks ettiruvchi tarmoq diagrammalari.

Natija va muhokama

Taqdim etilgan 1-rasmda Scopus ma'lumotlar bazasida 2000-yildan 2024-yilgacha yassi quyosh suv isitish kollektorlari, energiya samaradorligi va quyosh suvini isitish samaradorligi bilan bog'liq bo'lgan maqolalar soni ko'rsatilgan. Ustunli diagramma nashrlar sonining yillar davomida o'sib borish tendensiyasini ko'rsatadi va 2020-2024-yillarga to'g'ri keladi. Ushbu ilmiy ishlanmalar beqaror ravishda 1958-yildan boshlab chop etila boshlangan, ya'ni turli xil doimiy o'sish kuzatilmagan. Maqolalar soni 2000-yildan barqaror ravishda o'sib bordi, 2012-yildan keyin sezilarli tezroq o'sish kuzatiladi [13]. Quyida keltirilgan rasm markazidagi doiraviy diagramma nashrlarning mamlakatlar bo'yicha taqsimlanishini ko'rsatadi. Hindiston 498 ta nashr bilan yetakchilik qilmoqda. Boshqa hissa qo'shgan davlatlar orasida Xitoy (206), Eron (163), Malayziya (117) va Iroq (103) ta ilmiy nashrlar bilan yetakchilik qilmoqda. Boshqa mamlakatlar jami 1035 ta ilmiy nashrni o'z ichiga oladi.

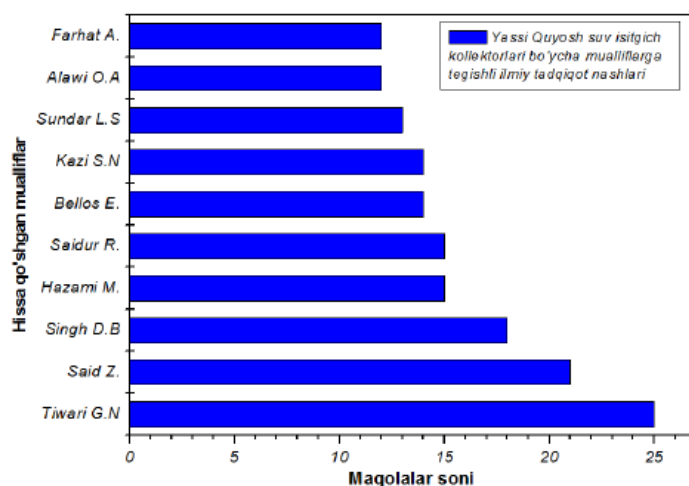
Nashrlardagi o'sish tendensiyasi energiya samaradorligi va quyosh suvini isitish texnologiyalariga, xususan, tekis kollektorlarga qiziqish va tadqiqot e'tiborining ortib borayotganidan dalolat beradi. Ushbu o'sishni qayta tiklanadigan energiya manbalari va barqaror texnologiyalarga global intilish bilan bog'lash mumkin. Scopus ma'lumotlar bazasining ushbu tahlili quyosh energiyasidan suv isitish va energiya samaradorligi bilan bog'liq tadqiqot faoliyati sezilarli darajada oshganini ko'rsatadi, bunga bir qancha mamlakatlarning hissasi katta. Ma'lumotlar barqaror energiya

tizimlariga o'tish bo'yicha kengroq global tartibni aks ettiruvchi yassi quyosh kollektorlarining ishlashi va samaradorligini oshirishga ortib borayotgan akademik qiziqishni ko'rsatadi.



1-rasm. Yillar bo'yicha yassi Quyosh suv isitgich kollektorlari uchun Scopus ma'lumotlar bazasida chop etilgan maqolalar (2000-2024-y).

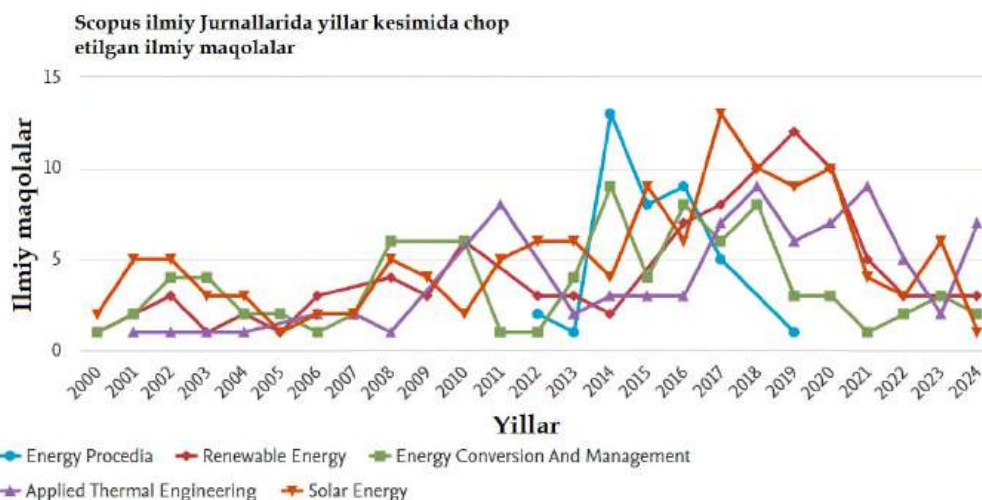
2-rasmda turli mualliflarning yassi quyosh suv isitish kollektorlari bo'yicha tadqiqotlarga qo'shgan hissasi ko'rsatilgan. G.N. Tiwari 25 ta nashri bilan yetakchilik qilmoqda, undan keyin Z. Said 21, D.B. Singh 18 ta, M. Hazami 16 ta, R. Saidur 14 ta nashr etganlar. Shu bilan birga E. Bellos, S.N. Kazi, L.S. Sundar, O.A. Alawi va A. Farhat kabi olimlarning ham hissasi mavjud.



2-rasm. Yassi Quyosh suv isitgich kollektorlari bo'yicha mualliflarning Scopus ma'lumotlar bazasida chop etilgan ilmiy nashrlari (2000-2024-y).

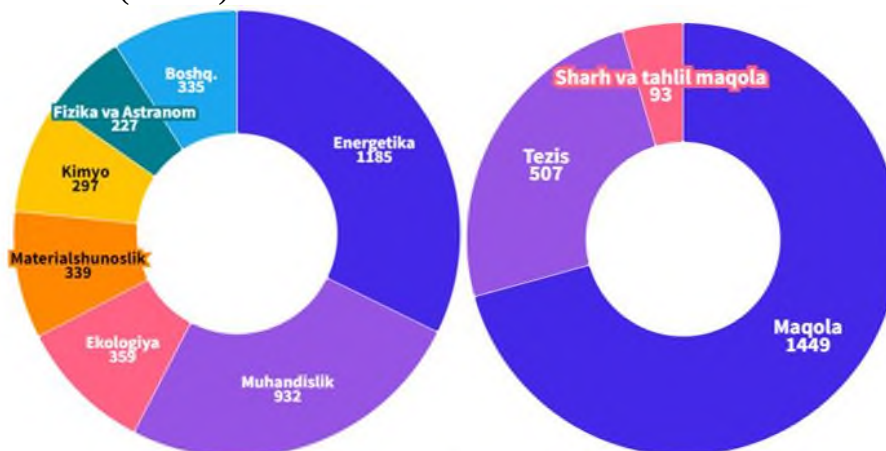
3-rasmda keltirilgan grafikda chop etilgan maqolalarning yillar kesimida Scopus bazasidagi yetakchi jurnallarda taqsimoti keltirilgan. Yuqori impakt faktorli (Q1) jurnallar orasida "Solar Energy" va "Renewable Energy" mos ravishda 2000-yildan 2024-yilgacha 126 va 95 ta YaQSI kollektorlariga bag'ishlangan nashrlar chop etilgan. Shu bilan bir qatorda "Energy Conversion And Management" jurnalida 85 ta, "Applied Thermal Engineering" jurnalida 80 ta, "Energy Procedia" jurnalida 39 ta va "Energy", "Journal Of Solar Energy Engineering Transactions Of The ASME", "Aip Conference Proceedings", "Desalination", "Desalination And Water Treatment", "Energies", "Applied Solar Energy (English Translation Of Geliotekhnika)" kabi jurnallar doimiy ravishda

quyosh suv isitish tizimlari bo'yicha tadqiqotlarni nashr etib, ularning ushbu sohadagi bilim va yutuqlarni tarqatishdagi muhim rolini aks ettiradi.



3-rasm. Yassi Quyosh suv isitgich kollektorlari bo'yicha Scopus jurnallarida chop etilgan ilmiy nashrlari (2000-2024-y).

Tadqiqot tendensiyalari muammolarni hal qilish va quyosh suv isitish kollektorlarining ish faoliyatini yaxshilash uchun energetika, muhandislik, materialshunoslik va ekologiya sohalarini o'z ichiga olgan multiroslagich yondashuvini taklif qiladi. Ilg'or materiallarning integratsiyasi, takomillashtirilgan dizayn konfiguratsiyasi va innovatsion sovitish texnikasi asosiy e'tibor yo'nalishlaridan biridir (4-rasm).

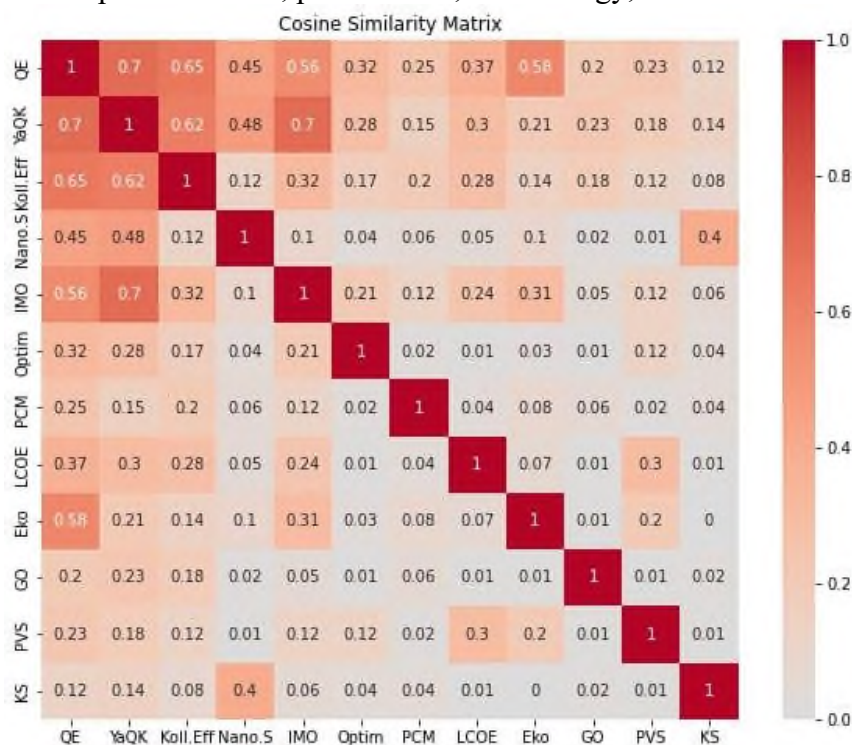


4-rasm. Yassi Quyosh suv isitgich kollektorlari bo'yicha Scopus jurnallarida chop etilgan ilmiy nashrlari sohalar va nashlardagi ulushi (2000-2024-y).

4-rasmda yassi Quyosh suv isitish kollektorlari bo'yicha Scopus jurnallarida chop etilgan maqolalar ma'lum yo'nalishlarni o'z ichiga oladi va quyidagicha miqdorda to'g'ri keladi, masalan energetika sohasi uchun 1185 ta, muhandislik 932 ta, ekologiya va atrof muhit sohalariga bag'ishlangan mos ravishda 339, 297, 227 tadan maqolalar nashr etilgan. Shu bilan birga ushbu nashlarning 1449 tasi ilmiy maqola, 507 tasi kichik maqola va tezislar hamda 93 ga yaqin sharh va tahliliy maqolalar 2000 yildan to hozirga qadar chop etilgan.

Yuqorida olib borilgan qidiruvlar natijasida jami 2123 ta ilmiy nashlar aniqlandi, ushbu ishlarda yetakchilik qilgan olimlarning eng yangi oxirgi ilmiy yutuqlarni qamrab olgan maqolalari o'rganib chiqildi. Maqolalar ichidan muammoni hal qilishga qaratilgan iboralar kalit so'zlarga tayanib ajratib olindi. Masalan, Zohaib H., Mariam M., Naveed A. va boshqalar tomonidan "Techno-economic assessment of evacuated flat-plate solar collector system for industrial process heat" mavzusida

yoʻzilgan ilmiy maqola sanoat sohasida issiq suvdan foydalanishda energiya isteʼmolining muhim qismini tashkil qiladi. Bu qayta tiklanadigan manbalarni anʼanaviy yoqilgʻilar bilan integratsiya qilish orqali toʻldirish kerak boʻlgan keng talab va energiya boʻshligʻini yaratadi. Ushbu maqola sirt maydoni 4 m² boʻlgan yassi quyosh kollektoriga (YaQK) asoslangan quyosh suv isitish tizimining ishlashi tahlilini taqdim etadi. Kollektor ichida hosil boʻlgan -0,8 bar vakuum bosimi ostida massa oqimlari 0,03, 0,0336 va 0,0504 kg/s boʻlgan issiqlik tashuvchisi (HTF) sifatida suv-glikol aralashmasi ishlatilgan. Taklif etilgan YaQK tizimi uchun MATLAB da batafsil raqamli model ishlab chiqildi, soʻngra eksperimental tekshirish amalga oshirildi. Modelni tekshirishda issiqlik samaradorligi uchun absorber harorati uchun 2,81 ning maksimal ildiz kvadrat xatosi va 6,62 foiz xatosi kuzatildi. Bu model tizimning haqiqiy ishlashini oʻrtacha aniqlik bilan bashorat qilish qobiliyatini tasdiqlaydi. YaQK ning maksimal issiqlik samaradorligi iyun oyida suyuqlikning maksimal chiqish harorati 98 °C va yanvarda 69 °C boʻlgan 78% ni tashkil qiladi. Yanvar oyida olinadigan maksimal foydali energiya 1300 Vt. Bundan tashqari, massa oqimlari, kollektor maydonlari, quvurlar oraligʻi va turli HTF aralashmalari kabi dizayn parametrlarining tizim ishlashiga taʼsiri simulyatsiya qilinadi. Ushbu ishda kalit soʻzlar “economic analysis, evacuated flat-plate collector, process heat, solar energy, thermal efficiency” dan iborat.



5-rasm. Yassi Quyosh suv isitgich kollektorlari boʻyicha ilmiy nashrlarda foydalanilgan kalit soʻzlar asosida kosinus oʻxshashlik.

5-rasmda keltirilgan qisqartmalar (kalit soʻzlar) QE-quyosh energiyasi, YaQK-yassi quyosh kollektori, Koll.eff-kollektor effektivligi, Nano.S-nanosuyuqlik, IMO-issiqlik va massa oqimi dinamikasi, Optim-optimallashtirish, PCM-faza oʻzgaruvchi materiallar, LCOE-energiyaga aylantirish tannarxi, Eko-ekologik tahlillar, GO-geometrik optimallashtirish (dizayn takomillashtirish), PVS- fotoelektrik sistemalar, KS-kompyuter simulyatsiyalari maʼnolarini anglatadi. Ushbu kalit soʻzlar 2000 dan ortiq maqolalarni asosiy ilmiy natijalariga qaratilgan. Masalan, ilmiy nashrlarda KS va QE 0,12 qismni yoki 12% ni tashkil etadi, Nano.S va QE 45% ni, PCM va KS 4% ni va hokazo (5-rasm).

Xulosa

Yuqorida olib borilgan tahlil natijalariga asoslangan holatda Quyosh suv isitgich kollektorlari dizaynini takomillashtirish (geometriyasini optimallashtirish), PCM va nanosuyuqliklarni hamda ular

uchun dasturiy ta'minotlarni kompyuter simulyatsiyalari asosida birlashtirib ilmiy tadqiqotlar olib borish maqsadga muvofiq va ushbu ishlarni birlashtirgan holatda quyidagicha xulosalarga kelish mumkin.

Quyosh suv isitgich kollektorlari quvurlari konstruksiyasini burama kanalli quvurlar shaklida takomillashtirish va tashqi muhitga energiya yo'qotilishini oldini olish uchun vakuum qatlamni optimallashtirish zarur. Shu bilan birga quyosh suv isitgichlarning energiya samaradorligini oshirishda yassi reflektorlardan foydalanish mumkin.

Quyosh suv isitgich kollektorlarida issiqlik tashuvchi sifatida nanosuyuqlik va ortiqcha issiqlikni akkumulyatsiya qilish uchun fazali o'zgartiruvchi materiallardan (PCM) foydalanish ustida ilmiy ishlanmalarga e'tiborni qaratish talab etilmoqda.

Ushbu xulosalar Quyosh suv isitgich kollektorlarini ish rejimini va energiya samaradorligini yaxshilashga xizmat qiladi. Bu xulosalarga asoslangan holatda quyosh suv qizdirish kollektorlarining energiya samaradorligi yuqori bo'lgan yangi konstruksiyalarini ishlab chiqish mumkin.

Yuqorida keltirilgan kosinus o'xshashlikda olib borilayotgan ilmiy izlanishlarni xulosada keltirilgan ishlarni takomillashtirishga yetarli emas va chop etilgan ishlarning juda kam foizini tashkil etishini isbotlaydi.

Adabiyotlar

- [1] Smith J., Doe, A. Advances in Solar Water Heating Systems//Renewable Energy Journal. 45(2), 2020. -pp. 123-134.
- [2] Uzakov G.N., Toshmamatov B.M., Khusenov A.A., Nurmanov Sh.Kh. Geothermal systems for autonomous heat supply of local facilities//Alternative energy. T. 3. No. 3. 2021.- pp. 41-46.
- [3] Toshmamatov B.M., Rakhmatov O.I., Valiyev S.T., Nurmanov Sh.Kh. Hybrid heat power based on geothermal energy corrects heat-technical parameters//Alternative energy. T. 9. No. 2. 2023. -pp. 72-82.
- [4] Uzakov G.N., Davlanov Kh.A., Toshmamatov B.M., Kamolov B.I. Analysis of hybrid heating systems for residential buildings using renewable energy sources//Alternative energy. T. 8. No. 1. 2023. -pp. 9-15.
- [5] Uzakov G.N., Davlanov Kh.A., Toshmamatov B.M. Energy efficient systems and technologies using alternative energy sources//Alternative energy. T. 1. 2021. -pp. 7-19.
- [6] Johnson R., Lee C. Optimization of Flat-Plate Solar Collectors//Solar Energy Materials and Solar Cells. 75(1). 2020. -pp. 89-101.
- [7] Brown, P., & Green, D. Solar Energy Utilization in Water Heating//Journal of Clean Energy Technologies. 33(3). 2021. -pp. 256-267.
- [8] White, S., & Black, R. Enhancing Efficiency in Solar Thermal Systems//International Journal of Sustainable Energy. 29(4). 2021. -pp. 345-357.
- [9] Thomas, M., & Clark, H. Materials and Design Innovations for Solar Collectors//Journal of Applied Solar Technology. 22(5). 2018. -pp. 543-556.
- [10] Davis, L., & Patel, S. Comparative Analysis of Solar Water Heating Systems//Renewable and Sustainable Energy Reviews. 60(6). 2022.-pp. 789-802.
- [11] Li, X., & Zhang, Y. Bibliometric Analysis of Solar Collector Research//Scientometrics, 82(2). 2020. -pp. 456-468.
- [12] Walker, P., & King, T. Trends in Solar Thermal Research: A Review of Scopus Data// Journal of Solar Energy Research. 50(7). 2019. -pp. 689-701.
- [13] Harris, J., & Liu, Q. Innovations in Solar Collector Design//Energy Efficiency. 11(8). 2021. -pp. 987-1002.
- [14] Miller, D., & Evans, K. Future Directions in Solar Water Heating Research//Journal of Renewable Energy. 30(9). 2018. -pp. 1234-1245.

УДК 662.997.621

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА ТИПОВОГО СЕЛЬСКОГО ДОМА

Узаков Гулом Норбоевич - доктор технических наук, профессор,

ORCID: 0009-0005-7386-8075, E-mail: uzoqov66@mail.ru

Ташмаматов Бобир Мансурович - старший преподаватель,

ORCID: 0000-0001-7051-5307, E-mail: bobur160189@mail.ru

Камолов Бехзод Илхомович - докторант,

ORCID: 0009-0005-2119-3010, E-mail: behzod0288@mail.ru

Каршинский инженерно-экономический институт, г.Карши, Узбекистан

Аннотация. Системы теплоснабжения жилых зданий, в том числе типовых сельских домов, являются энергоемким потребителем тепловой и электрической энергии. Проведенные исследования показывают, что объем потребления энергоресурсов на обогрев 1,0 м² жилого помещения типового сельского дома в отопительный сезон составляет 12÷18 кубометров природного газа, 300÷380 кВт·час электроэнергии. В связи с этим обеспечение оптимального микроклимата в жилых зданиях с учетом изменчивости метеорологических параметров местности и рациональное использование ресурсов ВИЭ местности является актуальной.

В работе были использованы методы математического моделирования, теоретические основы теплотехники, теория подобия, экспериментальное исследование процессов теплообмена и обобщение результатов экспериментов.

Разработаны математические модели, основанные на уравнениях теплового баланса и теплового расчета типового сельского дома, позволяющие рассчитать температурный режим типовых сельских домов с гибридными системами теплоснабжения с учетом метеорологических характеристик местности, температуру внутреннего воздуха и изменение теплотехнических параметров конструкций стен здания.

Результаты моделирования температурного режима типового сельского дома показывают, что в зимний период (в условиях Каршинского района) при температуре внешнего воздуха -3 °С, для обеспечения требуемого температурного режима (+20 ÷ +22 °С) необходима солнечная радиация в пределах 500-600 Вт/м². При температурах внешнего воздуха -10 °С, -13 °С и -26 °С требуется добавление дополнительных источников тепла.

Ключевые слова: математическое моделирование, температурный режим, гибридная система теплоснабжения, основы теории подобия, уравнение теплового баланса.

UO‘K 662.997.621

NAMUNAVIY QISHLOQ UYINING ISSIQLIK REJIMINI MATEMATIK MODELLASHTIRISH

Uzoqov G‘ulom Norboyevich – texnika fanlari doktori, professor

Toshmamatov Bobir Mansurovich – katta o‘qituvchi

Kamolov Behzod Ilhomovich – doktorant

Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti, Qarshi sh., O‘zbekiston

Annotatsiya. Yashash binolarining, jumladan, namunaviy qishloq uylarining issiqlik ta‘minoti tizimlari issiqlik va elektr energiyasining energiya iste‘molchisi hisoblanadi. O‘tkazilgan tadqiqotlar

shuni ko'rsatadiki, namunaviy qishloq uylari uchun isitish mavsumida 1 m^2 yashash maydonini isitish uchun sarflanadigan energiya miqdori $12 \div 18 \text{ m}^3$ tabiiy gaz va $300 \div 380 \text{ kVt}$ -soat elektr energiyasini tashkil qiladi. Shu munosabat bilan, yashash binolarida hududning meteorologik parametrlarning o'zgaruvchanligini hisobga olgan holda optimal mikroiklimni ta'minlash va hududdagi qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan oqilona foydalanish dolzarb masala bo'lib qolmoqda.

Ushbu ishda matematik modellash usullari, issiqlik texnikasining nazariy asoslari, o'xshashlik nazariyasi, issiqlik almashinuvi jarayonlarini tajribaviy tadqiqot qilish va tajriba natijalarini umumlashtirish usullari qo'llanilgan.

Namunaviy qishloq uylari uchun hududning meteorologik parametrlari, ichki havo harorati va bino devor konstruksiyalarining issiqlik-texnik parametrlari o'zgarishini hisobga olgan holda, gibridd issiqlik ta'minoti tizimlari harorat rejimini hisoblash imkonini beruvchi issiqlik balans tenglamalari va issiqlik hisoblash sxemalariga asoslangan matematik modellar ishlab chiqilgan.

Namunaviy qishloq uyining harorat rejimi bo'yicha o'tkazilgan modellash natijalari shuni ko'rsatadiki, qish davrida (Qarshi tumanidagi sharoitlar bo'yicha) tashqi havo harorati $-3 \text{ }^{\circ}\text{C}$ bo'lganda, talab qilinadigan harorat rejimini ($+20 \div +22 \text{ }^{\circ}\text{C}$) ta'minlash uchun quyosh radiatsiyasi $500 \div 600 \text{ Wt/m}^2$ doirasida bo'lishi kerak. Tashqi havo harorati $-10 \text{ }^{\circ}\text{C}$, $-13 \text{ }^{\circ}\text{C}$ va $-26 \text{ }^{\circ}\text{C}$ bo'lgan holatlarda qo'shimcha issiqlik manbalarini qo'shish zarurligi aniqlangan.

Kalit so'zlar: matematik modellash, harorat rejimi, gibridd issiqlik ta'minoti tizimi, o'xshashlik nazariyasi asoslari, issiqlik balans tenglamasi.

UDC 662.997.621

MATHEMATICAL MODELING OF THE THERMAL REGIME OF A TYPICAL RURAL HOUSE

Uzakov, Gulom Norboevich – Doctor of Technical Sciences, Professor

Tashmamatov, Bobir Mansurovich – Senior Lecturer

Kamolov, Behzod Ilhomovich – Doctoral student (PhD)

Karshi Engineering-Economics Institute, Karshi city, Uzbekistan

Abstract. Heating systems of residential buildings, including typical rural houses, are energy-intensive consumers of thermal and electrical energy. Research shows that the energy consumption for heating 1.0 m^2 of living space in a typical rural house during the heating season amounts to $12 \div 18 \text{ m}^3$ of natural gas and $300 \div 380 \text{ kWh}$ of electricity. Therefore, ensuring an optimal microclimate in residential buildings, considering the variability of local meteorological parameters and the rational use of renewable energy resources, is a relevant issue.

The study employed mathematical modeling methods, theoretical fundamentals of heat engineering, similarity theory, experimental investigation of heat exchange processes, and generalization of experimental results.

Mathematical models were developed based on heat balance equations and thermal calculation schemes for a typical rural house. These models allow for the calculation of the temperature regime of typical rural houses with hybrid heating systems, considering local meteorological characteristics, indoor air temperature, and changes in the thermal properties of the building's wall structures.

The results of modeling the temperature regime of a typical rural house show that during the winter period (in the conditions of the Karshi district) with an outside air temperature of $-3 \text{ }^{\circ}\text{C}$, solar radiation within the range of $500 \div 600 \text{ W/m}^2$ is necessary to ensure the required temperature regime ($+20 \div +22 \text{ }^{\circ}\text{C}$). At external air temperatures of $-10 \text{ }^{\circ}\text{C}$, $-13 \text{ }^{\circ}\text{C}$, and $-26 \text{ }^{\circ}\text{C}$, additional heat sources are required.

Keywords: mathematical modeling, temperature regime, hybrid heat supply system, basics of similarity theory, heat balance equation.

Введение

В нашей стране с целью экономии традиционных топливно-энергетических ресурсов расширяется внедрение энергосберегающих технологий с применением возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Применение ВИЭ в отраслях экономики и социальных объектах обеспечить снижение расходов органического природного топлива в 2-3 раза. Поэтому задача энергосбережения и повышения энергоэффективности с использованием ВИЭ является актуальной [1]. В климатических условиях Кашкадарьинской области система теплоснабжения жилых зданий, в том числе типовых сельских домов, является энергоемким потребителем тепловой и электрической энергии. Проведенные исследования показывают, что объем потребления энергоресурсов на обогрев $1,0 \text{ м}^2$ жилого помещения типового сельского дома в отопительный сезон составляет $12 \div 18$ кубометров природного газа, $300 \div 380$ кВт·час электроэнергии. В связи с этим обеспечение оптимального микроклимата в жилых зданиях с учетом изменчивости метеорологических параметров местности и рациональное использование ресурсов ВИЭ в местности является актуальной. Обеспечение стабильности системы теплоснабжения зависит от уровня комфорта в типовых сельских домах. Кроме того, комфорт внутреннего микроклимата в типовых сельских домах определяется применением новых энергоэффективных зеленых технологий на основе ВИЭ [2]. В настоящее время комфорт внутреннего микроклимата обеспечивается системами отопления, горячего водоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха [3].

Создание комфортных условий приводит к чрезмерному потреблению энергии за счет использования систем отопления, горячего водоснабжения и кондиционирования воздуха. В этом случае важно рациональное использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ) [4]. Решение этой инженерной задачи требуют проведение ряда исследований с применением современных методов моделирования.

Методы и материалы

В данной работе разработана математическая модель нестационарного температурного режима типовых сельских домов, которая описывает динамику реальных процессов, происходящих в типовых сельских домах при переходе из одного состояния в другое, с учетом реальных особенностей тепловых характеристик конструкции здания и метеорологических параметров местности. Анализ тепловых режимов жилых одноэтажных типовых сельских домов показывает, что климатические параметры местности и теплотехнические характеристики ограждений во многом определяют расход тепловой энергии на отопление.

Для решения задач по энергетическому анализу теплового баланса типовых сельских домов, оптимизации температурного режима и повышения энергоэффективности важно использовать метод моделирования.

Методы математического моделирования теплового баланса зданий позволяют оценить основных теплотехнических и энергетических характеристик гибридных систем теплоснабжения с учетом теплофизических и метеорологических параметров местности.

Динамическая модель теплового баланса типового сельского дома учитывает взаимодействие между внутренним и наружным климатом, а также системами отопления и теплообмена [5]. Она позволяет прогнозировать температурные изменения в помещении, исходя из различных факторов, таких как тепловые нагрузки, теплопотери, радиационное тепло и т.п.

Динамическая модель теплового баланса и теплового режима типового сельского дома при нестационарном режиме с гибридной системой теплоснабжения (ГСТ) разработана согласно расчетной схеме теплового баланса (рис.1).

Математическое выражение теплообмена в типичном сельском доме является сложной задачей из-за наличия таких неизвестных величин, как коэффициент конвективного теплообмена, коэффициент теплопередачи и теплофизические свойства материалов,

использованных при строительстве здания, а также необходимость учета метеорологических особенностей местного климата, солнечной радиации, схемы освещения здания и влияния человеческого фактора.

Для математического моделирования теплового баланса типового сельского дома была разработана схема расчета теплового баланса, приведенная на рисунке 1. Температура внутреннего воздуха типового сельского дома регулируется в зависимости от ряда факторов. К этим факторам относятся удельные тепловые потоки, поступающие через стены, потолок и окна дома, вентиляция и инфильтрация воздуха, а также внутренние тепловые источники. При составлении теплового баланса типового сельского дома были учтены все вышеупомянутые величины (рис.1).

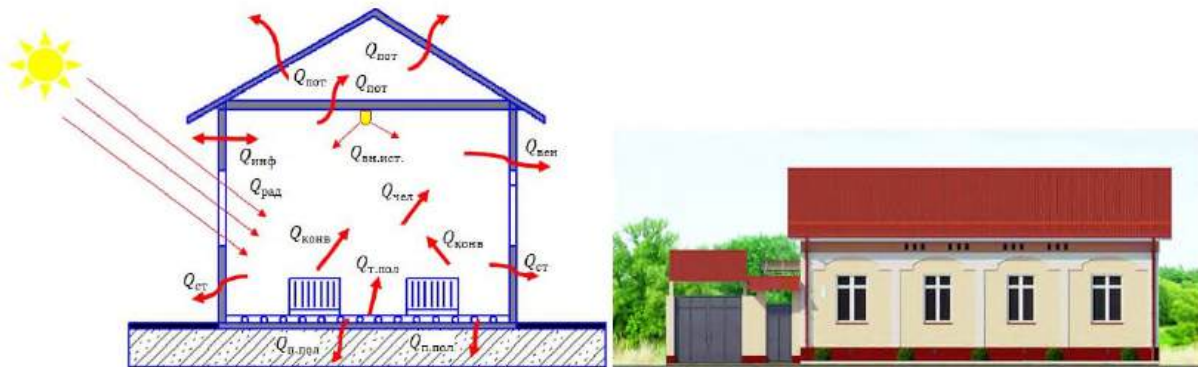


Рис.1. Расчетная схема теплового баланса типового сельского дома.

Математическая модель теплового баланса исследуемого типового сельского дома представлена следующими уравнениями.

1. Дифференциальное уравнение теплового баланса здания (по внутреннему воздуху):

Математическую модель теплового баланса типового сельского дома по рисунку 1 выражаем следующим уравнением:

$$\rho_v V_v C_v \frac{dt}{dt} = KF(t_{vv} - t_{nv}) + \rho_v G_v C_v (t_{vv} - t_{nv}) \cdot F + 1300 G_v (t_{vv} - t_{nv}) \cdot F_n - q^\Sigma \tau F_i, \quad (1)$$

где $\rho_v = 1,29$ — плотность воздуха ($\text{кг}/\text{м}^3$), V_v — объем внутреннего воздуха (м^3), C_v — удельная теплоемкость воздуха ($\text{Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$), K — коэффициент теплопередачи ($\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{K})$), F — площадь поверхности теплопередачи (м^2), t_{vv} — температура внутреннего воздуха ($^\circ\text{C}$), t_{nv} — температура наружного воздуха ($^\circ\text{C}$), 1300 — коэффициент, связанный с тепловыми характеристиками системы, V_r — объем газового отопительного устройства (м^3), F_n — площадь отапливаемого здания, (м^2), q^Σ — суммарный тепловой поток солнечного излучения, $\text{Вт}/\text{м}^2$, τ — коэффициент излучения, F_i — площадь солнечного излучения (м^2).

Коэффициент теплопередачи стенки здания можно рассчитать по следующей формуле [6-7]:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{vn}} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_n}}, \quad (2)$$

где α_{vn} — коэффициент теплоотдачи от внутренней поверхности стены ($\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$), δ_i — толщина i -го слоя стены (мм), λ_i — теплопроводность i -го слоя стены ($\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$), α_n — коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности стены ($\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$).

Для расчета изменения температуры наружной стены дома составлена расчетная схема теплообмена, которая представлено на рис. 2.

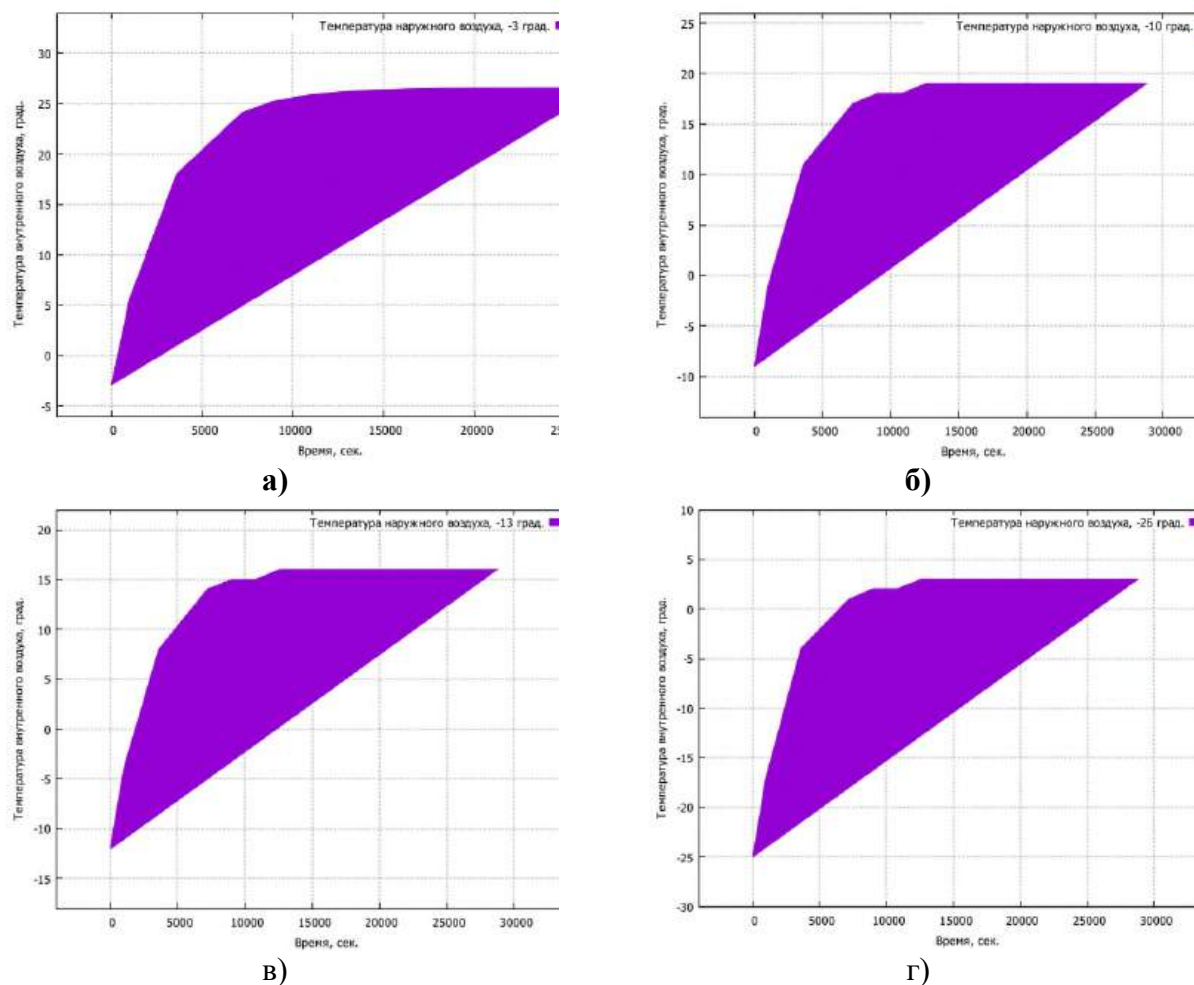


Рис.3. Графики изменения температуры внутреннего воздуха сельского типового дома в стационарном режиме при температурах внешнего воздуха -3 °C (а), -10 °C (б), -13 °C (в), -26 °C (г).

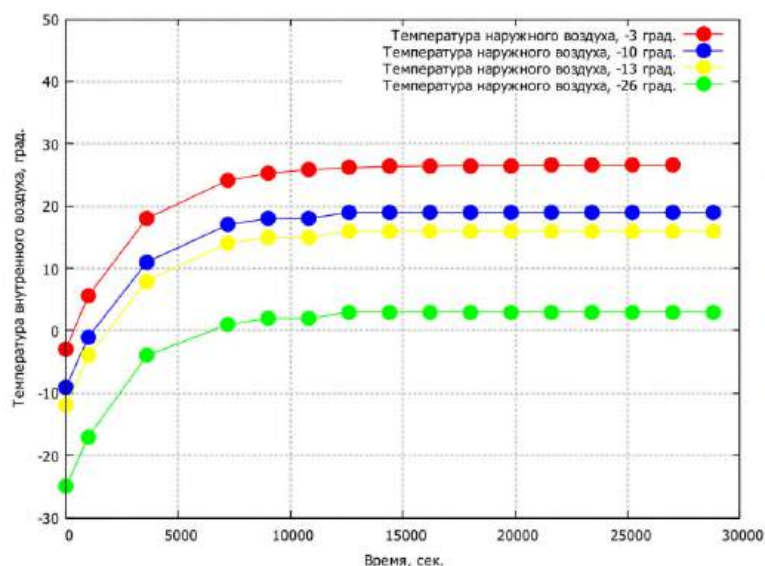


Рис. 4. График изменения температуры внутреннего воздуха типового сельского дома в зависимости от температуры наружного воздуха.

Результаты расчета температуры внутреннего воздуха типового сельского дома в стационарном режиме при изменении солнечной радиации и температуре внешнего воздуха в диапазоне от -3 до -26 °C показаны на рисунках 5 а, б, в, г.

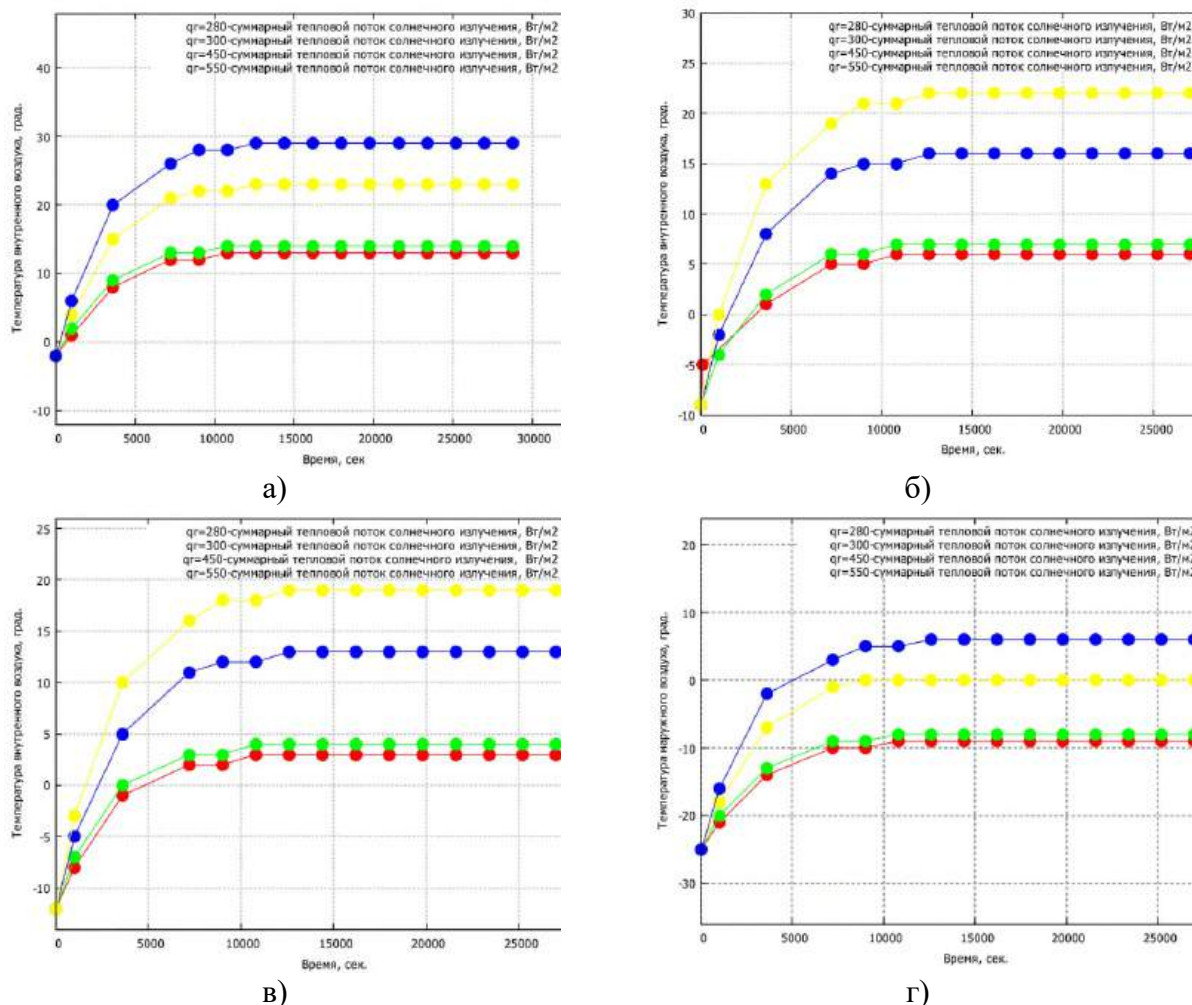


Рис.5. Графики изменения температуры внутреннего воздуха типового сельского дома в зависимости от солнечной радиации и температуры наружного воздуха -3 °C (а), -10 °C (б), -13 °C (в), -26 °C (а).

Заключение

Разработана математическая модель теплового баланса типового сельского дома для нестационарного температурного режима с учетом изменений основных теплотехнических параметров окружающей среды.

Результаты моделирования температурного режима типового сельского дома показывают, что в зимний период (в условиях Каршинского района) при температуре внешнего воздуха -3 °C, для обеспечения требуемого температурного режима (+20 - +22 °C) необходима солнечная радиация в пределах 500-600 Вт/м². При температурах внешнего воздуха -10 °C, -13 °C и -26 °C требуется добавление дополнительных источников тепла (рисунки 3 б, в, г).

На основе результатов моделирования, представленных на рисунках 1-5, можно рассчитать необходимую тепловую нагрузку для системы отопления типового сельского дома при различных температурах внешнего воздуха и солнечной радиации для обеспечения требуемого температурного режима. Таким образом, математическая модель температурного режима внутреннего воздуха типового сельского дома позволяет корректировать внутреннюю температуру в зависимости от изменения солнечной радиации и температуры внешнего воздуха. В предложенной гибридной системе необходимое количество дополнительного тепла обеспечивается за счет солнечных коллекторов, инсоляции и теплонасосной утилизации тепла от низкопотенциальной канализации.

Литература

- [1] Указ Президента Республики Узбекистан «О Стратегии развития нового Узбекистана на 2022 — 2026 годы» от 28.01.2022 г. № УП-60.
- [2] Узakov Г.Н., Давланов Х.А., Тошмаматов Б.М. Анализ гибридных систем отопления жилых зданий, использующих ВИЭ//Альтернативная энергетика. Научно-технический журнал. 2023. Т. 8. № 1. С. 9-15.
- [3] Узakov Г. Н., Базаров О. Ш., Давланов Х. А., Тошмаматов Б. Научно-инновационные разработки Каршинского инженерно-экономического института по использованию возобновляемых источников энергии Беларусь-Узбекистан: формирование рынка инновационной продукции. Сборник материалов научно практической конференции (Минск, 14–15 марта 2023 г.), стр. 353-356.
- [4] Узakov Г.Н., Давланов Х.А., Камолов Б.И., Тошмаматов Б.М. Интегрированные автономные системы энергоснабжения объектов, расположенных в сельской местности//Алтернативная энергетика. Научно-технический журнал. №2, 03.07.2023-г. Стр. 9-14.
- [5] Kudratov J., Toshmamatov B. Justification of heat-technical parameters of hybrid heat and hot water supply system // European international journal of multidisciplinary research and management studies Volume 03 Issue 2023 . p. 35-45.
- [6] Харченко В.В., Чемяков В., Тихонов П., Адомавичюс В. Теплоснабжение дома от теплонасосной системы, использующей возобновляемые источники энергии// Научные труды Литовской академии прикладных наук. Клайпеда, 2012, №7. – с. 45-52.
- [7] Овчаров С.В., Стребков А.А., Буряк А.В. Разработка комбинированной системы отопления жилых домов и коммунальных объектов в сельской местности//Энергетика, Энергосберегающие технологии и оборудование. № 1/1(21), 2015. – с. 46-51.
- [8] Каваленко Е.В., Тягунов М.Г. Гибридные энергетические комплексы с когенерацией в изолированных энергетических системах//Альтернативная энергетика и экология. №10-11, 2015, 167-177 с.
- [9] Путилов С.С. Метод расчета норматива удельного расхода топлива на отпущенную тепловую энергию от котельной//Univesum. Технический наук. №7 (112). 2023 г.
- [10] Кривошеин Ю.О., Цветков Н.А., Хуторной А.Н. Автоматизированная дуальная система горячего водоснабжения с использованием энергии солнца и газового котла// Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение. Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2017. с. 163-173.
- [11] Чемяков В.В. Обоснование параметров системы автономного теплоснабжения сельского дома с использованием возобновляемых источников энергии: автореф. дис. канд. тех. наук. – Москва.: ГНУ ВИЭСХ, 2012. – 27 с.
- [12] Uzakov G.N., Charvinski V.L., Ibragimov U.Kh., Khamraev S.I., Kamolov B. I. Mathematical modeling of the combined heat supply system of a solar house//Energetika. Proc. CIS Higher Educ. Inst. and Power Eng. Assoc. V. 65, No 5 (2022), pp. 412–421.

UO'K: 662.997

KO'P FUNKSIYALI GELIOTEXNIK QURILMASI KAMERASI DEVORLARI ORQALI ISSIQLIK YO'QOTILISH HISOBI

Quziyev Olmosbek Anvar o'g'li - doktorant (PhD),
ORCID: 0009-0003-5737-3342, E-mail: quziyevolmosbek57@gmail.com

Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti, Qarshi sh., O'zbekiston

Annotatsiya. Maqolada quyosh energiyasi bilan ishlaydigan tuxum inkubatorining issiqlik talabi o'rganib chiqilgan. Bunda quyidagilar amalga oshirildi: barqaror namlik va harorat holati, inkubator materiallari doimiy issiqlik o'tkazuvchanligiga ega ekanligi aniqlandi. Qurilma quyosh paneli va kollektori bilan jihozlangan bo'lib, yilning istalgan davrida, ayniqsa markazlashgan energiya ta'minotidan uzoqda joylashgan qishloq hududlarida keng foydalanish mumkinligi tajribalar davomida isbotlandi. Inkubatorning dizayni haqida gap ketganda, talab qilinadigan va uzatiladigan issiqlik muhim ahamiyatga ega. Inkubatoridagi harorat va nisbiy namlik yetkazib beriladigan issiqlik va shamollatish darajasiga bog'liq. Yetarli issiqlik ta'minoti va shamollatish havo aylanishini va issiqlik o'tkazuvchanligini oshiradi.

Tizimda uzluksiz issiqlik va elektr energiyasi bilan ta'minlanadi, qurilmaning inkubatsiya sifatida isitish, ventilyatsiya va sovutish tizimida an'anaviy to'liq elektr energiyada ishlaydigan lampali yoki elektr isitgichli inkubatorlarga nisbatan 1,5-2,0 martagacha elektr energiyani tejashi, foydali ish koeffitsiyenti 95% ekanligi aniqlandi. Qurilmani joriy etish natijasida mahsulot tannarxi muqobil energiya manbalari hisobiga 30-40%ga kamaytirildi. Qo'shimcha ravishda dorivor o'simliklarni quritish, sifati tez buziladigan qishloq xo'jaligi mahsulotlarini vaqtinchalik saqlash imkonini beradi.

Ilmiy-texnik materiallar va ilmiy tadqiqotlarni tahlil qilish asosida ko'p funksiyali geliotexnik qurilmasining sxemasi va devorlari orqali issiqlik yo'qotilishlari asoslandi.

Taklif etilayotgan quyosh energiyasi bilan ishlaydigan ko'p funksiyali geliotexnik qurilmaning inkubatsiya rejimida samarali inkubatsiya qilish imkoniyatiga ega ekanligi aniqlandi. O'rnatilgan inkubatorning ichki muhiti natijalari tabiiy tuxum inkubatsiyasi talab qiladigan natijalarga yaqin ekanligi aniqlandi. Parrandachilik sanoatida tizimdan foydalanish elektr energiyasi bilan ta'minlash muammosini bartaraf etadi.

Kalit so'zlar: quyosh paneli, quyosh suv isitish kollektorlari, inkubator, inkubator kamerasi, kameradagi havo massasi, izolyatsiya materiali, Inkubatorning tashqi va ichki devorlari, issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti.

UDC: 662.997

CALCULATION OF HEAT LOSS THROUGH CHAMBER WALLS OF MULTIFUNCTIONAL HELIOTECHNICAL DEVICE

Quziyev, Olmosbek Anvar ugli - Doctoral student (PhD)

Karshi Engineering-Economics Institute, Karshi city, Uzbekistan

Abstract. The heat requirement of an egg incubator working with solar energy is studied in the article. In the determination, the following were made: there is a steady-state condition, one-dimensional heat flow prevails, the incubator materials have a constant thermal conductivity, and the incubator is a closed system at a constant temperature. When it comes to incubator design, the heat required and delivery are important considerations. The temperature and relative humidity in the incubator depend on the degree of heat and ventilation supplied. Adequate heat supply and ventilation increase air circulation and heat transfer.

It is provided with continuous heat and electricity, and the heating, ventilation and cooling system of the hatchery can save up to 1.5-2.0 times the electricity compared to incubators with lamps or TENs that work on traditional full electric energy, useful work coefficient It was found to be 95%. As a result of the introduction of the device, the cost of the product was reduced by 30-40% due to alternative energy sources. In addition, the drying of medicinal plants allows temporary storage of perishable agricultural products.

Based on the analysis of scientific and technical materials and scientific research, the scheme and heat losses through the walls of the multifunctional heliotechnical device were substantiated.

It was found that the proposed multi-functional solar powered heliotechnical device has the ability to effectively incubate in the incubation mode. The results of the indoor environment of the installed incubator were found to be close to the results required by natural egg incubation. The use of the system in the poultry industry eliminates the problem of electricity supply.

Keywords: solar panel, solar water heating collectors, incubator, incubator chamber, air mass in the chamber, insulation material, external and internal walls of the incubator, heat transfer coefficient.

УДК: 662.997

РАСЧЕТ ТЕПЛОПОТЕРЕЙ ЧЕРЕЗ СТЕНКИ КАМЕРЫ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО ГЕЛИОТЕХНИЧЕСКОГО УСТРОЙСТВА

Кузиев Олмосбек Анвар угли - докторант (PhD)

Каршинский инженерно-экономический институт, г. Карши, Узбекистан

Аннотация. В статье рассмотрена тепловая потребность инкубатора для яиц, работающего на солнечной энергии. При исследовании было установлено следующее: стабильный влажностный и температурный режим, определена структура материалов инкубатора с постоянной теплопроводностью. Устройство оснащено солнечной панелью и коллектором, в ходе экспериментов доказано, что его можно широко использовать в любое время года, особенно в сельской местности, вдали от централизованного энергоснабжения. Когда дело доходит до конструкции инкубатора, важным фактором является требуемое и подаваемое тепло. Температура и относительная влажность в инкубаторе зависят от уровня обогрева и вентиляции. Адекватное теплоснабжение и вентиляция увеличивают циркуляцию воздуха и теплообмен.

Обеспечиваемая постоянным теплом и электричеством, система отопления, вентиляции и охлаждения инкубатора позволяет экономить до 1,5-2,0 раз больше электроэнергии по сравнению с инкубаторами с лампами или электрическими нагревателями, работающими на традиционной полной электрической энергии, коэффициент полезного действия составил 95%. В результате внедрения устройства стоимость продукта снизилась на 30-40% за счет альтернативных источников энергии. Кроме того устройство позволяет сушить лекарственных растений и временно хранить скоропортящуюся сельскохозяйственную продукцию.

На основе анализа научно-технических материалов и научных исследований обоснованы схема и тепловые потери через стенки многофункционального гелиотехнического устройства.

Установлено, что предлагаемое многофункциональное гелиотехническое устройство на солнечной энергии обладает способностью эффективно осуществлять инкубацию в режиме инкубации. Установлено, что результаты внутренней среды испытываемого инкубатора близки к результатам, требуемым для естественной инкубации яиц. Использование системы в птицеводстве полностью решает проблему электроснабжения данной отрасли.

Ключевые слова: солнечная панель, солнечные водонагревательные коллекторы, инкубатор, камера инкубатора, воздушная масса в камере, изоляционный материал, наружные и внутренние стенки инкубатора, коэффициент теплопередачи.

Kirish

Mamlakatimizda ham butun dunyoda bo'lgani kabi qayta tiklanuvchi energiya manbalari (QTEM)ga bo'lgan qiziqish va talab kun sayin misli ko'rilmagan darajada ortib, ulardan foydalanish tobora ommalashib bormoqda. Bunda, QTEMLardan foydalanish bo'yicha mamlakatimizda qabul qilingan bir qator qaror va farmonlar katta ahamiyatga ega bo'lmoqda. Jumladan, O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017-yil 26-maydagi PQ-3012-son "2017 -2021 yillarda ijtimoiy soha va sanoat sohalarida energiya samaradorligini oshirish, qayta tiklanuvchi energiya manbalarini qo'llashni yanada kengaytirish chora tadbirlari to'g'risida"gi, qarori noana'naviy va QTEMLardan foydalanish yo'lidagi katta qadam bo'ldi desa mubolag'a bo'lmaydi. Ayniqsa, keyingi 5-6 yillarda QTEM obyektlarini qurish va ulardan foydalanish uchun chet el va Xalqaro banklar investitsiyalarining kiritilayotgani bilan o'z isbotini topmoqda. Jumladan, 2019 -yil may oyida "Qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish to'g'risida" va "Davlat xususiy sherikchilik to'g'risida" O'zbekiston Respublikasi qonunlari qabul qilindi. Bundan tashqari, "Iqtisodiyot tarmoqlari va ijtimoiy sohaning energiya samaradorligini oshirish, energiya tejovchi texnologiyalarni joriy etish va qayta tiklanuvchi energiya manbalarini rivojlantirishning tezkor chora-tadbirlari to'g'risida" gi PQ-4422-sonli va 2019-yil 4-oktyabrdagi "2019 -2030 yillar davrida O'zbekiston Respublikasining "Yashil" iqtisodiyotga o'tish strategiyasini tasdiqlash to'g'risida" gi PQ-4477-sonli Qarorlari mazkur sohaga tegishli boshqa me'yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishda ushbu tadqiqot natijalari muayyan darajada xizmat qiladi [1, 2].

Professor Tosin Paul tomonidan yaratilgan ko'mir bilan isitiladigan tuxum inkubatori ishlab chiqilgan bo'lib, inkubator 63% samaradorlik bilan qurilgan. Shuning uchun tovuq va boshqa parrandachilik mahsulotlarini inkubatsiya qilish uchun tavsiya etiladi. Mashinaning portativligi, sezgirligi, ishonchliligi va ishlashining soddaligi oilaviy parrandachilik uchun ishonchli tuxum inkubatori bo'lib chiqqan [3].

Nigeriya Qishloq xo'jaligi universiteti tomonidan yaratilgan parranda tuxumlarini inkubatsiya qilish uchun passiv quyosh tizimli inkubatori quyosh energiyasini saqlashning bir necha usullari mavjud. Bularga sezgir va yashirin yoki yashirin issiqlik sifatida saqlash kiradi. Oqilona issiqlikni saqlashning afzalligi shundaki, energiyani saqlash uchun materiallar mahalliy darajada mavjud va arzon. Tahlil natijalari shuni ko'rsatdiki, saqlash muhiti harorati 45,56 °C bo'lsa, o'lchangan 83 °C gacha bo'lgan absorber plitasi harorati va prognoz qilingan 122 °C [4].

Abulasan Kabaradin tomonidan yaratilgan elektr va kerosinli tuxum inkubatori ishlab chiqish va ishlashini baholash uchun ishlatiladigan materiallar: Gigrometr, Termostat, 60 Vt lampochkalar, 200 Vt lampalar, Ventilator, parranda to'r simi, qatlamli yog'och, MDF, Ikkita shisha, kerosin bo'lagi, mixlar, elektr sim, suv idish, harorat sozlagichi va boshqa qurilmalardan iborat. Ushbu eksperiment natijasiga ko'ra, ishlab chiqilgan inkubator har bir sinovdan o'tgan sinov uchun yuqori foizli inkubatorni beradi, bu mashinaning yuqori samarali va samarali ekanligini ko'rsatadi degan xulosaga kelish mumkin [5].

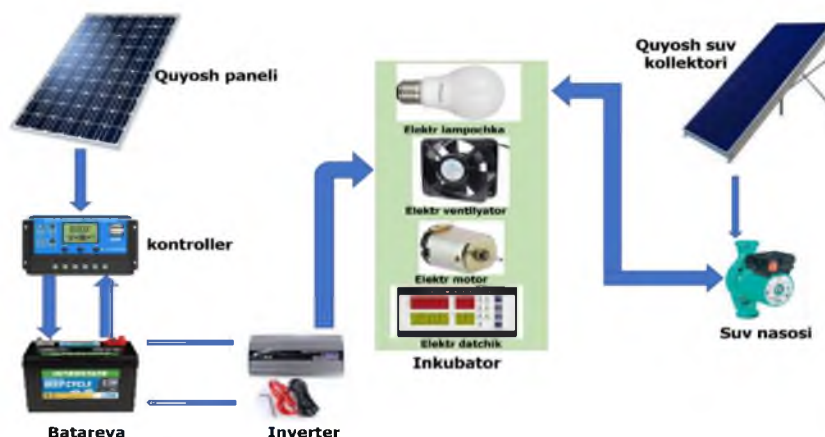
CN205082469U "Quyosh energiyasi asosidagi inkubatori" foydali modeli olingan bo'lib, u inkubator qutisidan iborat bo'lib, u quyidagilar bilan tavsiflanadi: inkubator korpusi yuqoridan pastgacha surish-tortishish turidagi toshbaqa qobig'ining ko'pligi bilan ta'minlangan [6].

Quyosh panellari va quyosh suv isitish kollektorlari bilan jihozlangan tuxum inkubatorini yaratish, ayniqsa quyosh nuri ko'p bo'lgan va an'anaviy elektr energiyasidan foydalanish imkoniyati cheklangan joylarda ularni qo'llash samarali natijalar beradi. Bunday yondashuv nafaqat inkubatsiya jarayonini barqaror va ekologik xavfsiz qiladi, balki vaqt o'tishi bilan iqtisodiy jihatdan ham samarali bo'lishi mumkin. Quyida bunday tizimni qanday loyihalashtirishingiz mumkinligi haqida tavsiyalar berilgan.

Tadqiqot metodologiyasi

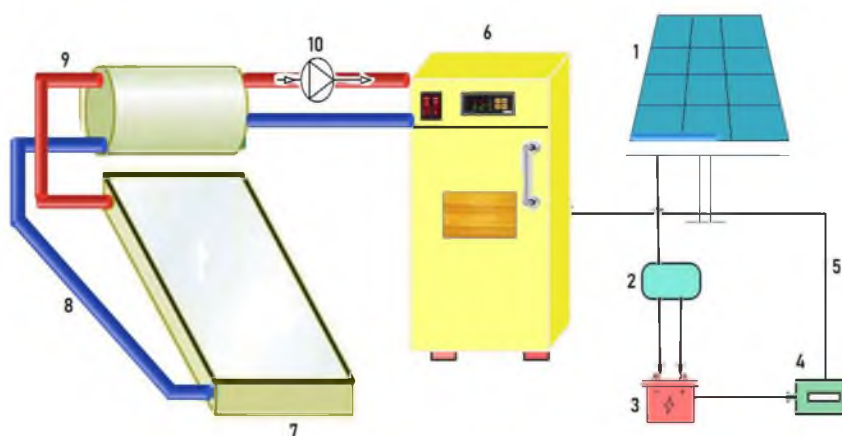
Quyosh panellari birinchi navbatda inkubatorning haroratni nazorat qilish, shamollatish ventilyatorlari va tuxumlarni aylantirish mexanizmlari kabi elektr ehtiyojlarini qondirish uchun xizmat qiladi. Quyosh suv isitish kollektorlari inkubator ichidagi optimal haroratni saqlashning samarali usuli bo'lishi mumkin. Kollektorlar tomonidan so'rilgan issiqlik suvga o'tkaziladi, u inkubator orqali aylanganda barqaror issiqlik manbasini ta'minlaydi. Inkubator ichidagi harorat va namlik uchun avtomatik boshqaruvchilar juda muhimdir. Ushbu kontrollerlar inkubator ichidagi real vaqt o'lchovlari asosida issiqlik taqsimoti va ventilyatsiyani sozlaydi [7]. Ushbu konsepsiya ayniqsa qishloq joylarida yoki tarmoqdan tashqari joylarda foydali bo'lishi mumkin, tuxum inkubatsiyasi uchun ishonchli va qayta tiklanadigan energiya manbasini ta'minlaydi va mahalliy oziq-ovqat xavfsizligiga hissa qo'shadi.

Quyidagi 1-rasmda muqobil energiya asosidagi inkubator qurilmasining blok sxemasida uni tashkil etuvchi jihozlari va uskunalari keltirilgan.



1-rasm. Muqobil energiya asosidagi inkubator qurilmasining blok sxemasi

Muqobil energiya asosidagi inkubator qurilmasi quyidagi tartibda ishlaydi. Metall ramalarda mustahkam o'rnatilgan quyosh panellari (1) vositasida ishlab chiqariladigan elektr energiyasi boshqaruvchi kontrollerga uzatiladi, zaryadini boshqarish moslamasidan (K) (2) elektr akkumulyatorlariga (AKB) (3) elektr energiyasi zahiralanadi, zahiralangan elektr energiyasi inverter (IN) (4) qurilmasi orqali XCLUMA XM-18 harorat va namlik datchigi, lampochka, tuxumlarni avtomatik aylantirish dvigateli, havo almashish ventilyatori, sirkulyatsiya ventilyatori, sirkulyatsion nasos (10) elektr energiyasi bilan ta'minlanadi (2-rasm).



2-rasm. Muqobil energiya asosidagi inkubator qurilmasining sxemasi:

1-quyosh paneli, 2-kontroller, 3-akkumulyator, 4-inverter, 5-elektr kabellar, 6-inkubator, 7-quyosh suv qizitish kollektori, 8-sovuq suv quvuri, 9-issiqlik suv quvuri, 10-sirkulyatsion nasos.

Inkubatorning umumiy issiqlik talabi (Q_u) havo (Q_{havo}) va tuxum (Q_{tuxum}) haroratini 25 °C dan 38 °C gacha ko'tarish uchun zarur bo'lgan issiqlik energiyasining yig'indisidir; o'tkazuvchanlik ($Q_{o'tkazuvchanlik}$), havo konveksiyasi orqali issiqlik yo'qotilishi ($Q_{konv.}$), radiatsiya ta'sirida devorlarning sirtidan issiqlik yo'qotilishi (Q_{rad}), oqish natijasida issiqlik yo'qotilishi (Q_{oqish}), issiqlik eshik qistirmalari orqali yo'qotish ($Q_{qistirmalar}$), tuxumning metabolik harakatlari tufayli issiqlik ta'minoti

(W) va shamollatish teshigi orqali issiqlik yo'qotilishi ($Q_{shamollatish}$).

Shunday qilib, umumiy issiqlik talabining tenglamasi quyida keltirilgan [8,9]:

$$Q_u = Q_{havo} + Q_{tuxum} + Q_{o'tkazuvchanlik} + Q_{rad} + Q_{oqish} + Q_{qistirmalar} + Q_{shamollatish} - W \quad (1)$$

Issiqlik talablarini aniqlash uchun quyidagi munosabatlar qo'llaniladi.

Tuxumning haroratini 25 °C dan 38 °C gacha ko'tarish uchun zarur bo'lgan issiqlik

$$Q_{tuxum} = m_{tuxum} C_{tuxum} \Delta T, \quad (2)$$

bu yerda m_{tuxum} -tuxum massasi, C_{tuxum} -tuxumning solishtirma issiqlik sig'imi (KJ/kgK), ΔT =haroratlar farqi (K)

$$\Delta T = ((38+273)-(25+273)) \text{ Kelvin} = (311 - 298) \text{ Kelvin}.$$

Bitta tuxumning o'rtacha massasi 56-57 g ni tashkil etadi.

Tuxumning solishtirma issiqlik sig'imi 3,18 kJ/kgK ga teng.

$$Q_{tuxum} = 57 \times 10^{-3} \times 3,18 \times 10^3 \times (311 - 298) = 2356,38 \text{ J}.$$

1000 ta tuxum uchun zarur bo'lgan issiqlik energiyasi [10]:

$$Q_e = 1000 \times 2356,38 = 2356380 \text{ J}.$$

Bu 1000 ta tuxumning haroratini 25 °C dan 38 °C gacha ko'tarish uchun zarur bo'lgan umumiy issiqlikdir. Lekin bu issiqlik tuxumni pishirmaslik uchun asta-sekin ta'minlangan. 1000 ta tuxumning haroratini 25 °C dan 38 °C gacha ko'tarish uchun zarur bo'lgan issiqlik miqdori vattlarda quyidagicha hisoblanadi:

Bell va Uiverning fikriga ko'ra, yetarli shamollatish uchun inkubatoridagi havo kuniga sakkiz marta yoki har 3 soatda bir marta o'zgarishi kerak. Har 3 soatda bir xil miqdordagi havo tuxum haroratini 25 °C dan 38 °C gacha ko'tarish uchun zarur bo'lgan issiqlik energiyasini o'z ichiga oladi.

$$t_{xavfsiz} = 3 \times 60 \times 60 = 10800 \text{ seconds}$$

$$Q_u = \frac{Q_e}{t_{tuxum}}, \quad (3)$$

bu yerda, Q_e - 1000 ta tuxumning haroratini 25 °C dan 38 °C gacha ko'tarish uchun zarur bo'lgan umumiy issiqlik, t_{tuxum} - kameradagi havoni soniyalarda bo'shatish vaqti.

Havoning haroratini 25 °C dan 38 °C gacha oshirish uchun zarur bo'lgan issiqlik [11,12]

$$Q_{havo} = m_{havo} C_{havo} \Delta T, \quad (4)$$

bu yerda, m_{havo} =havo massasi; C_{havo} =havoning issiqlik sig'imi (KJ/kgK); T =harorat farqi (K).

25 °C haroratda havoning zichligi va solishtirma issiqlik sig'imi 1,205 kg/m³ va 1005 J/kgK ga teng.

Inkubator kamerasining ichki o'lchami 980 mm sifatida qabul qilinadi $700 \text{ mm} \times 1200 \text{ mm}$

$$V_{havo} = L \times B \times H = 0.980 \times 0,7 \times 1,2 = 0,8232$$

$$m_{havo} = \rho_{havo} V_{havo} = 1,205 \times 0,8232 = 0,992 \text{ kg},$$

bu yerda, m_{havo} - kameradagi havo massasi, ρ_{havo} - havoning zichligi, V_{havo} - havo hajmi.

$$\Delta T = ((38+273)-(25+273)) \text{ Kelvin} = (311 - 298) \text{ Kelvin}.$$

Havoning haroratini 25 °C dan 38,5 °C gacha ko'tarish uchun zarur bo'lgan umumiy issiqlik quyidagicha ifodalanadi:

$$Q_{havo} = m_{havo} C_{havo} \Delta T$$

$$Q_{h.1} = 0,992 \times 1005 (311 - 298) = 12960,5 \text{ J}.$$

Havoning haroratini 25 °C dan 38 °C gacha ko'tarish uchun zarur bo'lgan issiqlik miqdori vattlarda quyidagicha hisoblanadi:

To'g'ri shamollatish uchun inkubatoridagi havo kuniga sakkiz marta yoki har 3 soatda bir marta o'zgartirilishi kerakligi sababli, ya'ni 3 soatdan keyin barcha havo bo'sh bo'ladi va shamollatish teshigi orqali inkubatorga yana bir miqdordagi havo oqib o'tadi.

$$t_{xavfsiz} \text{—kameradagi havoni soniyalarda bo'shatish vaqti, } t_{xavfsiz} = 3 \times 60 \times 60 =$$

$$Q_h = \frac{Q_{h.1}}{t_{tuxum}} = \frac{12960,5}{10800} = 1,2 \text{ W}, \quad (5)$$

bu yerda, Q_h - 1000 ta tuxumning haroratini 25 °C dan 38 °C gacha ko'tarish uchun zarur bo'lgan umumiy issiqlik, t_{tuxum} - kameradagi havoni soniyalarda bo'shatish vaqti

Inkubator kamerasida umumiy issiqlik yo'qotilishini aniqlash uchun o'tkazuvchanlik ($Q_{o'tkazuvchanlik}$), havo konveksiyasi orqali issiqlik yo'qotilishi ($Q_{konv.}$), radiatsiya ta'sirida devorlarning sirtidan issiqlik yo'qotilishi (Q_{rad}), oqish natijasida issiqlik yo'qotilishi (Q_{oqish}), eshik qistirmalari orqali issiqlik yo'qotilishi ($Q_{qistirmalar}$) va ventilyatsiya teshigidan issiqlik yo'qotilishi ($Q_{shamollatish}$) hisobga olinadi.

$$Q_{u.i.} = Q_{o'tkazuvchanlik} + Q_{konv.} + Q_{rad} + Q_{oqish} + Q_{shamollatish} + Q_{qistirmalar} \quad (6)$$

bu yerda $Q_{u.i.}$ – inkubator kamerasida umumiy issiqlik yo'qotilishi (Vatt), $Q_{o'tkazuvchanlik}$ - devorlar orqali issiqlik yo'qotilishi (Vatt), $Q_{konv.}$ – havo konveksiyasi orqali issiqlik yo'qotilishi (Vatt), Q_{rad} - radiatsiya ta'sirida devorlar yuzasidan issiqlik yo'qotilishi (Vatt), Q_{oqish} – oqish natijasida issiqlik yo'qotilishi (Vatt), $Q_{shamollatish}$ – shamollatish teshigi orqali issiqlik yo'qotilishi (Vatt), $Q_{qistirmalar}$ - eshik qistirmalari orqali issiqlik yo'qotilishi (Vatt) [13].

Inkubator kamerasining devorlariga shisha tolali shishani kiritish inkubatorni ishlatish uchun zarur bo'lgan umumiy issiqlikni kamaytirish hamda devorlar orqali issiqlik yo'qotilishini minimallashtirishga yordam beradi. Inkubator kamerasining ichki va tashqi devorlari uchun zanglamaydigan po'lat va galvanizli po'lat plitalar ishlatiladi. Ichki devor uchun ishlatiladigan material zaharli va ifloslantiruvchi bo'lmazligi kerak [14, 15].

Devor orqali issiqlik yo'qotilishi quyidagicha hisoblanadi:

Inkubatorning tashqi va ichki devorlari mos ravishda galvanizli metal plitalar va zanglamaydigan po'latdan yasalgan. Devor plitasi o'rtasida issiqlik o'tkazuvchanligiga ega bo'lgan izolyatsion material (shisha tolali) joylashgan bo'lib, devorning bir yuzi T haroratda, boshqa uchida esa $k(T + \Delta T)$ saqlanadi. Maheshning 2008-yilda olib borgan izlanishlariga ko'ra issiqlik o'tkazuvchanligi yo'qotilishi quyidagi tenglamalar yordamida aniqlanadi [16]:

Yuqori va pastki devorlar orqali issiqlik o'tkazuvchanligi = $2 \sum R_{iq}$

$$\sum R_{iq} = (R_{id} + R_{im} + R_{td}),$$

bu yerda, $\sum R_{iq}$ – Yuqori yoki pastki devor orqali umumiy termik qarshiligi, R_{id} – Ichki yuqori yoki pastki devor termik qarshiligi, R_{im} – Yuqori yoki pastki devor izolyatsion material termik qarshiligi,

R_{td} – Tashqi yuqori yoki pastki devor termik qarshiligi [17,18]

$$R_{id} = \frac{\delta_{id}}{F_{id} \lambda_{id}}, \quad R_{im} = \frac{\delta_{im}}{F_{im} \lambda_{im}}, \quad R_{td} = \frac{\delta_{td}}{F_{td} \lambda_{td}},$$

bu yerda F_{id} – ichki yuqori yoki pastki devorning sirt maydoni,

F_{im} – yuqori yoki pastki devor izolyatsiyalovchi materialning sirt maydoni,

F_{td} – tashqi yuqori yoki pastki devorning sirt maydoni,

δ_{id} – inkubatorning ichki yuqori yoki pastki devorining qalinligi (m),

δ_{td} – inkubatorning tashqi yuqori yoki pastki devorining qalinligi (m),

δ_{im} – inkubatorning yuqori yoki pastki devorining izolyatsion materialining qalinligi (m),

λ_{id} – ichki yuqori yoki pastki devorning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti (Vt/mK^{-1}),

λ_{im} – izolyatsiya materialining issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti (Vt/mK^{-1}),

λ_{td} – tashqi yuqori yoki pastki devorining o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti (Vt/mK^{-1})

$$\sum R_{iq} = \frac{\delta_{id}}{F_{id} \lambda_{id}} + \frac{\delta_{im}}{F_{im} \lambda_{im}} + \frac{\delta_{td}}{F_{td} \lambda_{td}}$$

$F_{yp} = F_{id} = F_{im} = F_{td}$ = Inkubatorning yuqori yoki pastki devorining sirt maydoni

$$\sum R_{iq} = \frac{\delta_{id}}{F_{yp} \lambda_{id}} + \frac{\delta_{im}}{F_{yp} \lambda_{im}} + \frac{\delta_{td}}{F_{yp} \lambda_{td}}$$

Furening issiqlik o'tkazuvchanligi qonunidan

$$Q_1 = \frac{-\Delta T}{\Sigma R_{iq}} = \frac{-F_{yp} \Delta T}{\frac{\delta_{id}}{\lambda_{id}} + \frac{\delta_{im}}{\lambda_{im}} + \frac{\delta_{td}}{\lambda_{td}}} \times 2,$$

bu yerda Q_1 - yuqori va pastki devorlar orqali o'tkazuvchanlik issiqlik yo'qotilishi,

F_{yp} – inkubatorning yuqori devorining sirt maydoni, $L \times B$, L – yuqori devorning ichki qismining uzunligi, B – yuqori devorning ichki qismining kengligi

$$L = 980 \text{ mm and } B = 700 \text{ mm}$$

$$F_{yp} = 0,98 \times 0,7 = 0,686 \text{ m}^2.$$

Inkubatorning barcha tomonlari tashqi va ichki devorlarining qalinligi mos ravishda 2 mm va 2 mm, tashqi va ichki devorlar orasidagi izolyatsiya materialining qalinligi esa 25 mm ni tashkil qiladi. Shuning uchun, $L_{id} = 2 \text{ mm} = 2 \times 10^{-3} \text{ m}$, $L_{td} = 2 \text{ mm} = 2 \times 10^{-3} \text{ m}$ va $L_{im} = 25 \text{ mm} = 25 \times 10^{-3} \text{ m}$.

Zanglamaydigan po'latdan yasalgan metall, galvanizli po'lat metall va izolyatsion materialning issiqlik o'tkazuvchanligi mos ravishda 16 W/mK -1, 45 W/mK-1, 0,8 Wt/mK -1 va 0.04W/mK-1.

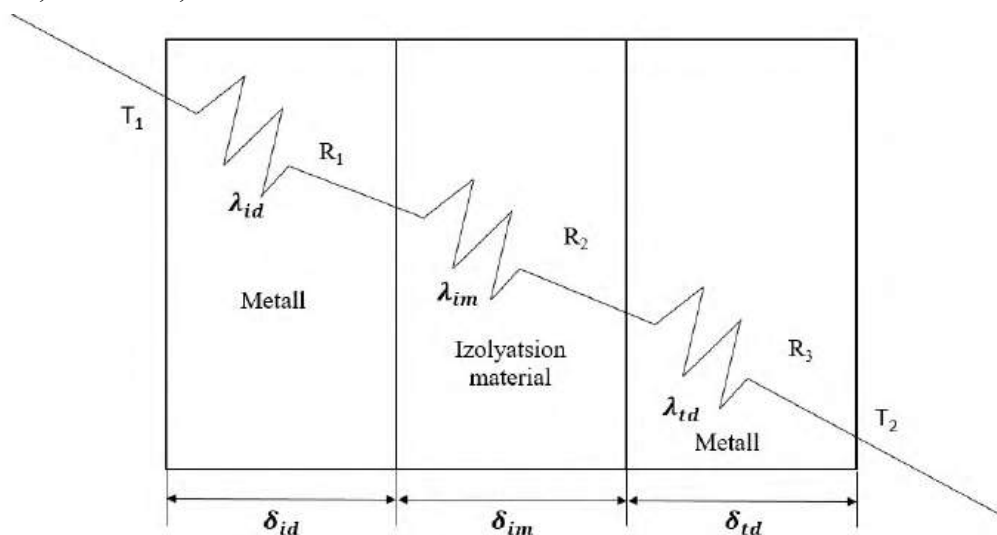
Shuning uchun $\lambda_{id} = 16 \text{ W/mK-1}$, $\lambda_{im} = 0.04 \text{ W/mK-1}$ va $\lambda_{td} = 45 \text{ W/mK-1}$ [19,20]

bu yerda xonaning ichki devorining harorati 38 °C, tashqi devori esa 27 °C.

$$\Delta T = ((38+273)-(27+273)) \text{ Kelvin} = (311-300) \text{ Kelvin}$$

$$Q_1 = (- (0,98 \times 0,7) (311-300)) / ((0,002)/(16) + (0,025)/(0,04) + (0,002)/(45)) \times 2$$

$$Q_1 = 7,546 / 0,625 \times 2 = 24,1472 \text{ vatt}$$



3-rasm. Inkubator kamerasing har bir devori bo'ylab issiqlik oqimi

Xulosa

Taklif etilayotgan ko'p funktsiyali geliotexnik qurilma yordamida uzluksiz issiqlik va elektr energiyasi bilan ta'minlanadi, qurilmaning inkubatsiya sifatida isitish, ventilyatsiya va sovutish tizimida an'anaviy to'liq elektr energiyada ishlaydigan lampalik yoki elektr qizdirgichli inkubatorlarga nisbatan 1,5-2,0 martagacha elektr energiyani tejashi, foydali ish koeffitsiyenti 95% ekanligi aniqlandi. Qurilmani joriy etish natijasida mahsulot tannarxi muqobil energiya manbalari hisobiga 30-40 %ga kamaytirildi. Qurilma qo'shimcha ravishda dorivor o'simliklarni quritish, sifati tez buziladigan qishloq xo'jaligi mahsulotlarini vaqtinchalik saqlash imkonini beradi. Quyosh energiyasi bilan ishlaydigan ko'p funktsiyali geliotexnik qurilmaning inkubatsiya rejimida samarali inkubatsiya qilish imkoniyatiga ega ekanligi aniqlandi. O'rnatilgan inkubatorning ichki muhiti natijalari tabiiy tuxum inkubatsiyasi talab qiladigan natijalarga yaqin ekanligi aniqlandi. Parrandachilikda ko'p funktsiyali geliotexnik qurilmasidan foydalanish elektr energiyasiga bo'lgan talablarni keskin kamaytirish imkonini beradi.

Adabiyotlar

- [1] O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017-yil 26-maydagi "2017-2021 yillarda qayta tiklanuvchi energetikani yanada rivojlantirish, iqtisodiyot tarmoqlari va ijtimoiy sohada energiya samaradorligini oshirish chora tadbirlari to'g'risida"gi PQ-3012 sonli qarori. // www.lex.uz
- [2] O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 16-fevraldagi "2023-yilda qayta tiklanuvchi energiya manbalarini va energiya tejovchi texnologiyalarni joriy etishni jadallashtirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi PQ-57 sonli qarori. // www.lex.uz
- [3] Uj, Etoamaihe & Paul, Tosin. (2023). Development of a Charcoal-Heated Egg Incubator for Family Poultry Farming. Open Access Journal of Agricultural Research. 8. 10.23880/oajar-16000342.
- [4] Ahiaba, U. N.; Theresa U.V.; and Obetta S.E. (2015). Development and Evaluation of a Passive Solar System for Poultry Egg Incubation. International Journal of Engineering Research and General Science Vol. 3: 748-760.
- [5] Abulasan Kabaradin. Development and Performance Evaluation of Home-Made Electric and Kerosene Lump Egg Incubator ko B.B. – International Journal of Precision Farming Volume 1 Issue 1, Year 2023
- [6] Atif A. H., Sayda A. M., ElBeeli M.Y.M., Elfadil, A. A. and Fawgia E. S. (2015). Effect of Using Different Pre-Storage Warming Times on Hatchability of White Hisex Breeders' Eggs. International Journal of Veterinary Sciences Research, Vol. 1(3): 54-62.
- [7] Bashir M.A., Ali H.M., Khalil S., Ali M. and Siddiqui A.M. (2014). Comparison of Performance Measurements of Photovoltaic Modules during Winter Months in Taxila, Pakistan. International Journal of Photoenergy.
- [8] Инкубация яиц: Справочник Буртов Ю.З., Гольдин Б.Е., Кривошипин И.П. - М.: Агропромиздат, 1990.
- [9] Bell, D.D. and Weaver, W.D. (2002). Commercial Chicken Meat and Egg Production. Springer Science and Business Media.
- [10] Основы теории и расчета инкубаторов. /Лев А.М. – М.: Машиностроение, 1972.
- [11] Uzakov G.N., Khamraev S.I., Khuzhakulov S.M. Rural house heat supply system based on solar energy // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 1030 (2021) 012167 IOP Publishing doi:10.1088/1757-899X/1030/1/012167
- [12] Khamraev S.I, Ibragimov U.Kh Kamolov B.I. Removal of hydrodynamic lesions of a heated floor with a solar collector// APEC-V-2022 IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 1070(2022) 012018 IOP Publishing doi:10.1088/1755-1315/1070/1/012018.
- [13] Кириллин В.А., Сычев В.В., Шейндлин А.Е. Техническая термодинамика. - М.: Энергоатомиздат, 1983. - 416 с.
- [14] Chineke, T.C. and Igwiro, E.C. (2008). Urban and rural electrification: enhancing the energy sector in Nigeria using photovoltaic technology. African Jour Science and Tech Vol. 9, No. 1, pp. 102 – 108.
- [15] Clauer P.J. (2009). Incubating Eggs. Poultry Extension Specialist, Animal and Poultry Sciences, Virginia State University.
- [16] Алексеев Ф.Ф. Промышленное птицеводство. - М. Агропромиздат, 1991.
- [17] Буртов Ю.З. Динамика температуры воздуха в промышленных инкубаторах.- Сб. трудов ВНИТИП, вып. 54, 1982.
- [18] County A., (2016). Poultry. Indiana Counties and U.S. Department of Agriculture Cooperating, Purdue University.
- [19] Еременко С.В. Система управления инкубатором.- Авт. свид. № 1644850 М. Бюл. №16, 1991.
- [20] http://seveks.ru/Matemat_model.htm

УДК: 662.997

МОДЕРНИЗАЦИЯ СОЛНЕЧНОЙ СУШИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ НЕПРЯМОГО ДЕЙСТВИЯ С ЕСТЕСТВЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИЕЙ ВОЗДУХА

Мирзаев Шавкат Мустакимович¹ - доктор технических наук, профессор,
ORCID: 0000-0002-2205-0450, E-mail: mirzayevshavkat53@mail.ru

Ибрагимов Салим Сафарович¹ – старший преподаватель,
ORCID: 0000-0001-5519-1324, E-mail: salim.ibragimov.89@mail.ru

Кадилов Жобир Рuzиматович¹ - кандидат технических наук, доцент,
ORCID: 0000-0003-4596-405X, E-mail: qodirov.jobir@mail.ru

Хамраев Сардор Илхомович² – доктор философии по техническим наукам (PhD), доцент,
ORCID: 0000-0002-0847-9488, E-mail: xamrayevs@bk.ru

Бухарский государственный университет, г. Бухара, Узбекистан
Каршинский инженерно-экономический институт, г. Карши, Узбекистан

***Аннотация.** В данной статье представлены результаты научно-исследовательской работы модернизированной солнечной сушильной установки с тепловыми трубами непрямого действия и естественной вентиляции воздуха. Установлены зависимости температур, влагосодержания паровоздушной смеси на поверхности сушаемого винограда, скорость сушки от времени процесса сушки, также сопоставлены с результатами кинетики процесса сушки винограда, полученными на солнечной сушильной установке прямого действия.*

Полная физическая характеристика конструкционной модели и его элементов установлена полуэмпирическими методами расчета и вычислена на основе соответствующих концепций и экспериментальных результатов.

Высокая температура сушки твердого слоя (образование корки), образующегося на поверхности, затрудняет выход жидкости, которая еще не была удалена изнутри, и препятствует высыханию. Такая проблема решена путем изменения условий сушки, за счет солнечной сушильной установки с тепловой трубой и естественной конвекцией воздуха в солнечном коллекторе реализованы следующие коэффициенты эффективности: тепловых труб 34%, теплообменников 25% и сушильного шкафа 11%.

На основе сопоставительного анализа результатов экспериментальных исследований установлено, что размер сушаемого винограда (капилляров) не имеет значения на начальном этапе сушки, в то время как на более поздних этапах он влияет на скорость сушки. Также из-за высокой температуры сушки твердый слой (образование корки), образующийся на поверхности, затрудняет выход жидкости, которая еще не была удалена изнутри и препятствует высыханию. Следует избегать образования корки, так как это влияет на скорость высыхания и качество продукта, подлежащего сушке. Такая проблема может быть решена путем наблюдения или изменения условий сушки. В данной научной работе условия сушки, несомненно, были реализованы за счет установки тепловой трубы в солнечном коллекторе.

***Ключевые слова:** сушильная камера, естественная вентиляция, температура, конвекция, скорость сушки, виноград, коллектор, солнечная радиация.*

UDC: 662.997

UPGRADE OF SOLAR INDIRECT DRYING PLANT WITH NATURAL VENTILATION

Mirzayev, Shavkat Mustaqimovich¹ - Doctor of Technical Sciences, Professor

Ibragimov, Salim Safarovich¹ – Senior lecturer

Kodirov, Jobir Ruzimatovich¹ - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Khamraev, Sardor Ilkhomovich² – Doctor of Philosophy in Technical Sciences (PhD), Associate Professor

Bukhara State University, Bukhara city, Uzbekistan

²Karshi Engineering-Economics institute, Karshi city, Uzbekistan

Abstract. *This article presents the results of research work on a modernized solar drying plant with indirect heat pipes and natural air ventilation. The dependences of temperatures, moisture content of the steam-air mixture and on the surface of the dried grapes, the drying speed on the time of the drying process were established, and were also compared with the results of the kinetics of the grape drying process, obtained in a direct-acting solar drying installation.*

The complete physical characterization of the structural model and its elements is established by semi-empirical calculation methods and calculated on the basis of relevant concepts and experimental results.

The high drying temperature of the hard layer (crust formation) that forms on the surface makes it difficult for liquid that has not yet been removed from the inside to escape and prevents drying. This problem was solved by changing the drying conditions and were implemented through a solar drying installation with a heat pipe and natural air convection in the solar collector, with the following efficiency factors: heat pipes 34%, heat exchangers 25% and drying cabinet 11%.

Based on a comparative analysis of the results of experimental studies, it was found that the size of the dried grapes (capillaries) does not matter at the initial stage of drying, while at later stages it affects the drying rate. Also, due to the high drying temperature, the hard layer (crust formation) that forms on the surface makes it difficult for the liquid that has not yet been removed from the inside to escape and prevents drying. The formation of a crust should be avoided as this affects the drying speed and quality of the product to be dried. This problem can be solved by monitoring or changing the drying conditions. Such a problem can be solved by monitoring or changing the drying conditions. In this scientific work, the drying conditions were undoubtedly realized by installing a heat pipe in the solar collector.

Keywords: *drying chamber, natural ventilation, temperature, convection, drying speed, grapes, collector, solar radiation.*

UO‘K: 662.997

TABIIY HAVO KONVEKSIYASI BILAN BILVOSITA QUYOSH QURITISH QURILMASINI MODERNIZATSIYA QILISH

Mirzayev Shavkat Mustaqimovich¹ - texnika fanlari doktori, professor

Ibragimov Salim Safarovich¹ – katta o‘qituvchi

Qodirov Jobir Ro‘zimamatovich¹ - texnika fanlari nomzodi, dotsent

Xamrayev Sardor Ilxomovich² – texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD), dotsent

¹Buxoro davlat universiteti, Buxoro sh., O‘zbekiston

²Qarshi-muhandislik iqtisodiyot instituti, Qarshi sh., O‘zbekiston

Annotatsiya. *Ushbu maqolada bilvosita issiqlik quvurlari va tabiiy havo konveksiyasi bilan modernizatsiya qilingan quyosh quritish qurilmasining ilmiy-tadqiqot ishlari natijalari keltirilgan. Quritilgan uzum yuzasida harorat, bug ‘-havo aralashmasining namlik miqdori, quritish jarayonining quritish tezligiga bog ‘liqligi, shuningdek, to ‘g ‘ridan-to ‘g ‘ri quyosh quritish moslamasida olingan uzumni quritish jarayonining kinetikasi natijalari bilan taqqoslanadi.*

Konstruksiyali model va uning elementlarining to ‘liq fizik tavsifi yarim empirik hisoblash usullari bilan o ‘rnatilgan va tegishli tushunchalar hamda eksperimental natijalar asosida hisoblangan.

Sirtida hosil bo ‘lgan qattiq qatlamning yuqori quritish harorati (qobiq hosil bo ‘lishi) hali ichkaridan olib tashlanmagan suyuqlikning chiqishini qiyinlashtiradi va quritishga to ‘sqinlik qiladi.

Bunday muammo quritish sharoitlarini o'zgartirish orqali hal qilindi va quyosh kollektorida issiqlik quvurlari va tabiiy havo konveksiyasi bilan quyosh quritish moslamasida, quyidagi samaradorlik koeffitsiyentlari bilan amalga oshirildi: 34% issiqlik quvurlari, 25% issiqlik almashinuvchilari va 11% quritish shkafi.

Eksperimental tadqiqotlar natijalarini qiyosiy tahlil qilish asosida quritilgan uzumning (kapillyarlarning) hajmi quritishning dastlabki bosqichida muhim emasligi, keyingi bosqichlarda esa quritish tezligiga ta'sir qilishi aniqlandi. Bundan tashqari, quritish harorati yuqori bo'lganligi sababli, sirtida hosil bo'lgan qattiq qatlam (qobiq shakllanishi) hali ichkaridan chiqarilmagan suyuqlikning chiqishini qiyinlashtiradi va quritishni oldini oladi. Qobiq paydo bo'lishining oldini olish kerak, chunki bu quritish tezligiga va quritilishi kerak bo'lgan mahsulot sifatiga ta'sir qiladi. Bunday muammoni quritish sharoitlarini kuzatish yoki o'zgartirish orqali hal qilish mumkin. Ushbu ilmiy ishda quritish shartlari, shubhasiz, quyosh kollektorida issiqlik quvurini o'rnatish orqali amalga oshirildi.

Kalit so'zlar: quritish kamerasi, tabiiy shamollatish, harorat, konveksiya, quritish tezligi, uzum, kollektor, quyosh radiatsiyasi.

Введение

Виноград - один из самых популярных и вкусных фруктов в мире. Консервирование винограда путем сушки является основной отраслью промышленности во многих частях мира, где выращивают виноград.

Для получения готовой продукции изюма с низкой среднегодовой стоимостью (в Греции среднегодовая стоимость экспорта составляет 140÷160 долларов США [1]), в сельском хозяйстве необходимо не только экономить энергию за счет интенсификации процесса сушки, улучшения конструкции сушилок и т.д., но и за счет использования возобновляемых источников энергии для процесса сушки.

Автором [6] установлено, что для качественного обезвоживания сельскохозяйственных продуктов желательны низкие температуры и поддержание почти равномерной температуры по всей площади поверхности осушаемого продукта, которые можно легко получить с помощью непрямой солнечной сушильной установки.

Известно, что сушка - это явление, которое, как известно, напрямую связано со структурой продукта, подлежащего сушке, это движение потери жидкости, вызванное внешними факторами. Структура продукта, подлежащего сушке, также является фактором, определяющим скорость сушки [2, 6]. Сушка сельскохозяйственных продуктов наблюдается в виде характеристик изменения скоростей сушки, периода постоянной скорости и периода убывающей скорости [2, 4]. Важным определением процессов сушки является скорость сушки. На это влияют множество факторов, которые зависят от массы и теплопередачи. Этими факторами являются такие характеристики, как температура, влажность и скорость сушки воздуха, а также физические (геометрические размеры плодов) свойства и состав продукта, подлежащего сушке [2].

Во время сушки и после сушки происходит множество физических и химических изменений в структуре продукта. Некоторые из этих изменений являются желательными и ожидаемыми, а некоторые нежелательными. Из-за высокой (больше 60-65 °C) температуры, неравномерного распределённого температуры на поверхности продукта также резких изменений температур на поверхности продукта в процессе всей сушки образуются твердые слои (корки), затрудняющие выход жидкости, которая ещё не была удалена изнутри и препятствует высыханию. Это часто случается, особенно при сушке фруктов, богатых сахаром и подобными веществами [2, 5].

Физических изменения, в высушиваемом продукте приводят к химическим изменениям. Главными из этих изменений является цвет, питательная ценность, вкус, вязкость и стабильность при хранении. Как во время сушки, так и во время хранения, наблюдается потеря

пищевых ценностей продукта. В основу этих потерь входят витамины С и А, которые наиболее подвергаются разрушению. Тиамин (В1), который очень чувствителен к нагреванию, также сильно теряется при сушке [1, 2]. Эти потери в основном зависят от условий сушки. Например, известно, что потеря витамина С и каротина в продуктах, высушенных на солнце, намного выше, чем при использовании других методов сушки.

Однако, возможны, изменения цвета, не вызванные ферментами. Это также наблюдается при повышении температуры, особенно при резких перепадах температур и увеличения плотности реагирующих веществ в окружающей среде.

Из вышеизложенной информации следует, что для качественного обезвоживания желательны: низкая температура, равномерное распределение температуры на поверхности продукта; не допущение резких перепадов температуры сушаемых продуктов в процессе всей сушки.

На основе поставленного требования выбран цель данной работы: разработать опытно-конструкторскую модель солнечной сушильной установки непрямого действия с низкой естественной конвекцией (вентиляцией) воздуха, равномерно распределенной, также без резких изменений температуры на поверхности сушаемого продукта и на основе научных исследований установить оптимальный режим его работы при средних условиях облачности.

Постановка проблемы качественной сушки

Многими учеными мира опубликованы научные работы в открытой печати, которые посвящены научно-исследовательским разработкам солнечных сушильных установок непрямого действия.

Данные солнечные установки непрямого действия состоят в основном из плоского солнечного коллектора для нагрева воздуха и сушильной камеры, используемой для хранения лотков, в которых раскладывается виноград, подлежащий сушке. Коллектор и сушильная камера расположены последовательно (соединены между собой). Солнечный коллектор состоит из прозрачной крышки, фольги и черного металлического листа - поглотителя солнечной радиации (аккумуляторы тепла: горные камни, гальки; нитрат калия и натрия и т.д.). Сушильная камера была покрыта прозрачной пленкой или тепловой изолированной стенкой, которые защищают виноград от дождя, пыли и насекомых. Вентиляция воздуха обеспечивается естественной конвекцией внутри коллектора и сушильной камеры. Максимальная температура, зарегистрированная в сушильной камере, составляла 50 °С при температуре окружающей среды 30 °С вместимость сушильных камер составляет 100 кг свежего (влажного) винограда на квадратный метр сушильной камеры.

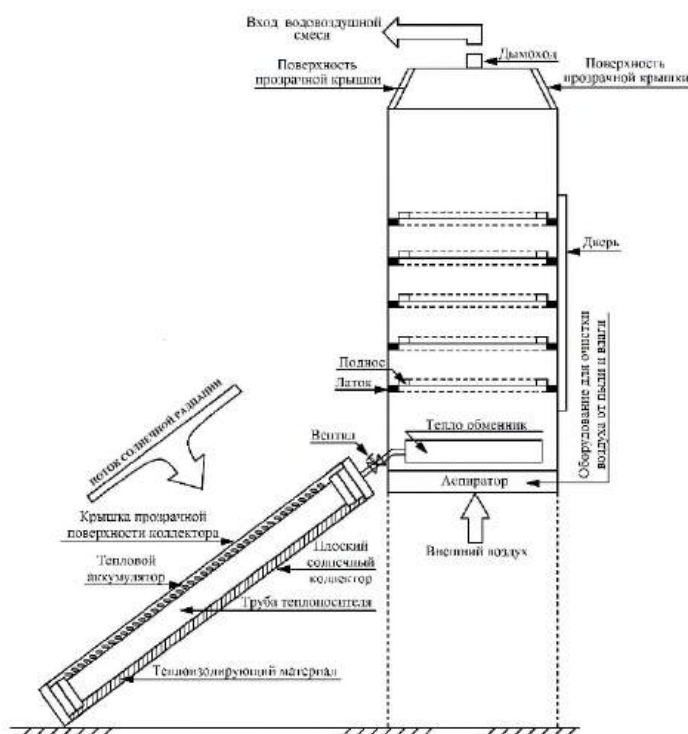
Эти сушилки сокращают время сушки винограда до семи-восьми дней, полностью защищают от дождя, пыли и насекомых, что способствует улучшению качества изюма. Недостатком этих сушилок являются небольшая производительность [9]. Сделаны выводы, что разнообразные пищевые продукты могут быть высушены в сушильных установках такого типа эффективно, действенно и экономично.

Несмотря на достигнутые положительные характеристики в солнечных сушильных установках непрямого действия с естественной вентиляцией воздуха, в открытой печати редко встречаются научно-исследовательские работы, в которых принципиально учитываются резкие изменения температуры на поверхности сушаемого продукта в процессе всей сушки, за счет которого предвидится [1, 2, 5] резкое ухудшение качества сушеной продукции.

Материалы и методы

На основе сравнительного анализа научно-исследовательских работ ученых мира по этому направлению, установлено, что для устранения резкого температурного перепада (температурного напора) на поверхности сушаемого продукта в процессе сушки необходимо модернизировать солнечную сушильную установку непрямого действия с естественной вентиляцией воздуха и тепловой трубой, которая устанавливается в плоский коллектор. Соответствующий теплообменник тепловой трубы располагается последовательно в

сушильную камеру. Также коллектор и сушильная камера расположены последовательно: коллектор расположен под 45 градусов и сушильная камера под 90 градусов относительно горизонта (т.е. вертикально). Плоский солнечный коллектор плотно-устойчив, герметизирован от попадания воздуха из окружающей среды в сушильную установку.



а)

б)

Рис. 1. Солнечная сушильная установка непрямого действия:

а) принципиальная схема; б) реальное изображение.

На рисунке 1 приведены принципиальная схема и реальное изображение разработанной нами солнечной сушильной установки непрямого действия с естественной вентиляцией воздуха в сушильной камере и с тепловой трубой в плоском коллекторе, также на рисунке 1 представлены подписи элементов конструктивной модели установки. Полная физическая характеристика конструкционной модели и его элементов установлена полуэмпирическими методами расчета и вычислена на основе соответствующих концепций и экспериментальных результатов.

Принцип действия предлагаемой солнечной сушильной установки.

Поток солнечной радиации падает на площадь поверхности прозрачной крышки солнечной сушильной установки. Малая часть потока поглощается прозрачным материалом, другая малая часть отражается от него и основная часть потока солнечной радиации входит во внутрь камеры плоского коллектора.

Солнечная радиация поглощается воздухом, тепловым аккумулятором, металлическим корпусом тепловой трубы, боковыми стенками, дном корпуса коллектора и нагревает их. Тепло получаемое боковыми стенками, дном и прозрачной крышкой корпуса коллектора передается в окружающую среду. Тепло, получаемое тепловой трубой, нагревает воду, находящуюся внутри, вода испаряется. Водяные пары через трубопроводы передаются в теплообменники, которые расположены на дне сушильной камеры.

Крылья теплообменников нагреваются, воздух находящийся над поверхностью крыльев, также нагревается. Нагретый воздух получает дополнительную внутреннюю энергию (кинетическую энергию), за счет которой поток теплового воздуха из поверхности крыльев теплообменника поднимается вертикально вверх, в направлении дымохода. Нагретый воздух,

соскальзывая на поверхности сушащегося продукта в процессе вертикального подъема, отдает продукту тепло, которое он получает от теплообменника. Из состава продукта испаряется водяной пар и образуется паровоздушная смесь, которая выбрасывается из дымохода в окружающую среду.

Для организации проведения экспериментальных исследований и получения научно-исследовательских результатов, их анализов рекомендуемая солнечная сушильная установка было установлена в научно-исследовательской лаборатории Бухарского государственного университета и проведены длительно-сезонные эксперименты. При проведении реальных естественных экспериментов сделаны измерения основных тепловых параметров в соответствующих точках: температура, влажность (воздух и паровоздушная смесь), атмосферное давление воздуха и относительное давление паровоздушной смеси, скорость атмосферного воздуха окружающей среды, выявлены скорость сушки, влагосодержания осушаемых продуктов, паровоздушной смеси и т.д.

Результаты

Для проверки достоверности полученных экспериментальных результатов исследования на рекомендуемой солнечной установке непрямого действия авторами данной статьи была опубликована научная работа [8, 10, 11], в которой изложены результаты экспериментальных исследований кинетики процесса сушки винограда на солнечной сушильной установке прямого действия. Установлены стадии и периоды сушки винограда сорта «Кишмиш черный». На рисунке 2, а представлены их экспериментальные результаты, которые получены 15-30 октября 2018 года (емкость сушильной камеры 165 кг). Для сопоставления результатов на рисунке 2, б представлены результаты экспериментальных исследований сушки винограда сорта «Кишмиш черный» на солнечной сушильной установке непрямого действия с тепловыми трубами, которые получены 18-25 августа 2022 года (емкость сушильной камеры 100 кг).

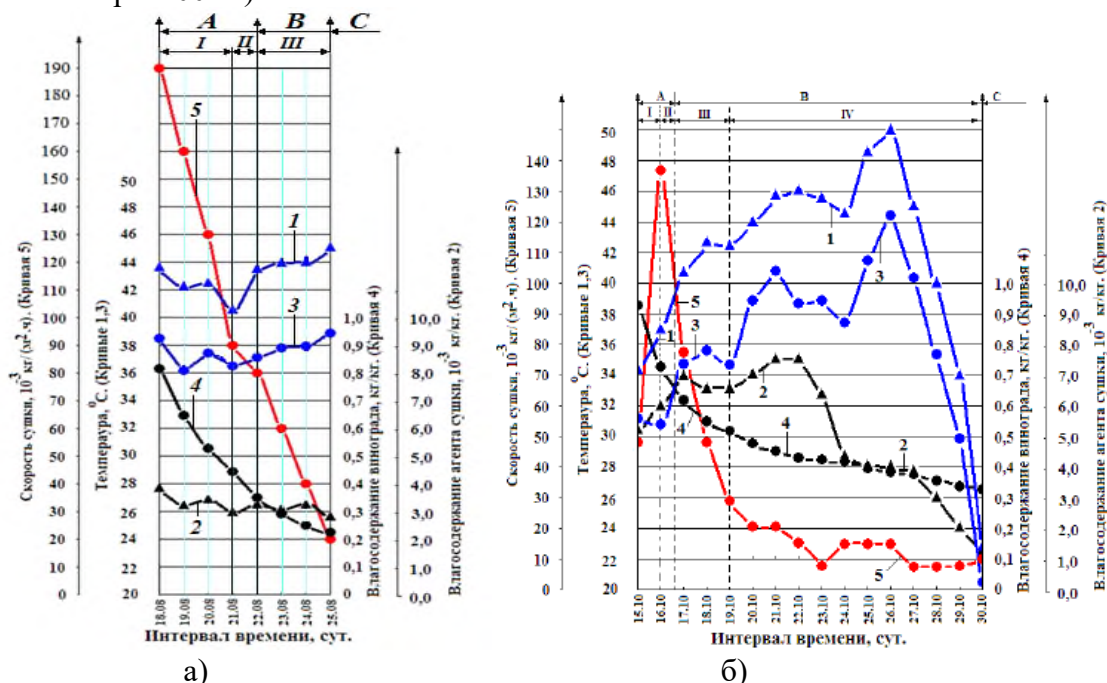


Рис. 2. Стадии и периоды процесса сушки винограда:

- а, V и С - стадии влажности, гигроскопичности и равновесного состояния винограда соответственно; I, II, III и IV - периоды резкого увеличения, резкого уменьшения, понижения и медленного снижения скорости сушки; 1 и 2 - температура и влажность содержание сушильного агента; 3 и 4 - температура и влажность винограда; 5-скорость сушки:
а) 15-30 октября 2018 года; б) 18-25 августа 2022 года.

Также на рисунке 2 представлены кривые зависимости суммы прямой солнечной радиации (Вт/м^2) на горизонтальную поверхность при средних условиях облачности от суточных интервалов. Видно, что среднесуточный интенсивность потока солнечной радиации в период проведения экспериментов 18-25.08.2022 г. в сушильной установке с тепловой трубой в два раза больше (рис.3, б), чем среднесуточная интенсивность потока солнечной радиации в период проведения экспериментов 15-30 октября 2018 года в сушильной установке прямого типа (рис.3, а). Хотя разные условия для проведения экспериментов в сушильных установках, но изменения средне суточной температуры (температурный напор) паровоздушной смеси и температуры на поверхности осушаемого винограда на сушильной установке с тепловой трубой во весь период сушки не превышает 3-4 $^{\circ}\text{C}$ (рис.2, б, 1, 3- кривые). На солнечной сушильной установке прямого типа эти значения достигают (11-19) $^{\circ}\text{C}$.

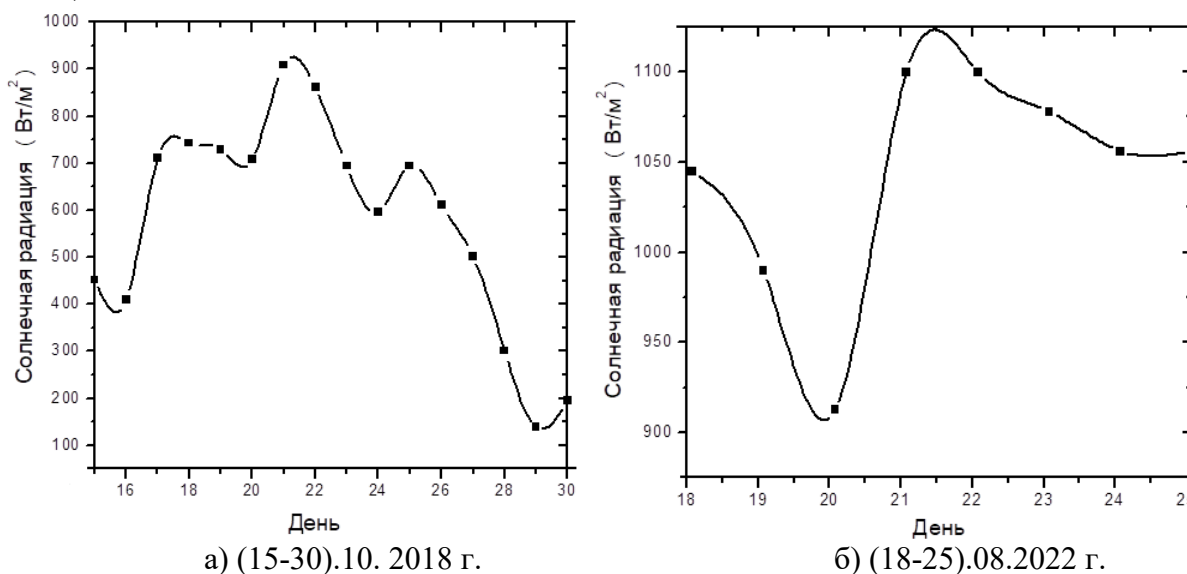


Рисунок 3. Изменение суммы прямой солнечной радиации на горизонтальную поверхность при средних условиях облачности в суточный интервал:

а) эксперименты проведены 15-30.10. 2018 г.; б) эксперименты проведены 18-25.08.2022 г.

На солнечной сушильной установке с тепловыми трубами среднесуточная скорость сушки винограда в период всей сушки (за 8 суток) уменьшается плавно (без резких перепадов) от 0,190 кг/м^2 час до 0,020 кг/м^2 час, на солнечной сушильной установке прямого действия скорость сушки уменьшается (начиная с 2-ой сутки сушки) от 0,137 кг/м^2 час до (до 5- сутки сушки) 0,030 кг/м^2 час, в остальные 12 суток скорость сушки достигает от 0,030 кг/м^2 час до 0,005 кг/м^2 час.

Выводы

Отметим, что размер осушаемого винограда (капилляров) не имеет значения на начальном этапе сушки, в то время как на более поздних этапах он влияет на скорость сушки. Также из-за высокой температуры сушки твердый слой (образование корки), образующийся на поверхности, затрудняет выход жидкости, которая еще не была удалена изнутри, и препятствует высыханию. Следует избегать образования корки, так как это влияет на скорость высыхания и качества продукта, подлежащего сушке [2, 5]. Такая проблема может быть решена путем наблюдения или изменения условий сушки. В этой научной работе условия сушки, несомненно, были реализованы за счет установки тепловой трубы в солнечном коллекторе.

Литература

- [1] Michael Tsamparlis. “Solar drying for real applications”, *Drying Technology* 1990; 8 (2): 261-85.
- [2] Gee M. “Some flavor and color changes during low temperature dehydration of grapes”, *Journal of food science* 1980; 45: 146-147.
- [3] Сафаров Ж.Э., Султанов Ш.А., Дадаев Г.Т., Жумаев Б.М. “Исследование инновационного способа сушки лекарственных растений”, *Монография* 2017. 106-107.
- [4] Рахман М., Перейра С., Теббуне К.О. “Изотерма десорбции и кинетика сушки гороха тепловым насосом”, *Food Research International*. 485-491 с.
- [5] Дадаев Г.Т., Сафаров Ж.Э. “Моделирование процесса сушки пищевых трав в естественных природно-климатических условиях”, *Universes: технические науки: электрон. Научно. Журн.* 2022. 4 (97).
- [6] Сафаров Ж.Э., Дадаев Г.Т. “Результаты исследования технологии сушки лекарственных трав”, *Химическая технология. Контроль и управление*. -Ташкент. 2017.- №3. - С. 27-31.
- [7] Дадаев Г.Т. “К вопросу о разработке технологии получения высушенной продукции с новыми качествами. *Universes: технические науки: электрон*”, *Науч. журнал*. 2017. №12 (45). – С. 31-33.
- [8] Мирзаев Ш.М., Ибрагимов С.С. “Исследование стадии и периодов процесса сушки винограда на солнечной сушилке и выбор технологии сушки”, *Scientific-technical journal (STJ FerPI, ФарПИ ИТЖ, НТЖ ФерПИ, 2022, Т.26, №6)*
- [9] Sharma V .K., Sharma S., Ray R.A., Garg H.P. “Design and performance of a dryer suitable for rural applications”, *Energy Convers Mgmt.* 1986; 26 (1): 11-9.
- [10] S I Khamraev. Study of the combined solar heating system of residential houses. *BIO Web of Conferences* 71, 02017 (2023) <https://doi.org/10.1051/bioconf/20237102017> CIBTA-II-2023
- [11] Uzakov G. N., Charvinski V. L., Ibragimov U. Kh., Khamraev S. I., Kamolov B. I. (2022) Mathematical Modeling of the Combined Heat Supply System of a Solar House. *Energetika. Proc. CIS Higher Educ. Inst. and Power Eng. Assoc.* 65 (5), 412–421. <https://doi.org/10.21122/1029-7448-2022-65-5-412-421>
- [12] Sh Mirzaev, J Kodirov, S I Khamraev. Method for determining the sizes of structural elements and semi-empirical formula of thermal characteristics of solar dryers// *APEC-V-2022 IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 1070(2022) 012021 IOP Publishing doi:10.1088/1755-1315/1070/1/012021

UO‘K: 621.472.383

QURUQ IQLIM SHAROITIDA SAMARALI ISHLAYDIGAN YANGI AVLOD FOTOISSIQLIK BATAREYALARINI BAHOR VA YOZ FASLI UCHUN SOLISHTIRISH

Tursunov Muxamad Nishanovich¹ – texnika fanlari doktori, bosh ilmiy xodim,
ORCID: 0000-0002-7559-8479

Sabirov Xabibullo¹ – texnika fanlari nomzodi, katta ilmiy xodim, ORCID: 0009-0004-5325-6015

Aliqulov Ramazon Bahrom og‘li¹ – PhD doktorant, ORCID: 0009-0000-8237-9461,

E-mail: ramazonaliqulov209@gmail.com

Xolov Uyg‘un Raufovich² – texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD), dotsent,

ORCID: 0000-0002-6675-5479, E-mail: ugunshams@mail.ru

¹O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi fizika-texnika instituti, Toshkent sh., O‘zbekiston

²Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti, Qarshi sh., O‘zbekiston

Annotatsiya. Ushbu maqolada yangi tipdagi sovitish sistemasiga ega fotoissiqlik batareya (FIB) va fotoelektrik batareya (FEB) larning bahor va yoz mavsumlarida olingan parametrlari solishtirilgan. FIB ning yuzasiga quyosh nurlanishi oqim zichligi (QNOZ) ni reflektorlar yordamida oshirildi va qisqa tutashuv toki (QTT) qiymatlarini keskin ko‘tarildi. FIB ni yangi tipdagi sovitish sistemi orqali sovitib, uning salt yurish kuchlanishi qiymatlari keskin oshirildi. Fotoissiqlik qurilma(FIQ)ning yangi tipdagi sovitish sistemi radiator, suv nasosi, ventilator, suv idishidan iborat. Bu kabi FIB ni sovitish usuli dunyo bo‘yicha analogi yuqligi bilan ahamiyatlidir. Yangi tipdagi fotoissiqlik qurilma (FIQ) da bahor mavsumida 35 °C haroratli, yoz mavsumida 48 °C issiq suv olishga erishildi. Bu kabi yangi tipdagi sovitish sistemasiga ega FIQ larning tajriba va laboratoriya nusxasi fizika-texnika institutida ishlab chiqildi. Keyingi maqsad yangi tipdagi sovitish sistemasiga ega FIQ ning tijorat nusxalarini ham ishlab chiqish.

Kalit so‘zlar: fotoelektrik batareya, fotoissiqlik batareya, qisqa tutashuv toki, salt yurish kuchlanishi, quvvat, samaradorlik, yangi tipdagi sovitish sistemi, reflektorlar.

UDC: 621.472.383

COMPARISON OF NEW GENERATION PHOTOTHERMAL BATTERIES, EFFECTIVELY OPERATING IN DRY CLIMATES IN SPRING AND SUMMER SEASONS

Tursunov, Mukhamad Nishanovich¹ – Doctor of Technical Sciences, Chief Researcher

Sabirov, Khabibullo¹ – Candidate of Technical Sciences, Senior Research Officer

Alikulov, Ramazon Bahrom ugli¹ – Doctoral student (PhD)

Kholov, Uygun Raufovich² – Doctor of Philosophy in Technical Sciences, Associate Professor

¹Physical–Technical Institute, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Tashkent city, Uzbekistan

²Karshi Engineering-Economics institute, Karshi city, Uzbekistan

Abstract. This article compares the parameters obtained in spring and summer seasons of photothermal battery (PV) and photoelectric battery (PVT) with a new type of cooling system. Solar radiation on the surface of the PVT increased the current density with the help of reflectors and the short-circuit current values increased dramatically. By cooling the PVT with a new type of cooling system, its operating voltage values have been dramatically increased. The new type of cooling system of the photothermal device (PTD) consists of a radiator, water pump, fan, and water tank. This method of cooling PVT is significant because it has no analogues in the world. It was possible to

obtain hot water with a temperature of 35 °C in the spring season and 48 °C in the summer season in a new type of photothermal device (PTD). An experimental and laboratory copy of PTDs with such a new type of cooling system was developed at the Institute of Physics and Technology. The next goal is to develop commercial copies of the PTD with a new type of cooling system.

Keywords: photoelectric battery, photothermal battery, short circuit current, operating voltage, power, efficiency, new type of cooling system, reflectors.

УДК: 621.472.383

СРАВНЕНИЕ ФОТОТЕПЛОВЫХ БАТАРЕЙ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ, ЭФФЕКТИВНО РАБОТАЮЩИХ В СУХОМ КЛИМАТЕ В ВЕСЕННИЙ И ЛЕТНИЙ СЕЗОНЫ

Турсунов Мухамад Нишанович¹ – доктор технических наук, главный научный сотрудник

Сабилов Хабибулло¹ – кандидат технических наук, старший научный сотрудник

Аликулов Рамазон Бахромович¹ – докторант (PhD)

Холов Уйгун Рауфович² – доктор философии по техническим наукам (PhD), доцент

¹Физико-технический институт Академии наук Республики Узбекистан, г. Ташкент

²Каршинский инженерно-экономический институт, г. Карши, Узбекистан

Аннотация. В данной статье сравниваются параметры фототермической батареи (ФТБ) и фотоэлектрической батареи (ФЭБ) с новым типом системы охлаждения, полученные в весенний и летний сезоны. Солнечное излучение на поверхности ФТБ увеличило плотность тока с помощью отражателей и значения тока короткого замыкания резко возросли. За счет охлаждения ФТБ с помощью системы охлаждения нового типа значения его рабочего напряжения были значительно увеличены. Новый тип системы охлаждения фототермического устройства (ФТУ) состоит из радиатора, водяного насоса, вентилятора и резервуара для воды. Этот метод охлаждения ФТБ имеет особое значение, поскольку не имеет аналогов в мире. В фототермическом устройстве нового типа (ФТУ) удалось получить горячую воду с температурой 35 °C в весенний сезон и 48 °C в летний сезон. Экспериментально-лабораторный экземпляр ФТБ с таким новым типом системы охлаждения разработали в Физико-техническом институте. Следующая цель — разработка коммерческих экземпляров FIQ с новым типом системы охлаждения.

Ключевые слова: фотоэлектрическая батарея, фототермическая батарея, ток короткого замыкания, рабочее напряжение, мощность, КПД, новый тип системы охлаждения, отражатели.

Kirish

O'zbekistonda quyosh energiyasidan foydalanish uchun qulay iqlim sharoiti mavjud. Bunday qulay geografik joylashuv jihatdan yilning 85–87 foiz kunlarida quyoshli osmon bo'ladi. Qayta tiklanuvchi energiya manbalarini qo'shib hisoblaganda bu borada O'zbekistonning energetik salohiyati 98,5 foizni tashkil etadi. Aynan mana shu energiyadan to'g'ri va unumli foydalanilsa, aholining energiyaga bo'lgan talabini qondirishi mumkin [1].

O'zbekistonda qayta tiklanuvchi energiya manbalari (QTEM) ning hajmi deyarli 51 mlrd.t.n.e ga teng. Bugun dunyoda mavjud texnologiya va uskunlardan foydalanib, 179 mln t.n.e olish mumkin. Bu mamlakatimizdagi qazib olingan yoqilg'ining joriy bir yillik hajmidan uch baravar ko'p. O'zbekiston energiya balansidagi qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan hozirgi vaqtda faqat tabiiy va sun'iy suv oqimlarining gidroenergiyasi sezilarli ulushini tashkil qiladi; uning ulushi barcha energiya ishlab chiqarishining 1 foizidan ozgina ortiq. Qayta tiklanuvchi energiya boshqa

manbalari-quyosh, shamol va biomassalar juda kam ishlatilyapti. Oxirgi yillarda quyosh va shamol energiyasidan foydalanish bo'yicha qator loyihalar amalga oshirildi [2].

Respublikamizdagi energiya yetishmovchiligi muammosini tushungan holda fizika-texnika instituti olimlari ham chekka hududlardagi aholini muntazam energiya bilan ta'minlash maqsadida yangi tipdagi ko'chma avtonom fotoissiqlik qurilmalarini ishlab chiqmoqda. Bu yangi tipdagi fotoissiqlik batareyalarning fotoelektrik batareyalardan farqi, ham energiya samaradorligi, ham issiq suv olish imkoniyati borligidir [3]. FEBlardan iqlim sharoitlari hisobga olinmasdan foydalanish ularning samaradorligiga katta ta'sir qilishi ko'p ishlarda qayd qilingan. Ayniqsa atmosfera yuqori haroratga ega bo'lgan sharoitlarda FEBning samaradorligi tez pasayadi, bu FEBlarning energiya ishlab chiqarishini kamaytiradi [4]. Bu jarayon FIB tizimning energetik va iqtisodiy ko'rsatkichlariga salbiy ta'sir qiladi. Biz taklif etayotgan yangi tipdagi sovitish sistemasiga ega 180 W quvvatlik fotoelektrik batareya asosidagi FIQ yuqorida aytilgan salbiy ta'sirlarni kamaytirishga xizmat qiladi. Yangi turdagi FIB sovitish sistemasi ichki yonuv dvigatellarining sovitish sistemasiga oid prinsipga asoslangan bo'lib, sovitishni suvning maxsus radiator orqali aylanishi ta'minlaydi. Radiator samaradorligini oshirish uchun qo'shimcha ventilator yordamida radiatoridan issiqlikni uzatish nazarda tutilgan [5]. Respublikamizda energiya muammosidan tashqari suv muammosi borligini ham inobatga olish zarur. Aholining o'sishi global ifloslanish va energiya va suv iste'molining oshishiga yordam beradigan asosiy omil hisoblanadi. Global ifloslanish tufayli iqlim o'zgarishi tobora kuchayib bormoqda va bu kelajakda chuchuk suv mavjudligiga, shuningdek, yog'ingarchilik miqdorining pasayishiga ta'sir qiladi [6]. An'anaviy usulda sovitiladigan FIB larga doimiy ravishda sovuq suv kerakligi respublikamizning suvsiz o'ta quruq hududlarida foydalanishda muammo tug'diradi. Biz taklif etayotgan yangi tipdagi sovitish sistemasiga ega FIB ga ko'p miqdorda suv talab etilmaydi.

Materiallar va metodlar

Iqlim sharoitlarini hisobga olib tayyorlangan yangi tipdagi sovitish sistemasiga ega fotoissiqlik batareya asosidagi reflektorli issiq va quruq iqlim sharoitlarida elektr energiya va issiq suv olish uchun samarali mobil fotoelektrik qurilmani tayyorlashda 180Vt quvvatga ega monokristalli FEB lardan foydalanildi. Fotoelektrik batareyalarining standart sinov sharoitlari (STC) da olingan asosiy parametrlari 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

FEB parametrlari

Turi	OL180M-18V
Nominal quvvat (P_{max})	180 W
Salt yurish kuchlanishi ($U_{s,yu}$)	22,80 V
Qisqa tutashuv toki ($I_{q,t}$)	10,34 A
FEB ning foydali ish ko'effitsiyenti, η	19,9%
FEB VAX ning to'ldirish ko'effitsiyenti, ff	0,71-0,73
O'lchami (mm)	1487*666*35

Ushbu maqolada foydalanilgan qo'rilma analogi bo'lmagan yangi tipdagi sovitish sistemasiga ega FIQ dir. FIQ ning afzalliklari: 1. Respublikaning barcha hududlarida energiya iste'mol uchun foydalanish. 2. FIB ning energiya samaradorligini oshirishda doimiy ravishda suv shart emasligi. 3. Asosan bu FIQ dan qishloq aholisining energiyaga bo'lgan talabini qisman qoplash va xo'jalik yumishlari uchun issiq suv bilan ta'minlash maqsad qilingan.

2-rasmda FIQ ning yangi tipdagi sovitish sistemasi tarkibiy qismlari keltirilgan: 1) issiqlik kollektori -fotoissiqlik batareyasining energiya yo'qotishlarini kamaytirishni ta'minlaydi; 2) radiator - kollektorda qizigan suvni sovitish uchun xizmat qiladi; 3) ventilyator, shamol yordamida radiatorning samaradorligini oshirish; 4) nasos kollektorda qizigan suvni radiator orqali o'tkazib, yana kollektorga uzatishni ta'minlaydi; 5) zaxiraviy suvni saqlash (sig'imi 20 litr). Yangi tipdagi sovitish sistemasiga ega FIB dan 2024-yil fevral oyidan sinov tajriba izlanishlari olib borilmoqda. Qish va bahor oylaridagi olingan natijalar yangi tipdagi sovitish sistemasi ega FIB ning energiya

samaradorligi yuqoriligi aniqlandi. Yangi tipdagi sovitish sistemasining ishlash prinsipi quyidagicha: birinchidan suv idishidagi qizigan suv nasos orqali radiatorga yuboriladi. Radiator isigan suvni yaxshi sovitish uchun unga ventilyator o'rnatilgan. Radiatordan sovigan suv kollektorga yuboriladi. Kollektorda yig'ilgan issiqlik suv orqali yana suv idishiga qaytib tushadi. Bu jarayon uzluksiz davom etadi. Bu maqolamizda yoz va bahor faslida olingan natijalari taqqoslangan.



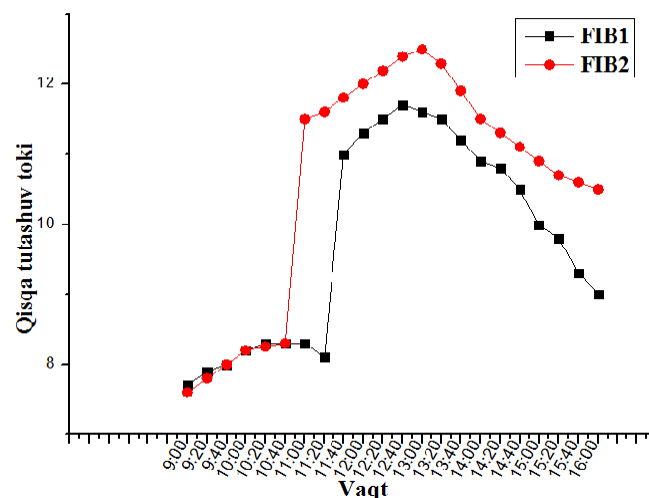
1-rasm. Yangi tipdagi FIQ ning old tomondan ko'rinishi.



2-rasm. Yangi tipdagi FIQ ning yangi tipdagi sovitish sistemasining sxemasi.

Natijalar va muhokamalar

Tajriba sinov ishlari 2024-yil aprel va iyul oylarida Fizika texnika instituti geliopoligonida olib borildi. FIB ning qisqa tutashuv tokini oshirish maqsadida uning yon tomonlariga reflektorlar o'rnatildi. O'zbekistonda ishlab chiqarilgan alyukobonddan reflektor sifatida foydalanilgan. Alyukobond nur qaytaruvchi koeffitsiyenti 0,5-0,6 ga teng bo'lgan sirtga ega. Reflektorlar FIB sirtiga tushuvchi yorug'lik nurlanishini 1,5-1,6 marta oshirishga va shunga proporsional ravishda FIB ning qisqa tutashuv tokining oshishiga xizmat qiladi [7]. FIB larning gorizontga nisbatan joylashuvini o'zgartirish maqsadida to'g'ri burchakli metall konstruksiya ishlab chiqilgan bo'lib tirkama bilan sharnirlar orqali biriktirilgan. FIB lar to'g'ri burchakli metall konstruksiya (ramka) ga oson o'rnatiladi. Sharnirlar erkin harakatlanish imkoniyatiga ega bo'lib, FIB larning gorizontga nisbatan joylashuv burchagini o'zgartirish orqali Quyosh nurlarining FIB sirtiga perpendikulyar tushishini ta'minlaydi. Gorizonttal yo'nalishda quyosh harakatini kuzatish tirkamani burish orqali amalga oshiriladi, natijada quyosh nurlarining FIB sirtiga kun davomida maksimal tushishi ikki o'q bo'yicha harakat orqali ta'minlanadi. Yangi tipdagi sovitish sistemasiga ega FIB ning qisqa tutashuv toklari 3-rasmda solishtirildi.



3-rasm. FIB larning aprel va iyul oylarida qisqa tutashuv toki (QTT) ning quyosh nurlanishi oqim (QNO) zichligiga nisbatan treker (kuzatish) holatida olingan vaqt bo'yicha o'zgarishi.

Qisqa tutashuv toki. Kuchlanish nolga teng bo'lganida (yani quyosh elementi qisqa tutashgan bo'lsa) quyosh elementi orqali o'tuvchi tok. Qisqa tutashuv toki odatda I bilan belgilanadi. Qisqa tutashuv toki-quyosh elementi hosil qilishi mumkin bo'lgan maksimal tok [8].

$$I = I_o \left(\exp\left(\frac{qU}{nkT}\right) - 1 \right) - I_{kz}, \quad I_{kz} = I_L. \quad (1)$$

3-rasmda FIB va FEB larning yuzasiga doimiy ravishda QNO zichligini perpendikulyar ravishda tushirish orqali olingan QTTlarining qiymatlari keltirilgan. Quyosh elementi yuza sohasida Quyosh nurlanishi qancha ko'p miqdorda, keng to'liq uzunligi sohasida yutilsa, FEB samaradorligi ortadi [9]. FIB1 chiziq QTT ning aprel oyida, FIB2 chiziq esa iyul oyida olingan vaqt bo'yicha o'zgarishi qiymatlari keltirilgan. 3-rasmda FIB2 chiziqi FIB1 dan baland ekanligini ko'rish mumkin. Bunga asosiy sabab, QNOZ iyul oyida aprel oyiga qaraganda yuqori ekanligidir va bu 2-jadvalda keltirilgan. Soat 12:40 maksimal QTT lar 11.5 A va 12.5 A larni tashkil qilganligi 3-rasmda keltirilgan. Soat 16:00 da QTT lari 9A va 10,5 A qiymatlarni ko'rsatgan. Ya'ni 1,5 A ga FIB2 FIB1 dan katta bo'lgan. FIQ yon tomoniga o'rnatilgan reflektorlar QNOZ ni oshirganligi tufayli butun yil davomida QTT ni maksimal qiymatlarda saqlab turish mumkin.

2-jadval

Oqim zichligining oylik va yillik miqdori, kkal/sm² (Toshkent shahrida)

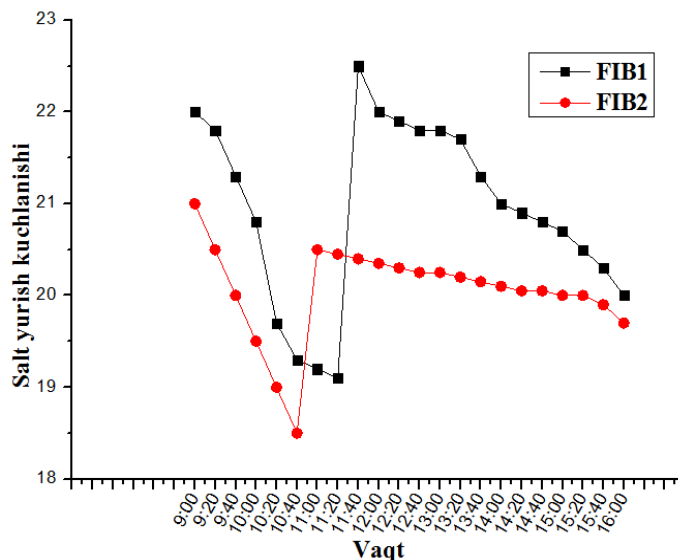
Oqim zichligi	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Jami
S	6,4	7,1	12,9	21,3	18,1	21,3	24	22,9	19,1	10,3	8,7	6,0	169,7
S ¹	2,3	3,1	8,1	14,9	12,2	14,9	16,3	14,7	10,9	6,4	3,3	2,0	99,3
D	2,3	3,9	12,2	4,2	5	4,2	3,8	3,4	3,1	3,0	2,2	2,0	40,1
Q	4,6	9,0	5,0	19,1	17,2	19,1	21,1	18,1	14,0	9,4	5,5	4,0	139,4

Izoh: S—quyosh nurlariga tik joylashgan sirtga tushuvchi to'g'ri QNO; S¹ gorizontal sirtga tushuvchi to'g'ri QNO; D – tarqoq QNO; Q=S'+D – yig'indi QNO[10]. Quyosh nurlariga tik joylashgan sirtga tushuvchi to'g'ri QNO iyul oyida fevral oyiga nisbatan 3,3 barobarga, may oyida esa 1,3 barobar katta ekanini 1-jadvalda keltirilgan. Yangi tipdagi sovitish sistemasiga ega FIQ ning samaradorligini keyingi oylarda ham tekshirish maqsad qilingan.

Salt yurish kuchlanishi. Quyosh elementida paydo bo'ladigan maksimal kuchlanish miqdori. Diffuziya toki yorug'lik tashuvchi dreyf tokini kompensatsiyalaydi. P-n o'tishning qarama-qarshi qutblarida salt yurish kuchlanishi (Vok) paydo bo'ladi. Bu quyosh elementi yaratishi mumkin bo'lgan maksimal kuchlanishdir. Quyosh elementining volt - amper xarakteristikasi uchun tenglama[11]

$$U_{xx} = \frac{nkT}{q} \ln \frac{I_{kz}}{I_o} \quad (2)$$

4-rasmda FIB larning aprel va iyul oylarida treker kuzatuvida olingan SYuK qiymatlarining vaqt bo'yicha o'zgarishi keltirilgan. Ikkala holatda ham natijalar soat 9:00 dan boshlab olingan. SYuK o'zgarishi vaqt o'tishi bilan kamayib borgan, sabab haroratning o'zgarishiga eng ko'p bog'liq parametr SYuKdir. Kristalli kremniy asosidagi quyosh elementi (QE) 25 °C (sertifikatsiya AM 1 keltirilgan harorat) dan 1 gradus ortiq haroratda SYuK 0,002 V kamayadi (0,4%/gradus). Ochiq quyoshli kunda QE ning qizishi (yoz oylarida), SYuK 0,07 - 0,09 V ga kamaytirishi mumkin. Bu QE foydali ish ko'effitsiyentining (FIK) pasayishining asosiy sababidir. QEdan olinayotgan kuchlanishning harorattan kamayishi ilmiy izlanishlarda kuzatilgan [12]. FIB ning SYuKning kamayishini oldini olish uchun yangi tipdagi sovitish sistemasidan foydalanib, FIB ni orqa qismi sovitildi. 19-aprel soat 11:00 da yangi tipdagi sovitish sistemasi ishga tushishi bilan SYuK 19,1 V dan 22,5 V gacha ko'tarish kuzatilgan. 11-iyul soat 11:00 da yangi tipdagi sovitish sistemasi ishga tushishi bilan SYuK 18,5 V dan 20,5 V gacha ko'tarish kuzatilgan. Yoz oylarida bahor oylariga qaraganda havo harorati ham yuqori bo'lganligi uchun FIB1 ning SYuK i FIB2 ning SYuK i qiymatlaridan katta ekanligini 4-rasmda keltirilgan. Havo harorati vaqt o'tishi bilan ko'tarilib, SYuK ham kamayganligini ham 4-rasmda keltirilgan.

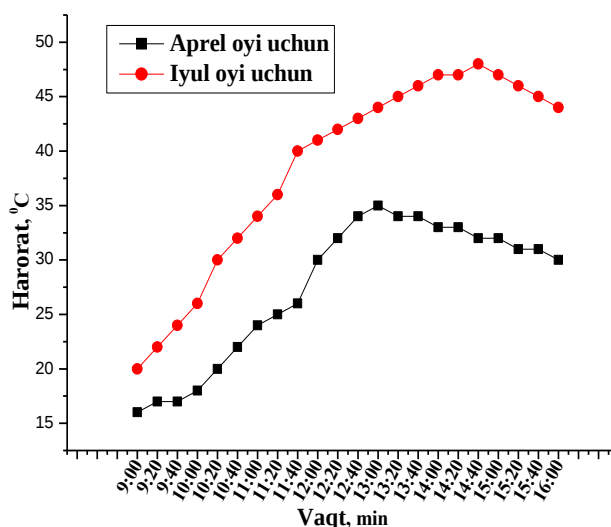


4-rasm. FIB larning aprel va iyul oylarida salt yurish kuchlanishi (SYuK) ning quyosh nurlanishi oqim (QNO) zichligiga nisbatan treker (kuzatish) holatida olingan vaqt bo'yicha o'zgarishi.

5-rasmda FIB ning aprel va iyul oylarida kollektorda hosil bo'lgan issiq suv haroratining vaqt bo'yicha o'zgarishi qiymatlari keltirilgan. Bahor oylarida FIB ning kollektorida maksimal 35 °C issiq suv olingan. Yoz oylarida FIB ning kollektorida maksimal 48 °C issiq suv olingan. Havo harorati ham bahor va yoz fasllarida mos ravishda o'rtacha 28 °C va 38 °C ni tashkil qilgan. Suv idishidagi issiq suvni iliq suvga aylantirib, qishloq aholisi uchun dush qabul qilishda, idish-tovoqlar va kir yuvishda va boshqa maishiy yumishlarda foydalanish mumkin. 20 l issiq suvni 30 °C haroratli iliq suvga aylantirishni baholash uchun quyidagi formuladan foydalanamiz

$$t_{ara} = \frac{t_1 V_1 + t_2 V_2}{V_1 + V_2}, \quad (3)$$

bu erda, t_{ara} -iliq suv harorati, t_1 - issiq suv harorati, t_2 - sovuq suv harorati, V_1 - issiq suv hajmi, V_2 -sovuq suv hajmi.



5-rasm. FIB ning bahor va yoz fasllarida kollektordagi issiq suv haroratining vaqt bo'yicha o'zgarishi.

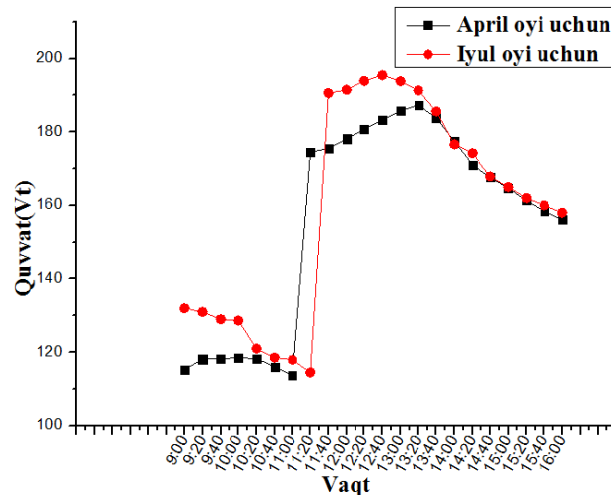
Bahor faslida 35 °C issiq suvga 20 °C haroratli sovuq suvni aralashtirish orqali 30 l iliq suv olish mumkin. Yoz faslida 48 °C issiq suvga 20 °C haroratli sovuq suvni aralashtirish orqali 56 l iliq suv mumkin. Bu miqdordagi iliq suv bir xonadondagi oila a'zolarining kunlik ehtiyojlariga etadi.

FIQ dagi suv idishida issiq suv tugab qolsa yana sovuq suvni quyib, issiq suvga aylantirish va FIB ning parametrlarini yaxshilash mumkin bo'ladi. Agar FIQ dan faqat elektr energiya olish maqsad qilinsa, 20 l suv idishida har 10 kunda 10% qismi yo'qotilishi aniqlandi. Va bu yo'qotishni bartaraf etish uchun har 10 kunlikda suv idishiga 2 l suv quyib turiladi.

FEB va tomonidan ishlab chiqarilgan quvvatni quyidagi (4) tenglama orqali ifodalaymiz [13]

$$P_{ch} = U_M I_M . \quad (4)$$

FIB ning quvvati FEB ning quvvatidan qanchaga ko'tarilganiga qarab qilingan yangilikni baholash mumkin.



6-rasm. FIB larning aprel va iyul oylarida treker kuzatuvi holatda olingan quvvat qiymatlarining vaqt bo'yicha o'zgarishi.

6-rasmda FIB ning aprel va iyul oylaridagi yangi tipdagi sovitish sistemasi orqali sovitib va reflektorlar orqali QNOZ ni oshirib FIB ning quvvatini oshirilgan qiymatlarning vaqt bo'yicha o'zgarishi keltirilgan. FIB ning iyul oyida maksimal 195 Vt ni, aprel oyida 187 Vt ni ko'rsatgan. Iyul oyida FIB ning quvvat aprel oyidagi quvvatlaridan katta ekanligi 6-rasmda keltirilgan. Bunga asosiy sabab iyul oyida QNOZ katta ekanligi. Bu 2-jadvalda ham berilgan.

Xulosa

Ushbu maqolada iyul oyida FIQ ning aprel oylariga nisbatan issiq suv berish qobiliyati 15 °C gacha, quvvati esa 5-10% gacha oshganligini aniqlandi. FIB va FEB larning statsionar holatda samaradorligi treker kuzatuvi holatda olingan natijalaridan past ekanligi ko'rsatilgan. Quyosh nurlariga tik joylashgan sirtga tushuvchi to'g'ri QNO iyul oyida fevral oyiga nisbatan 3,3 barobarga, may oyida esa 1,3 barobar, aprel oyida 1,15 barobarga katta ekanini aniqlandi. Keyingi ilmiy izlanishlarda yangi tipdagi sovitish sistemasiga ega FIQ ni yil davomida sinovdan o'tkazish va qurilmaning quvvati 1000 Vt gacha bo'lgan tijorat nusxalarini ishlab chiqish imkoniyati maqsad qilindi.

Adabiyotlar

- [1] <https://kun.uz/81466851?q=%2Fuz%2F81466851#!>
- [2] B.I. Matniyazov, M.R. Aliev, D.B. Duvarbaev „O'zbekistonda qayta tiklanadigan energiya manbalaridan foylanishning mavjud imkoniyatlari“, “Science and education” Scientific journal june 2023/volume 4 issue 6
- [3] Cuong N. X., Hong N. T., Do Nhu Y. Analysis of the Sun Tracking Systems to Optimize the Efficiency of Solar Panels //European Journal of Technology and Design. – 2016. – №. 4. – PP.144-151

-
- [4] Sandnes B., Rekstad J. A photovoltaic/thermal (PV/T) collector with a polymer absorber plate: experimental study and analytic model // Solar Energy. 2002. –№ 72. – P. 63-73
 - [5] Tursunov M.N., Sabirov X., Ramazon Aliqulov: “O‘ta quruq hududlarda fotoelektrik batareyalardan samarali foydalanish” “Energiya va resurs tejash muammolari”, № 2, 2023, 202 bet
 - [6] <https://kun.uz/uz/news/2022/08/09/ozbekistondagi-suv-taqchilligi-ehtimoliy-qurguqchilik-va-keskinlashayotgan-ekologik-muammolar>.
 - [7] R. A. Muminov, M. N. Tursunov, X. Sabirov, M. M. Eshmatov, U. R. Xolov. Comparison of the Efficiency of Autonomous Water Release Systems Based on Photovoltaic and Photothermal Batteries // Applied Solar Energy, 2023, Vol. 59, No. 3, pp. 305–310
 - [8] Yuldoshev.I.A. Kristalli kremniy fotoelektrik batareyalari asosida biriktirilgan energetik qurilmalar. Doktorlik dissertatsiyasi avtorefarati. Toshket.2016. 82 b
 - [9] Rambhowan Y., Oree V. Improving the dual-axis solar tracking system efficiency via drive power consumption optimization //Applied Solar Energy. – 2014. – V. 50. – №. 2. – PP. 74
 - [10] Jo‘raev T.D. Quyosh issiqlik qurilmalari. Qo‘llanma. Toshkent. Dizayn-Press, 2012.
 - [11] Fahrenbruch, Alan, and Richard Bube. Fundamentals of solar cells: photovoltaic solar energy conversion. Elsevier, 2012
 - [12] Mamadalimov A.T., Tursunov M.N. Yarimo‘tkazgichli quyosh elementlari fizikasi va texnologiyasi. O‘quv qo‘llanma. Toshkent. ToshDTU.2002.94 b
 - [13] I.A.Yuldoshev, M.Q.Sultonov., F.M.Yuldoshev. “Quyosh energetikasi”// Darslik. Toshkent 2021, 96 b.

UO‘K: 662.997

QUYOSH KOLLEKTORLI PIROLIZ QURILMASINING TEXNOLOGIK SXEMASI

Raxmatov Dilshod Tolip o‘g‘li – assistant, ORCID: 0009-0000-2214-9699,
E-mail: raxmatovdilshod0405@gmail.com

Toshkent davlat texnika universiteti, Toshkent sh., O‘zbekiston

Annotatsiya. *An‘anaviy kichik quvvatli piroliz qurilmalarida reaktorga yuklanadigan xomashyo(biomassa)ni quritish uchun biomassani to‘g‘ridan-to‘g‘ri yoqish, elektr qizdirish yoki olingan muqobil yoqilg‘ilarni yoqish usullaridan foydalaniladi va xususiy ehtiyoji uchun issiqlik sarf qilinadi. Shu sababli, piroliz uchun yuklanadigan biomassani quritishda yoqilg‘i-energiya resurslarini tejash dolzarb ilmiy-texnik masala hisoblanadi. Piroliz texnologiyasi uchun tanlangan biomassani quritishda zarur bo‘lgan issiqlik yuklamasini qoplash uchun yassi quyosh havo kollektoridan foydalanish taklif qilindi. Jarayon uchun zarur bo‘lgan quritish kamerasi, yassi quyosh havo kollektori va bioreaktorning zarur sifat parametrlari hamda ularning geometrik o‘lchamlari tanlandi. Tahlillar asosida kichik piroliz qurilmasining texnologik sxemasi ishlab chiqildi.*

Piroliz jarayonida bioreaktorga biomassani to‘g‘ridan-to‘g‘ri joylash orqali piroyoqilg‘ilarni olishda uning sifat ko‘rsatkichlariga hamda biomassaga beriladigan issiqlik yuklamasining ko‘payishiga olib keladi. Ushbu muammoning yechimi sifatida, bioreaktorga mahsulotni joylashdan oldin yassi quyosh havo kollektorini qo‘llash orqali uni quritish taklifi berildi.

Ilmiy-texnik materiallar va ilmiy ishlanmalarni tahlil qilish asosida quyosh havo kollektorli piroliz qurilmasining sxemasi va ishlash prinsipi asoslandi.

Taklif qilingan quyosh havo kollektorli piroliz qurilmasini amalda qo‘llanilishi natijasida xomashyo(biomassa)ni quritish uchun sarflanadigan issiqlik energiyasi tejalishiga erishiladi. Natijada, quyosh havo kollektorli piroliz qurilmasining energiya samaradorligi 15÷20% ga ortadi.

Kalit so‘zlar: *bioenergetika, bioyoqilg‘i, piroliz, piroyoqilg‘ilar, pirogaz, piroko‘mir, pirosoyuqlik, biomassa, bioreaktor, yassi quyosh havo kollektori, quritish kamerasi.*

УДК 662.997

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПИРОЛИЗНОГО УСТРОЙСТВА С СОЛНЕЧНЫМ КОЛЛЕКТОРОМ

Рахматов Дилшод Толип угли – ассистент
Ташкентский государственный технический университет, г. Ташкент, Узбекистан

Аннотация. *В традиционных пиролизных устройствах малой мощности для сушки загружаемого в реактор сырья (биомасса) используется прямое сжигание биомассы, электронагрев или сжигание альтернативных видов топлива. Для сушки биомассы, отобранной для технологии пиролиза, предлагается использовать плоский солнечный воздушнонагревательный коллектор. Подобраны необходимые параметры сушильной камеры, плоского солнечного воздушного коллектора и биореактора, а также их геометрические размеры, необходимые для проведения процесса. На основе анализа разработана технологическая схема малогабаритной пиролизной установки с солнечным воздушным коллектором.*

Непосредственное размещение биомассы в биореакторе в процессе пиролиза приводит к увеличению ее качественных показателей и тепловой нагрузки, прикладываемой к биомассе.

В качестве решения этой проблемы было предложено сушить продукт с помощью плоского солнечного воздушного коллектора перед его загрузкой в биореактор.

На основе анализа научно-технических материалов и научных разработок обоснована технологическая схема и принцип работы устройства пиролизной установки с солнечным воздушным коллектором.

В результате практического применения пиролизной установки с солнечным воздушным коллектором достигается экономия тепловой энергии, используемой для сушки сырья (биомасса). В результате энергоэффективность устройства пиролиза с солнечным воздушным коллектором увеличивается на 15÷20%.

Ключевые слова: биоэнергетика, биотопливо, пиролиз, пиротопливо, пирогаз, пироуголь, пирожидкость, биомасса, биореактор, плоский солнечный воздухооборник, сушильная камера.

UDC: 662.997

TECHNOLOGICAL SCHEME OF PYROLYSIS DEVICE WITH SOLAR COLLECTOR

Raxmatov Dilshod Tolip ugli – assistant

Tashkent State Technical University, Tashkent city, Uzbekistan

Abstract. *In traditional small-capacity pyrolysis devices, direct burning of bio- mass, electric heating or burning of alternative fuels are used to dry raw materials (biomass) loaded into the reactor, and heat is used for private needs. Therefore, saving fuel and energy resources during drying of biomass for pyrolysis is considered an urgent scientific and technical issue. It was proposed to use a flat solar air collector to cover the heat load necessary for drying biomass selected for pyrolysis technology. The necessary quality parameters of the drying chamber, flat solar air collector and bioreactor, as well as their geometric dimensions, necessary for the process were selected. Based on the analysis, a technological scheme of a small pyrolysis device was developed.*

Direct placement of biomass in the bioreactor during the pyrolysis process leads to an increase in its quality indicators and the heat load applied to the biomass. As a solution to this problem, it was proposed to dry the product using a flat solar air collector before placing it in the bioreactor.

Based on the analysis of scientific and technical materials and scientific developments, the technological scheme and operating principle of the pyrolysis plant with a solar air collector are substantiated.

As a result of the practical application of the pyrolysis unit with a solar air collector, savings in thermal energy used for drying raw materials (biomass) are achieved. As a result, the energy efficiency of the pyrolysis unit with a solar air collector increases by 15÷20%.

Keywords: bioenergy, biofuel, pyrolysis, pyrofuels, pyrogas, pyrocoal, pyroliquid, biomass, bioreactor, flat solar air collector, drying chamber.

Kirish

Jahonda hozirgi kunda, bioenergetika sohasida piroliz texnologiyasi ham shiddat bilan rivojlanib bormoqda. So'nggi o'n yil ichida ushbu sohada tadqiqot ishlarining ko'payishi natijasida ekologiyaga zarar keltiradigan oddiy va murakkab chiqindilarni o'rganish va ular ustida murakkab pirolitik jarayonlarni qo'llash ishlari jadal tus olmoqda. Masalan, dunyoning bir nechta olimlari tomonidan piroliz jarayonlari bo'yicha keng ko'lamda ishlar olib borilgan: Luo va boshqalar (2022), 5 kVtli quyosh simulyatori yordamida past zichlikdagi polietilenning fototermik katalitik pirolizini ko'rib chiqdi. Ular reaktor harorati 500 °C dan past bo'lgan reaktor yoqilg'isiga o'xshash H₂ ga boy

bo'lgan gaz va suyuq mahsulotlarni ishlab chiqarish bo'yicha tadqiqotlar olib borishdi. Chintala va boshqalar (2017) urug'larni quyosh-issiqligi yordamida piroliz jarayonlarida qo'llagan holda bioyoqilg'i ishlab chiqarishda muvaffaqiyatli tajribalar olishgan. Joarder va boshqalar (2017), quyosh-issiqlik pirolizining amaliy muammolari ustida ishlashgan. Ghenai va boshqalar (2022), havosiz muhitda chiqindi yog'ochlarni bioyoqilg'iga piroliz qilish uchun parabolik kollektordan foydalangan. Zeaiter va boshqalar (2018) chiziqli Fresnel reflektorlari tomonidan boshqariladigan quyosh piroliz reaktorini tasvirlab berdilar [1].

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 22-avgustdagi "Iqtisodiyot tarmoqlari va ijtimoiy sohaning energiya samaradorligini oshirish, energiya tejovchi texnologiyalarni joriy etish va qayta tiklanuvchi energiya manbalarini rivojlantirishning tezkor chora-tadbirlari to'g'risida"gi PQ-4422-sonli qarorlarida hamda O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2022-yil 21-sentabrdagi "Qayta tiklanuvchi energiya manbalari qurilmalarini ishlab chiqarishni jadallashtirish to'g'risida"gi 518-sonli qarorlarida respublikamizning iqtisodiyot tarmoqlari va ijtimoiy sohasida energiya tejamkorligini ta'minlashga qaratilgan keng qamrovli chora-tadbirlar belgilab berilgan [2, 3]. Biomassa energiyasi ham qayta tiklanadigan energiya manbai hisoblanib, piroliz texnologiyasi asosida uch xil turdagi muqobil bio-yoqilg'ilar olish imkoniyati mavjud. Mamlakatimizda, piroliz texnologiyasi uchun foydalanish mumkin bo'lgan xomashyo(biomassa)ning hajmi va turlari yetarlicha. O'zbekistonda rivojlangan chorvachilik, parrandachilik va tez sur'atlarda ko'paytirilayotgan pavlovniya daraxti hamda mintaqada ko'p tarqalgan qamish o'simligi sharoitidan kelib chiqqan holda, eng ko'p uchraydigan o'simliklar xususiyati tahlil qilindi.

Usul va materiallar

Dunyoda yetishtiriladigan milliardlab qoramol katta miqdorda go'ng ishlab chiqaradi: bir bosh qoramol kuniga 10÷20 kggacha go'ng ishlab chiqaradi. Go'ngning 25% dan ko'p bo'lmagan qismi, organik o'g'it sifatida ishlatilsa, qolgan katta qismi nazoratsiz ravishda parchalanadi. Atrof-muhitga tarqaliyotgan zararli hidli chiqindilar (NH_3 , H_2S) havoning buzilishiga va o'zidan issiqlik chiqishi evaziga issiqxona gazlari (CH_4 , CO_2 va N_2O) hamda azot oksidlarining tarqalishi orqali ekologiyaga zarar yetkazadi [4]. Go'ngdan energiya olishning turlari: to'g'ridan-to'g'ri yoqish, anaerob bijg'itish orqali biogaz olish va piroliz jarayonini qo'llab, qimmatli piro-mahsulotlar – piroko'mir, pirosoyuqlik va pirogazga termokimyoviy aylantirish jarayonlarini o'z ichiga oladi. Mol go'ngining tarkibiy sifat ko'rsatkichlari tahlili 1-jadvalda keltirilgan [5].

1-jadval

Mol go'ngining kimyoviy tarkibi

Sifati	Suv (%)	C (%)	N (%)	Noorganik N (%)	P (%)
Yangi	57,1	12,6	14,2	2,4	3,8
Eski	33,6	12,6	21,0	1,2	7,4
Yangi	73,1	8,9	8,4	2,6	2,6
Eski	38,4	8,2	15,2	0,6	6,0

Parrandalarni, ayniqsa Broyler tovuqlarini yetishtirish butun dunyoda sezilarli darajada o'sib bormoqda va ulardan chiqayotgan go'ng chiqindilaridan samarali foydalanish darajasi oshib bormoqda. Hamda, parranda go'ngida past namlik va yuqori issiqlik qiymati bilan boshqa biomassa mahsulotlaridan sezilarli darajada ajralib turadi. Parranda go'ngi tez qurishi, maydalash osonligi va uglerodning ko'pligi jihatidan ham ustun hisoblanadi.

So'ngi yillarda, O'zbekistonda ham parrandachilik sohasi keskin rivojlanib bormoqda. Ma'lumot sifatida, 2022-yil holatiga ko'ra, O'zbekistonda 1200 dan ortiq yirik parrandachilik fermalari faoliyat ko'rsatmoqda. Parrandachilik sanoatidan chiqayotgan asosiy chiqindi manbalaridan biri – parranda go'ngi hisoblanadi [6]. Statistika ma'lumotlariga ko'ra bir dona tovuq

oyiga o'rtacha 3÷5 kg go'ng ishlab chiqaradi [7]. Tovuq go'ngining tarkibini tahliliy o'rganish natijasida 2-jadval shakllantirildi [8].

2-jadval

Tovuq go'ngining kimyoviy tarkibi

Kimyoviy ko'rsatkichlar	Biomassa turi		Hovalar		
	Tovuqning yangi go'ngi	Tovuqning eski go'ngi	[9]	[10]	[11]
C	21,12 %	31,20 %	44,70 %	407,4 g/kg	22,70 %
N	5,52 %	4,34 %	24,30 %	55,7 g/kg	2,40 %
Namlik	39,73 %	28,26 %	-	-	-
Oqsil	34,5 %	27,13 %	-	-	-

Tovuq go'ngining tajriba sifatida olishdan maqsad: tovuq go'ngida namlik past bo'lganligi piroliz jarayoni uchun mos keladi. Chunki, tanlangan xomashyoning namlik miqdori piroliz jarayonini tezlashtirish uchun 20÷30% atrofida bo'lishi va bu ko'rsatkichni 10% gacha tushurish jarayonning optimal bo'lishini taminlaydi [12].

Qamish - boshqodoshlarga mansub ko'p yillik ildizpoyali o'simlik bo'lib, O'zbekistonda oddiy, eng ko'p uchraydigan (*Phragmites communis Trin.*) turi tarqalgan. Poyasi tik o'sadi, bo'yi 3–5 metrgacha yetadi. Iyul-oktabr oylarida gullab, mevalaydi. Bir to'p gulida 50÷100 mingta don (meva) tugadi, urug'i shamol va suv orqali tarqaladi va namlik joylarida tez ko'payadi. Botqoqli hududlarda va zovur yoqalarida ko'p uchraydi, aholi orasida chayla va uy tomlarini yopishda, hammom uchun mo'ljallangan oyoq kiyimlar (shippak) to'qishda keng foydalaniladi [13]. Qamishning tarkibiy sifat ko'rsatkichlarining adabiyotlar tahlili natijasi 3-jadvalda keltirilgan.

3-jadval

Qamishning kimyoviy tarkibi

Qamish				
Sellyuloza (%)	Lignin (%)	Polisulfat (%)	Parafin, yog', sentitik yopishqoq modda, (%)	Mineral moddalar, (%)
42,51÷45,04	22,09÷23,88	23,88÷27,217	1,15÷5,63	4,72÷5,63

Piroliz jarayoni yordamida 700 °C harorat ta'siri ostida qamish qayta ishlanganda 21,64 Mj/kg gacha kaloriyaga ega sifatli pirosumuqliklar olingan.

Tadqiqot obyekti sifatida qamish tanlab olinganining sababi shundaki turli xil suvlarda, jumladan, chuchuk suvda ham yuqori sho'rlangan suvda ham o'sish unumdorligi yuqori, hamda tabiatda ko'p tarqalganligi va qishloq xo'jaligi ekinlari (ayniqsa, bug'doy, arpa, sholi, paxta, guruch va boshqalar) orasida tez-tez uchrab, ularning unumli rivojlanishiga zarar keltirganligi uchun undan unumli foydalanib qayta ishlashdan iborat.

Bioenergetika sanoatining kelajagi ko'p jihatdan biomassa zaxirasining mavjudligiga bog'liq. Pavlovniya daraxtlarining yuqori biomassa hosildorligi haqida ko'p ma'lumotlar berilgan [14, 15]. Dunyo mamlakatlarida, pavlovniya o'simligidan asosan, yog'och ishlab chiqarish uchun foydalaniladi [16]. Pavlovniyaning asosiy vatani Xitoy va Sharqiy Osiyo bo'lib, bu mintaqada ularning rivojlanishi oson va tez o'sadigan daraxtlar qatoriga kiradi [17]. Bu esa, piroliz jarayonida uni qayta ishlab, yoqilg'i olishni yo'lga qo'yishga mos keladi [18, 19]. Pavlovniya tarkibiy sifat ko'rsatkichlarining o'rganishlar natijasi 4-jadvalda keltirilgan [18].

Pavlovniya biomassasi uchun kul miqdori 1,51 dan 1,96% gacha, poyasida 0,02 dan 0,23% gacha, po'stlog'ida esa 0,13 dan 2,89 % gacha o'zgarganligi aniqlangan. Kullik miqdori ko'p bo'lsada yalpi issiqlik miqdorining balandligi bilan boshqa biomassa mahsulotlaridan ajralib turishi baholangan [20].

Hozirgi kunda, O'zbekistonda ham pavlovniya daraxtidan yog'och olish maqsadida ko'paytirishga alohida e'tibor qaratilmoqda. Vazirlar Mahkamasining 2020-yil 27-avgustdagi "Respublikada tez o'suvchi va sanoatbop pavlovniya daraxti plantatsiyalarini barpo qilish chora-tadbirlari to'g'risida"gi qarori asosida mamlakatimiz tuproq-iqlim sharoitidan kelib chiqib, suv tanqis va yer osti suvlari 30 metrdan pastda joylashgan foydalanilmayotgan zaxira maydonlari hamda o'rmon fondining suv tanqis yoki tuprog'i sho'r bo'lgan yerlarida pavlovniya plantatsiyalarini tashkil etish ko'zda tutilgan. Pavlovniya daraxti juda tez o'suvchi o'simlik bo'lgani bois, yerga ekilgan nihol bir yilda 2,5÷5 metrgacha o'sadi. O'zbekistonda ham pavlovniyaning "Shang Tong" nomli gibrid navi jadal tarzda iqlimlashtirilmoqda [21].

4-jadval

Pavlovniya daraxtining kimyoviy xususiyatlari

Pavlovniya (Shang Tong)								
Ko'rsatkichlar (%)	C, (%)	H, (%)	O, (%)	N, (%)	S, (%)	Kullik (%)	Yalpi kaloriya qiymati, Mj/kg	Sof kaloriya qiymati, Mj/kg
	49	5,8	44	0,2	0,05	1,1	19,6	18,3

Biomassa sifatida pavlovniya daraxtining tanlab olinishining asosiy sababi, xomashyoning kaloriyaviy qiymati yoqilg'i tarkibidagi uglerod va vodorodning suv va karbonat anhidridga miqdoriy konsentratsiyaviy jihatdan bog'liq bo'lganligi sababli, issiqlik qiymati yoqilg'ining kimyoviy tarkibiga bog'liqligini ta'kidlash mumkin.

Piroliz jarayonida xomashyo sifatida tanlab olingan har bir mahsulotni piroliz reaktoriga yuklashdan oldin quritish talab qilinadi. Agar, xomashyo quritilmasdan foydalanilsa jarayonning sifat ko'rsatkichlariga salbiy ta'sir qiladi. Mahsulotni tabiiy va sun'iy ravishda quritish imkoni mavjud. Tabiiy holatda quritish uchun quyosh nurlari ostida ya'ni oftobda quritish mumkin. Bu esa bir muncha noqulayliklarni olib keladi, jumladan: 1) ko'p vaqt talabi; 2) quyosh nurlarining doimiyligi 3) quritish darajasini boshqara olmaslik.

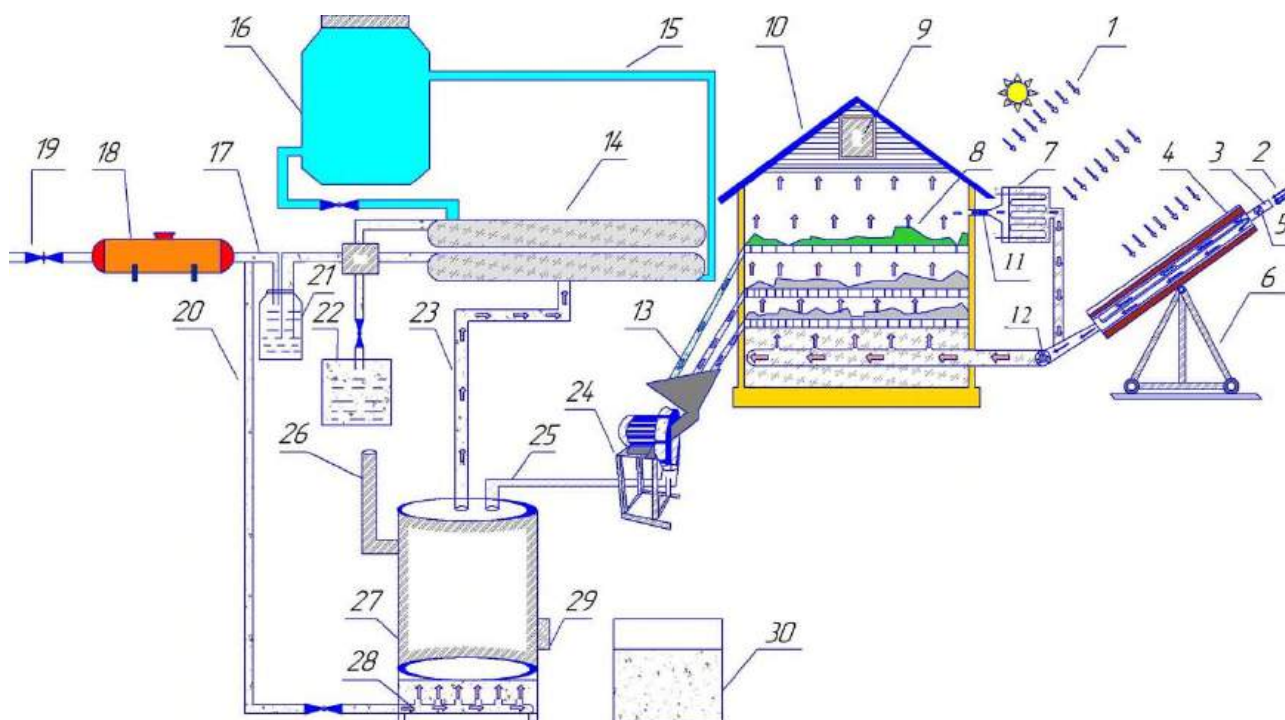
Quritish apparatlari yordamida quritilganda sun'iy holatda quritishga kiradi. Piroliz jarayoni uchun tanlab olingan biomassa mahsulotlarini sun'iy usulda talab qilingan namlik me'yorigacha quritiladi.

Biomassani quritish jarayonida yoqilg'i-energiya resurslarini tejash maqsadida, yassi quyosh havo kollektorli kichik piroliz qurilmasining texnologik sxemasi ishlab chiqildi (1-rasm).

Ushbu qurilmada quritish kamerasida quritilgan biomassa dozator yordamida maydalanib bioreaktorga uzatiladi. So'ngra, bioreaktor yordamida mahsulotga talab qilingan issiqlik ta'sir ettirilib yordamchi qurilmalar yordamida piroyoqilg'ilarga ajratib olinadi.

Yassi quyosh havo kollektorini quritish kamerasida qo'llanilishi natijasida biomassaning namlik ko'rsatkichlarini (20÷30%) piroliz texnologiyasida talab darajasigacha tushurish orqali jarayonning to'xtovsiz davom etishi, reaktordagi issiqlik yuklamasini kamaytirish hamda sifatli piroyoqilg'ilarni olishga erishiladi.

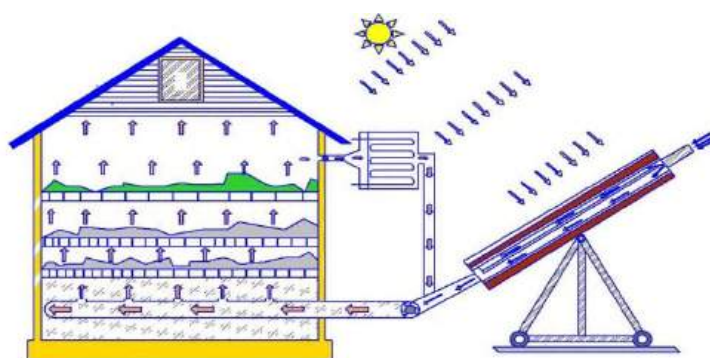
2-rasmda quyosh kollektorli kichik piroliz jarayonida yassi quyosh havo kollektorini biomassani quritish kamerasida qo'llash sxemasi keltirilgan. Bu qurilmaning ishlash prinsipi quyidagicha: quyoshning zarrin nurlari yassi quyosh havo kollektorining (4) yuzasiga singishi natijasida issiq havo quritish kamerasiga uzatiladi (10). Quritish kamerasiga uzatilgan issiq havo o'rnatilgan uchta tarelkaga joylangan biomassa qatlamlariga uzatiladi. Quritish kamerasidagi qolgan issiqlikning harorati kalorifer (7) yordamida ikkinchi bor qizdirilib ventilyator (12) yordamida qo'shimcha issiqlik yana uzatiladi. Bu esa quritish kamerasidagi biomassa qurishi uchun zarur bo'lgan issiqlik yuklamasini oshishiga va uning tez hamda sifatli qurishiga olib keladi.



1-rasm. Yassi quyosh havo kollektorli kichik piroliz qurilmasining sxemasi:

1-quyosh nurlari; 2-havo; 3-havo kirish yo'li; 4-yassi quyosh havo kollektori; 5-havoni nazorat qilgich; 6-harakatlanadigan tayanch; 7-kalorifer; 8-xomashyo; 9-nam havo chiqish darchasi; 10-quritish kamerasi; 11-adsorber; 12-ventilyator; 13-xomashyo tushish yo'li; 14-sovitish tizimi; 15-suv yo'li; 16-suv baki; 17-pirogaz; 18-gazgolder; 19-ventil; 20-piroliz kamerasiga pirogazning borish yo'li; 21-filter; 22-pirosuyuqlik; 23-bug'-gaz aralashmasi; 24-dozator; 25-maydalangan xomashyoning piroliz reaktoriga borish yo'li; 26-tutin mo'risi; 27-piroliz reaktori; 28-gorelka; 29-xomashyodan piroko'mir olish joyi; 30-piroko'mir saqlash idishi.

Xomashyoni namlik miqdorini kamaytirish uchun quritish kamerasining hajmi $m=50$ kg yuklamadagi mahsulot uchun aniqlandi.



2-rasm. Quyosh kollektorli kichik piroliz jarayonida yassi quyosh havo kollektorini biomassani quritish kamerasida qo'llash sxemasi.

Quritish kamerasini shakli parallelopiped bo'lganligi sabab, uning hajmi quyidagicha topiladi:

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{10}{200} = 0,25 \text{ m}^3.$$

Tanlangan xomashyo sonining ixtiyoriyligini oshirish uchun $\rho=200 \frac{kg}{m^3}$ ($\rho=200 \div 400 \frac{kg}{m^3}$) deb olindi. Quritish kamerasining asoslari $a = 0,5$ m, $b = 0,5$ m deb tanlandi va bu qiymatlar orqali uning balandligi h aniqlandi: $h = \frac{S}{V} = \frac{a \cdot b}{V} = \frac{0,5 \cdot 0,5}{0,25} = 1$ m.

Quritish kamerasining $m=50$ kglik biomassa uchun beradigan issiqlik miqdori aniqlandi: bunda, haroratlar farqi mintaqa sharoitidan kelib chiqqan holda oʻrtacha $\Delta t = 50$ °C deb olindi

$$Q_{qk} = c \cdot m \cdot \Delta t = 2,5 \cdot 50 \cdot 50 = 6250 \text{ kJ.}$$

5-jadval

Quritish kamerasining asosiy koʻrsatkichlari

T/r	Parametrlar nomlanishi	Belgilanishi	Birligi	Qiymati
1.	Quritish kamerasining hajmi	S_1	m^2	0,25
2.	Quritish kamerasining tarelkalar soni	n	ta	3,0
3.	Harorat rejimi	t	°C	50
4.	Issiqlik yuklamasi	Q_{qk}	kJ	6250
5.	Ishlab chiqarish unumdorligi	G	$\frac{kg}{sutka}$	30÷40
6.	Quritish kamerasidagi bosim	P	MPa	0,1
7.	Havo oqimi tezligi	v	$\frac{m}{s}$	0,1÷0,5

Quritish kamerasi uchun foydalanilayotgan yassi quyosh havo kollektorining beradigan issiqlik yuklamasi aniqlandi. Yassi quyosh havo kollektorini foydali ish koeffetsienti 0,4÷0,6 boʻlib, yuzasi $F = 4 \text{ m}^2$ li yassi quyosh havo kollektori tanlandi hamda u orqali quyosh nurlanish energiyasi $q_{q.n.e} = 800 \div 1000 \frac{Vt}{m^2}$ boʻlganda $Q_{max} = 2,0 \text{ kVt}$ issiqlik olish mumkin. Yassi quyosh havo kollektori $Q_{qk} = 1 \text{ kVt} \cdot \text{soat} = 3600 \text{ kJ}$ issiqlik beradi, bunda 2 soat ichida oʻrtacha 7200 kJ issiqlikni berish orqali quritish kamerasidagi yuklangan biomassaga zarur boʻlgan issiqlik yuklamasini qoplab bera oladi.

6-jadval

Yassi quyosh havo kollektorining asosiy koʻrsatkichlari

T/r	Parametrlar nomlanishi	Belgilanishi	Birligi	Qiymati
1.	Kollektorning umumiy yuzasi	S_1	m^2	4,2
2.	Absorber yuzasi	S_2	m^2	4,0
3.	Foydali ish koeffetsienti	η	%	40÷60

Bioreaktor hajmi, oʻrtacha 10 kg lik mahsulot (xomashyo, biomassa) uchun moʻljallandi:

$$m_b = 10 \text{ kg}$$

Bioreaktor Ø200 silindirsimon quvurdan yasaldi: Shu sabab, $d = 200 \text{ mm} = 0,2$ m.

Bioreaktor uchun tanlangan biomassa zichligi oʻrtacha $\rho=350 \frac{kg}{m^3}$ ($\rho=200 \div 400 \frac{kg}{m^3}$) deb olindi.

Xomashyoning massasi va zichlik qiymatlaridan reaktorning hajmini aniqlab olamiz:

$$V = m / \rho = 10 / 350 = 0,03 \text{ m}^3$$

Aniqlangan hajm qiymatidan reaktorimizning balandligini aniqlaymiz:

$$\text{Silindrning hajm formulasi: } V = ((\pi d^2) / 4) \cdot h$$

$$\text{Bunda, } h = (4 \cdot V) / (\pi d^2) = (4 \cdot 0,03) / (3,14 \cdot 0,2^2) = 0,95 \approx 1,0 \text{ m deb olindi.}$$

Bioreaktor piroliz jarayonidagi sarf qilinadigan issiqlik yuklamasi: bunda haroratlar farqi maksimal $\Delta t = 500$ °C deb tanlandi, tanlab olingan xomashyoning issiqlik sigʻimi oʻrtacha piroliz

jarayoni uchun zarur bo'lgan xomashyo namlik qiymati $20 \div 30 \%$ bo'lganda $c_m = 2,5 \text{ kJ/(kg} \cdot ^\circ\text{C)}$ deb olindi. Bunda, $Q_p = c \cdot m \cdot \Delta t = 2,5 \cdot 10 \cdot 500 = 12500 \text{ kJ}$.

7-jadval

Bioreaktorning asosiy ko'rsatkichlari

T/r	Parametrlar nomlanishi	Belgilanishi	Birligi	Qiymati
1.	Bioreaktor hajmi	V_{reak}	m^3	0,03
2.	Bioreaktorning issiqlik almashinuv yuzasi	$F_{reak.tub}$	m^2	0,06
3.	Bioreaktor balandligi	h	m	1,0
4.	Bioreaktor materialining issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti	$\lambda_{r.m}$	$\frac{W}{(m \cdot ^\circ\text{C})}$	50
5.	Bioreaktorning tashqi diametri	d_1	m	0,2

Xulosa

An'anaviy muqobil yoqilg'ilar olish uchun mo'ljallangan kichik piroliz qurilmasining energiya samaradorligini oshirish maqsadida, quyosh havo kollektorli kichik piroliz qurilmasining texnologik sxemasi ishlab chiqildi. Taklif qilingan quyosh havo kollektorli piroliz qurilmasini amalda qo'llanilishi natijasida, xomashyo (biomassa)ni quritish uchun sarflanadigan issiqlik energiyasi tejalishiga erishiladi. Natijada, quyosh havo kollektorli piroliz qurilmasining energiya samaradorligi $15 \div 20\%$ ga ortadi.

Adabiyotlar

- [1] Raxmatov D.T. Piroliz va quyosh issiqligi yordamida organik chiqindilardan bioyoqilg'i olish texnologiyasi // Energiya va resurs tejash muammolari, 2024. Maxsus son (№85) 309-317 b.
- [2] <https://lex.uz/docs/4486125>.
- [3] <https://davlatdasturi.uz/uz-Latn/stateProgram?year=2022>.
- [4] Muhammad U. Khan, Muhammad Ahmad, Muhammad Sultan, Ihsanullah Sohoo, Prakash C. Ghimire, Azlan Zahid, Abid Sarwar, Muhammad Farooq, Uzair Sajjad, Peyman Abdeshehian and Maryam Yousaf, Biogas Production Potential from Livestock Manure in Pakistan, Sustainability 2021, 13, 6751. <https://doi.org/10.3390/su13126751>.
- [5] Manitoba Agriculture, Food and Rural Development agrienv@gov.mb.ca manitoba.ca/agriculture.
- [6] <https://press.begarat.ru/novosti-uzbekistan/vystavka-uz/uzfood/ptitsevodstvo-v-yzbekistane-rastushchaya-otrasl-uz/>.
- [7] https://en.wikipedia.org/wiki/Chicken_manure.
- [8] Gobind Singh, M. R. Shamsuddin, Aqsha and S. W. Lim, Characterization of Chicken Manure from Manjung Region, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 458 (2018) 012084, doi:10.1088/1757-899X/458/1/012084.
- [9] Lee, J., et al., Enhancement of energy recovery from chicken manure by pyrolysis in carbon dioxide. J Clean Prod, 2017. 164: p. 146-152.
- [10] Faridullah, et al., Characterization of trace elements in chicken and duck litter ash. Waste Manag, 2009. 29(1): p. 265-271.
- [11] Ravindran, B., et al., Assessment of nutrient quality, heavy metals and phytotoxic properties of chicken manure on selected commercial vegetable crops. Heliyon, 2017. 3(12): p. e00493.

-
- [12] Bridgwater AV, Meier D, Radlein D. An overview of fast pyrolysis of biomass. *Organic Geochemistry*. 1999;30:1479-1493.
- [13] <https://uz.wikipedia.org/wiki/Qamish>.
- [14] Q. Wang, J.F. Shogren, Characteristics of the crop-paulownia system in China, *Agric. Ecosyst. Environ.* 39 (1992), 145–152.
- [15] H. Kalaycioglu, I. Deniz, S. Hiziroglu, Some of the properties of particleboard made from Paulownia, *J. Wood Sci.* 51 (2005), 410–414.
- [16] D. Drvodelić, M. Oršanić, V. Paulić, Utjecaj ektomikorize i huminskih kiselina na morfološke značajke jednogodišnjih sadnica hibrida Paulownia tomentosa x Paulownia fortunei, *Šum. list* 140 (2016), 327–337.
- [17] S. Ayan, A. Sivacioglu, N. Bilir, Growth variation of Paulownia Sieb. and Zucc. species and origins at the nursery stage in Kastamonu-Turkey, *J. Environ. Biol.* 27 (2006), 499–504.
- [18] V.H. Durán Zuazo, J.A. Jiménez Bocanegra, F. Perea Torres, C. Rocío Rodríguez Pleguezuelo, J. R. Francia Martínez, Biomass Yield Potential of Paulownia Trees in a Semi-Arid Mediterranean Environment (S Spain), *Int. J. Renew. Energy Res.* 3 (2013), 789–793.
- [19] J. Berdón Berdón, A. J. Montero Calvo, L. Royano Barroso, A. I. Parralejo Alcobendas, J. González Cortés, Study of Paulownia's Biomass Production in Mérida (Badajoz), Southwestern Spain, *Environment and Ecology Research* 5(2017), 521–527.
- [20] Dinko Vusić, Matija Migalić, Željko Zečić, Marija Trkmić, Antonija Bešlić, Damir Drvodelić, FUEL PROPERTIES OF PAULOWNIA BIOMASS, provided by University of Zagreb Repository.
- [21] Mamasodiqov Sodiqjon Mahmudjon o'g'li, Sobirjonova Nigina G'afurjon qizi, Pavloniya daraxtini O'zbekistonda iqlimlashtirish istiqbollari, *Международный научный журнал № 3 (100), часть 1 «Новости образования: исследование в XXI веке» октябрь, 2022 г.*

УДК: 621.311.1

РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОГО СОСТАВА ОБОРУДОВАНИЙ В ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ, РАБОТАЮЩИХ НА ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ЭНЕРГОРЕСУРСАХ

Гайибов Тулкин Шерназарович¹ – доктор технических наук, профессор,
ORCID: 0000-0003-3619-2844, E-mail: tulgayibov@gmail.com
Тошев Тажиддин Унгбоевич² – старший преподаватель,
ORCID: 0000-0001-9260-5151, E-mail: tojiddin20.02.85@gmail.com

¹Ташкентский государственный технический университет, г. Ташкент, Узбекистан

²Каршинский инженерно-экономический институт, г. Карши, Узбекистан

Аннотация. В современных условиях интенсивного повышения электропотребления во всех сферах человеческой деятельности, ограниченности запаса углеводородного топлива, а также остроты экологических проблем энергетики требуется разработка и внедрение более эффективных методов строительства и эксплуатации электростанций, работающих на возобновляемых энергоресурсах, в первую очередь, на энергии солнца и ветра. Проектирование автономных гибридных систем со станциями, использующими такие энергоресурсы, предусматривает, в частности, выбор оптимального состава основного оборудования. Несмотря на существование в настоящее время ряд разработок по решению этой проблемы, вопросы их усовершенствования посредством учета всех ограничивающих и влияющих факторов, повышения точности оптимизации, остается актуальной задачей. В данной работе предлагается эффективная математическая модель и алгоритм выбора оптимального состава оборудования в автономных гибридных системах, содержащих солнечные и ветровые станции, а также аккумуляторных батарей, с учетом всех факторов. Предлагаемый алгоритм предусматривает решение задачи приведением её к задаче линейного программирования и использованием симплексного метода. Приведены результаты исследования эффективности предложенной модели и алгоритма оптимизации. По результатам выполненных расчетных экспериментов выявлено, что предложенная модель и алгоритм оптимизации состава оборудования в автономной гибридной системе обладает хорошим вычислительным качеством и высокой точностью расчета.

Ключевые слова: оптимизация, математическая модель, алгоритм, автономная система, гибридная система, фотоэлектрическая станция, ветровая электростанция, солнечный модуль, ветровой агрегат, капиталовложение, эксплуатационные затраты.

UO‘K: 621.311.1

QAYTA TIKLANUVCHI ENERGIYA MANBALARIDA ISHLOVCHI ELEKTR STANSIYA JIHOZLARINING OPTIMAL TARKIBINI TANLASH

Gayibov Tulkin Shernazarovich¹ – texnika fanlari doktori, professor,
Toshev Tajiddin Ungboyevich² – katta o‘qituvchi,

¹Toshkent davlat texnika universiteti, Toshkent sh., O‘zbekiston

²Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti, Qarshi sh., O‘zbekiston

Annotatsiya. Hozirgi inson faoliyatining barcha sohalarida elektr iste’molining yuqori suratlarda oshib borishi, uglevodorod yoqilg‘isi zahirasiining cheklanganligi, shuningdek,

energetikaning ekologik muammolarini dolzarbligi sharoiti qayta tiklanuvchan energiya resurslari, birinchi navbatda, quyosh va shamol energiyasida ishlovchi elektr stansiyalarini qurish va ishlatishni yanada samarali usullarini ishlab chiqish va joriy etishni talab etadi. Bunday turdagi energiya resurslari asosida ishlovchi elektr stansiyalariga ega bo'lgan avtonom gibrid tizimlarni loyihalashtirish, jumladan, asosiy jihozlarning optimal tarkibini tanlashni ko'zda tutadi. Hozirgi davrda ushbu masalani yechishning bir qator usullari mavjud bo'lishiga qaramasdan, ularni barcha cheklovchi va ta'sir etuvchi faktorlarni e'tiborga olish, optimallashtirishning aniqligini oshirish orqali takomillashtirish dolzarb masala hisoblanadi. Ushbu ishda tarkibida quyosh va shamol stansiyalari hamda akkumulyator batareyalari mavjud bo'lgan avtonom gibrid tizimlarda jihozlarning optimal tarkibini barcha omillarni e'tiborga olib tanlash masalasining samarali matematik modeli va uni yechish algoritmi taklif etilgan. Taklif etilgan model va optimallashtirish algoritmining samaradorligini tadqiqi natijalari keltirilgan. Amalga oshirilgan hisoblash tajribalarining natijalari asosida avtonom gibrid tizimda jihozlarning optimal tarkibini tanlashning taklif etilgan model va algoritmi yaxshi hisoblash sifatleri va yuqori hisoblash aniqligiga ega ekanligi aniqlangan.

Kalit so'zlar: *optimallashtirish, matematik model, algoritim, avtonom tizim, gibrid tizim, fotoelektr stansiyasi, shamol elektr stansiyasi, quyosh moduli, shamol agregati, kapital xarajat, ishlatish xarajatlari.*

UDC: 621.311.1

DEVELOPMENT OF METHODS FOR SELECTING THE OPTIMAL COMPOSITION OF EQUIPMENT IN POWER PLANTS OPERATING WITH RENEWABLE ENERGY RESOURCES

Gayibov, Tulkin Shernazarovich¹ – Doctor of Technical Sciences, Professor

Toshev, Tajiddin Ungboyevich² – Senior Lecturer

¹Tashkent State Technical University, Tashkent city, Uzbekistan

²Karshi Engineering-Economics institute, Karshi city, Uzbekistan

Abstract. *In modern conditions of intensive increasing the electricity consumption in all spheres of human activity, limited hydrocarbon fuel reserves, as well as the severity of environmental problems in the energy sector require the development and implementation of more effective methods for the construction and operation of power plants in basis of renewable energy resources, primarily solar and wind energy. The design of autonomous hybrid systems with stations using such energy resources involves, in particular, the selection of the optimal composition of the main equipment. Despite the current existence of a number of developments to solve this problem, the issues of improving them by taking into account all limiting and influencing factors, increasing the accuracy of optimization, remains an urgent task. This paper proposes an effective mathematical model and algorithm for selecting the optimal composition of units in autonomous hybrid systems containing solar and wind stations, as well as batteries, taking into account all factors. The proposed algorithm involves solving the problem by reducing it to a linear programming problem and using the simplex method. The results of a study of the effectiveness of the proposed model and optimization algorithm are presented. Based on the results of the calculation experiments performed, it was revealed that the proposed model and algorithm for optimizing the composition of equipment in an autonomous hybrid system has good computational quality and high calculation accuracy.*

Keywords: *optimization, mathematical model, algorithm, autonomous system, hybrid system, photovoltaic station, wind power station, solar module, wind unit, capital investment, operating costs.*

Введение

В современных условиях интенсивного повышения нагрузок электропотребления во всех сферах человеческой деятельности, ограниченности запаса традиционных углеводородных энергоресурсов, а также остроты проблемы охраны окружающей среды, особо важным является увеличение доли возобновляемых источников энергии в общем энергетическом балансе. Комплексное решение этой задачи требует, в частности, определения эффективных методов производства электроэнергии на основе использования возобновляемых энергоресурсов. Эффективность при этом, в первую очередь, определяется рациональным проектированием электростанций, использующих такие виды энергоресурсов, посредством оптимизации состава оборудования.

В данной работе рассматривается задача выбора состава оборудования в автономной гибридной энергосистеме, содержащей солнечной и ветровой станций (СФЭС и ВЭС), а также аккумуляторной батареей.

В существующей литературе приведены ряд разработок, в частности [1-7], посвященные к решению данной проблемы. Такие разработки, несомненно, внесли большой вклад в развитии теории и методов выбора оптимальной конфигурации оборудования в электростанциях, работающих на возобновляемых энергоресурсах.

В [1] даны результаты исследования вопроса выбора оптимальной конфигурации оборудования гибридной системы на основе ветровой и углеводородной установок. Однако, полученные в ней результаты нельзя непосредственно использовать для решения рассматриваемой в данной работе задачи. Работа [2] посвящена проблеме выбора оптимальной конфигурации оборудования на гибридной системе, состоящей из солнечной и ветровой установок, а также аккумуляторной батареи. Даны результаты решения задачи двумя методами искусственного интеллекта – алгоритмом роя частиц и генетическим алгоритмом и, как более эффективный для решения рассматриваемой задачи рекомендован второй алгоритм. Оптимизируемыми параметрами, в соответствии с использованным в этой работе математической модели, являются мощности установок. Поэтому, непосредственное применение описанной в ней модели и алгоритма для выбора состава оборудования в станциях, использующих возобновляемые энергоресурсы, связано с решением дополнительных задач. В [3] исследованы вопросы выбора оптимальной конфигурации гибридных электростанций, работающих на основе возобновляемых энергоресурсов. В работе Lanre Olatomiwa [4] приводятся результаты оценки состава оборудования в автономной гибридной системе, имеющей ветровой, солнечной и дизельной установок, которые служат для энергообеспечения трех учреждений здравоохранения в сельских районах Нигерии. Результаты аналогичных работ по оптимизацию конфигурации гибридной системы, включающей солнечной, ветровой и дизельной станций в районе Саудовской Аравии, даны в [5]. В этих работах не представлены используемые математические модели и методы решения задачи. Важные научные результаты, посвященные эффективному решению рассматриваемой задачи приведены в работе Freire-Gormaly, M, & Bilton, A.M. [6]. В ней приводится математическая модель и алгоритм решения задачи оптимизации конфигурации автономной гибридной системы, содержащей солнечной и ветровой установок с аккумуляторной батареей. Согласно описанному алгоритму задача решается в двух этапах. На первом этапе на основе минимизации целевой функции, представляющую собой функцию вероятности нарушения электроснабжения, определяются различные варианты конфигурации оборудования системы. А на втором этапе минимизацией функции затрат с учетом ограничений по надежности электроснабжения определяют наиболее оптимальный вариант конфигурации. Несмотря на то, что описанный в этой работе метод является более эффективным по сравнению с другими рассмотренными методами для решения рассматриваемой здесь задачи, важным остается усовершенствование описанного метода в направлении повышения точности посредством совместного решения задач рассматриваемых

отдельно в двух этапах. В работе Farzad Ghayoor, Andrew G. Swanson, Hudson Sibanda [7] предложены математическая модель и алгоритм выбора оптимальных размеров систем, имеющих в своем составе солнечной и ветровой установок, параллельно работающих с электроэнергетической системой (ЭЭС). Однако, описанную модель и алгоритм расчета на её основе нельзя использовать для выбора оптимального состава оборудования в автономных гибридных системах.

В связи с этим проблема разработки и внедрения эффективных моделей и алгоритмов оптимизации состава оборудования электростанций работающих на возобновляемых энергоресурсах с учетом всех ограничивающих и влияющих факторов остается актуальной задачей.

В данной работе предлагается новая эффективная математическая модель и алгоритм решения задачи оптимизации состава оборудования в автономной гибридной энергосистеме, содержащей СФЭС, ВЭС и аккумуляторных батарей (АБ), которые являются развитием выполненных работ в этом направлении авторами данного материала [14-16].

Математическая модель и алгоритм оптимизации

Принципиальную схему рассматриваемой автономной гибридной системы можно представить в виде, показанном на рис. 1.

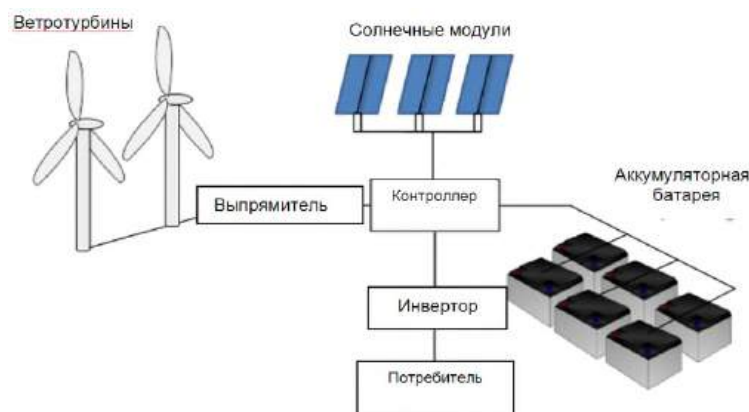


Рис.1. Принципиальная схема автономной гибридной системы, содержащей СФЭС, ВЭС и АБ.

Математическую модель задачи оптимизации состава оборудования автономной гибридной системы, имеющей в своем составе СФЭС, ВЭС и АБ, можно сформулировать в следующем виде:

- минимизировать целевую функцию, представляющую собой общие затраты, связанные с сооружением и эксплуатацией системы в течении расчетного периода T

$$Z = Z_{PV} + Z_W + Z_{BS} + Z_{BOS} = (1 + k_{PV,OM}) \cdot C_{PV} \cdot N_{PV} + (1 + k_{W,OM}) \cdot C_W \cdot N_W + (C_{BS} + C_{BS,rep}) \cdot N_{BS} + Z_{BOS} \rightarrow \min \quad (1)$$

с учетом ограничений:

- по балансу мощности в каждом временном интервале рассматриваемого периода T

$$P_{PV}^{(t)} + P_W^{(t)} + P_{BS}^{dch(t)} = P_L^{(t)} + P_{BS}^{ch(t)}, \quad t = 1, 2, \dots, T; \quad (2)$$

- по допустимой минимальной и максимальной мощностям солнечных модулей и ветровых агрегатов

$$P_{PV}^{\min} \leq P_{PV}^{(t)} \leq P_{PV}^{\max}, \quad t = 1, 2, \dots, T; \quad (3)$$

$$P_W^{\min} \leq P_W^{(t)} \leq P_W^{\max}, \quad t = 1, 2, \dots, T; \quad (3a)$$

- по допустимой минимальной и максимальной зарядной мощностям аккумуляторной батареи

$$0 \leq P_{BS}^{ch(t)} \leq P_{BS}^{ch.max}, \quad t = 1, 2, \dots, T; \quad (4)$$

$$0 \leq P_{BS}^{dch(t)} \leq P_{BS}^{dch.max}, \quad t = 1, 2, \dots, T; \quad (4a)$$

- по допустимой минимальной и максимальной энергиям (ёмкости) заряда аккумуляторной батареи

$$W_{BS}^{(t)min} \leq W_{BS}^{(t)} \leq W_{BS}^{(t)max}, \quad t = 1, 2, \dots, T; \quad (5)$$

где T -число временных интервалов в течении рассматриваемого периода; 3_{PV} , 3_W , 3_{BS} , 3_{BOS} - суммы капиталовложений и эксплуатационных расходов на солнечные модули, ветровых агрегатов, аккумуляторные батареи и другие установки преобразования, управления и регистрации, соответственно; C_{PV} , C_W , C_{BS} - удельные капиталовложения для солнечных модулей, ветровых агрегатов и аккумуляторных батарей; $C_{BS.rep.}$ - удельные капиталовложения, связанные с заменой аккумуляторной батареи; $k_{PV.OM}$, $k_{W.OM}$ - удельные эксплуатационные затраты для солнечной модули и ветрового агрегата, соответственно; N_{PV} , N_W , N_{BS} - числа солнечных модулей, ветровых агрегатов и аккумуляторных батарей; $P_{PV}^{(t)}$, $P_W^{(t)}$, $P_{BS}^{ch(t)}$, $P_{BS}^{dch(t)}$ - суммарная мощность солнечных модулей, ветровых агрегатов и мощности заряда и разряда аккумуляторных батарей в t - м временном интервале рассматриваемого периода, соответственно; $P_{BS}^{ch.max}$, $P_{BS}^{dch.max}$ - допустимые максимальные мощности заряда и разряда аккумуляторной батареи; $W_{BS}^{(t)}$, $W_{BS}^{(t)min}$, $W_{BS}^{(t)max}$ - количество энергии в аккумуляторной батареи в t - м временном интервале, а также её допустимые минимальное и максимальное значения; $W_{BS.отд.}^{(t)}$, $W_{BS.пол.}^{(t)}$ - количество отданной за счет разряжения и полученной за счет заряжения аккумуляторной батареей электроэнергии к t – му временному интервалу.

В результате решения рассматриваемой задачи определяются, в частности, оптимальное число солнечных модулей N_{PV} , ветровых агрегатов N_W и аккумуляторов в батареи N_{BS} . Поэтому, при решении задачи по приведенной математической модели параметры в ограничивающих условиях выразим через эти неизвестные. Мощности солнечных модулей и ветровых агрегатов в t - м временном интервале можно определить как в работе [6] :

$$P_{PV}^{(t)} = R_{sol}^{(t)} \cdot A \cdot N_{PV} \cdot \eta_{PV}^{(t)} \cdot \eta_{El}, \quad (6)$$

$$P_W^{(t)} = (av^{(t)3} + bv^{(t)2} + cv^{(t)} + d) \cdot \eta_W^{(t)} \cdot \eta_{El} \cdot N_W, \quad (6a)$$

где $R_{sol}^{(t)}$ - удельная мощность падающей солнечной радиации; A - площадь поверхности одной солнечной панели; $\eta_{PV}^{(t)}$, $\eta_W^{(t)}$ - КПД солнечной модули и ветрового агрегата в t - м временном интервале; η_{El} - КПД системы электроники, которая служит для обеспечения надежной работы СФЭС и ВЭС, по [8] $\eta_{El}=0,98$; $v^{(t)}$ - скорость ветра в t - м временном интервале; a , b , c , d - постоянные коэффициенты кубического полинома, получаемого в результате аппроксимации зависимости $P_W(v)$, задаваемого производителем, в табличном виде.

Количество энергии в аккумуляторной батареи к t - му временному интервалу $W_{BS}^{(t)}$ можно определить следующим образом:

$$W_{BS}^{(t)} = W_b + \sum_{i=1}^t P_{BS}^{ch(i)} - \sum_{i=1}^t \frac{P_{BS}^{dch(i)}}{\eta_{BS}}, \quad (7)$$

где W_b - остаточная энергия в аккумуляторной батареи в начале рассматриваемого периода, когда $t=0$; $\eta_{BS}^{(i)}$ - КПД аккумуляторной батареи в i - м временном интервале.

С учетом выражений (6) и (6a) ограничений (3) и (3a) можно представить в следующем виде:

$$P_{1PV}^{min} \cdot N_{PV} \leq R_{sol}^{(t)} \cdot A \cdot N_{PV} \cdot \eta_{PV}^{(t)} \cdot \eta_{El} \leq P_{1PV}^{max} \cdot N_{PV}, \quad (3b)$$

$$P_{1W}^{\min} \cdot N_W \leq (av^{(t)3} + bv^{(t)2} + cv^{(t)} + d) \cdot N_W \leq P_{1W}^{\max} \cdot N_W, \quad (3c)$$

где $P_{1PV}^{\min}, P_{1PV}^{\max}, P_{1W}^{\min}, P_{1W}^{\max}$ - минимальная и максимальная допустимые мощности одной солнечной модули и одного ветрового агрегата.

Разделив неравенства (3b) и (3c) на N_{PV} и N_W , соответственно, получим условия, которые не зависят от числа солнечных модулей и ветровых агрегатов. Это показывает, что ограничение (3) и (3a) не влияют на результат решения рассматриваемой задачи. Поэтому в математической модели задачи исключаем эти ограничения.

Ограничения по допустимым минимальным и максимальным зарядным и разрядным мощностям аккумуляторных батарей (4) и (4a) можно представит в следующем виде:

$$0 \leq P_{BS}^{ch(t)} \leq P_{1BS}^{ch,max} \cdot N_{BS}, \quad t = 1, 2, \dots, T; \quad (8)$$

$$0 \leq P_{BS}^{dch(t)} \leq P_{1BS}^{dch,max} \cdot N_{BS}, \quad t = 1, 2, \dots, T, \quad (9)$$

где $P_{1BS}^{ch,max}, P_{1BS}^{dch,max}$ - допустимые максимальные зарядная и разрядная мощности одной аккумуляторной батареи.

По аналогии с полученными выше, ограничение (5) можно описать следующим образом:

$$W_{1BS}^{\min} \cdot N_{BS} \leq W_b + \sum_{i=1}^t P_{BS}^{ch(i)} - \sum_{i=1}^t \frac{P_{BS}^{dch(i)}}{\eta_{BS}^{(i)}} \leq W_{1BS}^{\max} \cdot N_{BS}, \quad t = 1, 2, \dots, T, \quad (10)$$

где $W_{1BS}^{\min}, W_{1BS}^{\max}$ - минимальный и максимальный допустимые значения электроэнергии, которые могут быть накоплены в одном аккумуляторе.

В рассматриваемом случае принимаем, что в конце рассматриваемого периода (когда $t=T$) остаточная электроэнергия в аккумуляторной батарее будет такой же, как в начале периода W_b . В таком случае, для обеспечения выполнения этого условия в число учитываемых ограничений добавляется следующая условия в виде равенства:

$$\sum_{i=1}^T P_{BS}^{ch(i)} - \sum_{i=1}^T \frac{P_{BS}^{dch(i)}}{\eta_{BS}^{(i)}} = 0, \quad (11)$$

где $\sum_{i=1}^T P_{BS}^{ch(i)} = W_{BS,пол.}^{(T)}$ - количество электроэнергии полученная аккумуляторной батареей за

период T за счет зарядки; $\sum_{i=1}^T \frac{P_{BS}^{dch(i)}}{\eta_{BS}^{(i)}} = W_{BS,отд.}^{(T)}$ - количество электроэнергии отданная аккумуляторной батареей за период T за счет разрядки.

В настоящее время нормативный срок службы многих солнечных модулей, ветровых агрегатов и остальных установок преобразования, управления, регистрации и соединения составляет 25 лет [6, 9]. Вместе с тем, нормативный срок службы гелиевых аккумуляторов можно 10 лет. Приведенные к текущим ценам затраты, связанные с заменой аккумуляторной батареи можно определить по формуле

$$C_{BS,rep} = k_{pr,rep} \cdot C_{BS} = \frac{1}{(1 + k_{dis})^n} \cdot C_{BS}, \quad (12)$$

где $k_{pr,rep}$ - коэффициент приведения удельных капиталовложений в будущем к текущим ценам; k_{dis} - коэффициент дисконта, определяющий степень снижения удельных капиталовложений при замене, которой принимают 5,15%; n - порядковый номер года замены аккумулятора от начала его эксплуатации. Соответственно, при приведении удельных капиталовложений для аккумуляторной батареи к 25 лет следует учитывать его замены 2 раза, т.е. в 10-м и 20-м годах эксплуатации, и остаточную стоимость:

$$k_{pr,rep} = \frac{1}{1,0515^{10}} + 0,5 \cdot \left(\frac{1}{1,0515^{20}} + \frac{1}{1,0515^{30}} \right) = 0,9. \quad (13)$$

Таким образом, $C_{BS,rep} = 0,9 \cdot C_{BS}$.

Число аккумуляторов в одной ветви батареи определяется в соответствии с номинальными напряжениями сети U_{net} и одного аккумулятора U_{1BS} :

$$N_{BS.ser.} = \frac{U_{net}}{U_{1BS}}. \quad (14)$$

Получаемое по последней формуле число округляют в большую сторону. Общее число аккумуляторов в батарее определяется перемножением число параллельно соединяемых ветвей с аккумуляторами $N_{BS.par.}$ и число последовательно соединяемых в одной ветви аккумуляторов $N_{BS.ser.}$:

$$N_{BS} = N_{BS.par.} \cdot N_{BS.ser.}. \quad (15)$$

Согласно [9, 10, 13] годовые эксплуатационные расходы для солнечных модулей можно принять 2,5% от капиталовложения. Кроме того, при определении этих расходов следует учитывать коэффициент приведения будущих расходов к текущим ценам, определяемый как в работе [6, 11]:

$$k_{pr.PV} = \frac{(1 + k_{dis})^N - 1}{k_{dis} \cdot (1 + k_{dis})^N} = \frac{1,0515^{25} - 1}{0,0515 \cdot 1,0515^{25}} = 13,88. \quad (16)$$

Таким образом, $k_{PV.OM} = 0,025 \cdot 13,88 = 0,347$.

Эксплуатационные расходы для ветровых агрегатов составляют 0,019-0,027 \$/кВт.ч. В упрощенных расчетах годовые эксплуатационные расходы можно принимать 2% от капиталовложения [9], а коэффициент дисконта 0,0515. В таком случае, коэффициент приведения будущих эксплуатационных затрат к текущим ценам получается таким же, что и для солнечных модулей (16) и соответственно $k_{W.OM} = 0,278$.

Капиталовложение и эксплуатационные расходы для остальных установок Z_{BOS} зависит от их значений для солнечных модулей и ветровых агрегатов. Их можно принять как в [6].

Таким образом, рассматриваемая задача математически формулируется в следующем виде:

Целевая функция

$$Z = 1,847 \cdot C_{PV} \cdot N_{PV} + 1,778 \cdot C_W \cdot N_W + 1,9 \cdot C_{BS} \cdot N_{BS.ser.} \cdot N_{BS.par.} \rightarrow \min; \quad (17)$$

ограничения

$$R_{sol}^{(t)} \cdot A \cdot N_{PV} \cdot \eta_{PV} \cdot \eta_{El} + (av^{(t)3} + bv^{(t)2} + cv^{(t)} + d) \cdot \eta_W^{(t)} \cdot \eta_{El} \cdot N_W -; \quad (18)$$

$$- P_{BS}^{ch(t)} + P_{BS}^{dch(t)} = P_L^{(t)}, \quad t = 1, 2, \dots, T$$

$$0 \leq P_{BS}^{ch(t)} \leq P_{1BS}^{ch.max} \cdot N_{BS.ser.} \cdot N_{BS.par.}, \quad t = 1, 2, \dots, T; \quad (19)$$

$$0 \leq P_{BS}^{dch(t)} \leq P_{1BS}^{dch.max} \cdot N_{BS.ser.} \cdot N_{BS.par.}, \quad t = 1, 2, \dots, T, \quad (19a)$$

$$W_{1BS}^{min} \cdot N_{BS.ser.} \cdot N_{BS.par.} \leq W_b + \sum_{i=1}^t P_{BS}^{ch(i)} - \sum_{i=1}^t \frac{P_{BS}^{dch(i)}}{\eta_{BS}^{(i)}} \leq \quad (20)$$

$$\leq W_{1BS}^{max} \cdot N_{BS.ser.} \cdot N_{BS.par.}, \quad t = 1, 2, \dots, T,$$

$$\sum_{i=1}^T P_{BS}^{ch(i)} - \sum_{i=1}^T \frac{P_{BS}^{dch(i)}}{\eta_{BS}^{(i)}} = 0, \quad (21)$$

При известных графиках падающей солнечной радиации $R_{sol}^{(t)}$ и скорости ветра $v^{(t)}$ полученная задача (17)-(21) приводится к задаче линейного математического программирования. Поэтому для её решения можно использовать симплексный метод. Блок-схема алгоритма решения задачи на основе симплексного метода приведена на рис. 2.

На основе решения задачи находятся оптимальные значения всех $3+2T$ параметров N_{PV} , N_W , $N_{BS.par.}$ и $P_{BS}^{ch(1)}$, $P_{BS}^{ch(2)}$, ..., $P_{BS}^{ch(T)}$, $P_{BS}^{dch(1)}$, $P_{BS}^{dch(2)}$, ..., $P_{BS}^{dch(T)}$. Число солнечных модулей, ветровых агрегатов и параллельных ветвей с конденсаторами определяют округлением

соответствующих N_{PV} , N_W , $N_{BS,par}$ до ближайших целых чисел. Затем, по формуле (15) определяют общее число аккумуляторов в батарее.

Результаты

Эффективность предложенной математической модели и алгоритма исследованы на примере выбора состава солнечных модулей, ветровых агрегатов и аккумуляторных батарей в автономной гибридной системе, обеспечивающей электрического потребителя, работающей с заданным средним суточным графиком нагрузок.

Суточный период представлен восемью характерными временными интервалами. Графики нагрузок потребителя, удельная мощность падающей солнечной радиации, скорость ветра и соответствующие мощности ветрового агрегата, определённые по данным производителя (табл. 2), приведены в таблице 1.

Таблица 1

Графики нагрузок потребителя и удельной мощности падающей солнечной радиации

t , ч.	1	2	3	4	5	6	7	8
P_L , кВт	7,6	12,0	25,6	30,4	23,2	31,2	36,0	13,0
$R_{sol}^{(t)}$, кВт/м ²	0,0	0,0	0,35	0,65	0,75	0,45	0,1	0,0
$v^{(t)}$, м/с	5,5	4,6	4,5	2,4	3,9	4,2	5,3	6,2
$P_W^{(t)}$, кВт	0,125	0,084	0,080	0,000	0,056	0,068	0,115	0,170

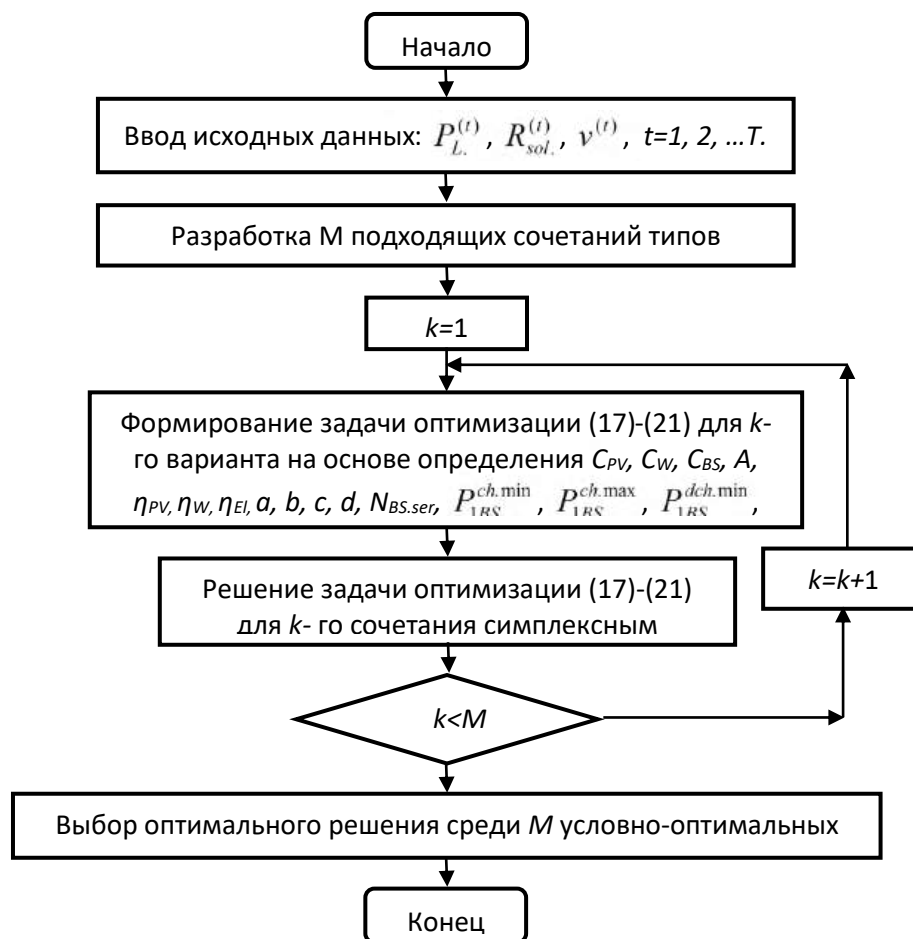


Рис. 2. Укрупненная блок-схема алгоритма оптимизации состава оборудования станций.

В качестве примера выбраны по одному типу солнечного модуля, ветрового агрегата и аккумуляторной батареи.

Параметры выбранного типа солнечного модуля:

Место производства: Anhui, China; Номер модели: SUN410-430 DE21M; Тип: PERC, Shingled Solar Panel, монокристаллический кремний; срок службы: 25 лет; максимальная мощность: $P_{1PV}=415$ Вт; размер поверхности панели: 1723x1134 мм; эффективность: 20%; удельная стоимость: $C_{1PV}=0,19$ \$/Вт.

Параметры типа ветрового агрегата:

Модель: SWG EW-1000; номинальная мощность: 1 кВт; скорость начала генерации энергии: 3,5 м/с; расчетная рабочая скорость: 12 м/с; частота вращения: 450 об/мин, по часовой стрелке; удельная стоимость: 1000 \$/шт; кривая мощности (зависимость выдаваемой мощности от скорости ветра) задана в таблице 2.

Таблица 2

Кривая мощности для ветрового агрегата типа EW-1000

$v, \text{ м/с}$	3,5	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0
$P_w, \text{ кВт}$	0,04	0,06	0,10	0,15	0,25	0,35	0,47	0,62	0,85	1,10

Параметры аккумуляторной батареи:

Место производства: Guangdong, China; Номер модели: GE100AH/ 12V(100); тип: Gel Lead Battery; срок службы: 10 лет; Размер аккумулятора: 12V, 100AH; максимальный ток зарядки: $I_1^{ch,max} = 10$ А; стоимость одного аккумулятора: 91 \$/шт.

В расчетах КПД аккумуляторной батареи во всех временных интервалах приняты $\eta_{BS}^{(i)} = 0,85$.

Для формирования задачи оптимизации определены соответствующие параметры её математической модели (17)-(21). Номинальное напряжение электрической сети 220 В. В соответствии с этим и по (14) имеем $N_{BS,ser} = 20$ шт. Соответственно, в рассматриваемом примере

$$\text{и } P_{BS}^{ch,max} = P_{1,BS}^{ch,max} \cdot N_{BS,ser} \cdot N_{BS,par} = 12 \text{ В} \cdot I_1^{ch,max} \cdot 20 \text{ шт} \cdot N_{BS,par} = 2,4N_{BS,par}.$$

Максимальный ток разряда для гелиевых аккумуляторов примерно 10 раз больше чем максимальный ток заряда. С учетом этого, принимаем $I_1^{dch,max} = 100$ А и аналогичным образом получаем выражение для максимальной мощности разряда: $P_{BS}^{dch,max} = 24N_{BS,par}$.

На основе аналогичных расчетов получаем выражение для максимальной энергии заряда аккумуляторной батареи $W_{BS}^{max} = 24N_{BS,par}$. А выражение для минимальной допустимой энергии заряда находим исходя из условия допустимой глубины разряда аккумуляторной батареи 20%: $W_{BS}^{min} = 4,8N_{BS,par}$. Минимальные и максимальные допустимые энергии заряда аккумуляторной батареи во всех временных интервалах приняты одинаковыми.

Стоимость одного солнечного модуля: $C_{PV} = C_{1PV} \cdot P_{1PV} = 415 \cdot 0,19 = 78,85$ \$.

Оптимальное число солнечных модулей, полученное в результате решения задачи на основе использования предложенной математической модели и алгоритма расчета: $N_{PV} = 176$ шт. Оптимальное число ветровых агрегатов: 45 шт. Оптимальное число параллельно соединенных ветвей с 20 аккумуляторами в каждом: $N_{BS,par} = 13$ шт. Соответственно, общее число аккумуляторов в батарее по (15): $N_{BS} = 20 \times 13 = 260$ шт. Минимальное значение целевой функции: $z_{min} = 148874,01$ \$.

В таблице 3 приведены полученные в результате решения задачи, оптимальные графики нагрузок СФЭС, ВЭС и зарядки и разрядки аккумуляторной батареи по временным интервалам суток.

Таблица 3

Оптимальные мощности зарядки и разрядки аккумуляторной батареи

$t, \text{ч.}$	1	2	3	4	5	6	7	8
$P_L, \text{кВт}$	7,6	12,0	25,6	30,4	23,2	31,2	36,0	13,0
$P_{PV}^{(t)}, \text{кВт}$	0,00	0,00	23,62	43,87	50,62	30,37	6,75	0,00
$P_W^{(t)}, \text{кВт}$	5,52	3,71	3,53	0,00	2,47	3,00	5,08	7,51
$P_{BS}^{ch(t)}, \text{кВт}$	0,00	0,00	1,55	13,47	29,90	2,17	0,00	0,00
$P_{BS}^{dch(t)}, \text{кВт}$	2,08	8,29	0,00	0,00	0,00	0,00	24,17	5,49

Достоверность полученного результата оптимизации проверена путем его сопоставления его с множеством случайно выбранных допустимых решений. При всех случайно выбранных решениях значения целевой функции получались больше чем при оптимизации использованием предложенной модели и алгоритма расчета.

Заключения

1) Предложена математическая модель задачи оптимизации состава оборудования в автономной гибридной системе, содержащей солнечную фотоэлектрическую станцию, ветровую станцию и аккумуляторную батарею, с учетом ограничивающих условий и потерь в элементах.

2) Предложен алгоритм решения задачи оптимизации состава оборудования в автономной гибридной системе, основанный на приведении её к задаче линейного программирования и использованию симплексного метода.

3) На основе выполненных расчетных экспериментов на конкретном примере установлено, что предложенная модель и алгоритма оптимизации состава оборудования в автономной гибридной системе обладает хорошим вычислительным качеством и точностью расчета.

Литература

- [1] Wang, Zekun & Jia, Yan & Yang, Yingjian & Cai, Chang & Chen, Yinpeng. (2021). Optimal Configuration of an Off-Grid Hybrid Wind-Hydrogen Energy System: Comparison of Two Systems. *Energy Engineering*, 1641-1658.
- [2] SUN Qiana, MA Jianweia, SHE Yanjieb, ZHANG Jingchaoc, GU Bod, ZHANG Zichaoe. (2019). Optimal Configuration of Standalone Wind–Solar–Storage Complementary Generation. *Journal of Power Technologies* 99 (4) , 231-236.
- [3] Zhang, Junli & Wei, Huashuai. (2022, August 24). A review on configuration optimization of hybrid energy system based on renewable energy. *Frontiers in Energy Research*, pp. 01-15.
- [4] Lanre Olatomiwa. (2016). Optimal configuration assessments of hybrid renewable power supply for rural healthcare facilities. *Energy Reports*, 141-146.
- [5] Mas'ud, A.A.; Al-Garni, H.Z. (2021). Optimum Configuration of a Renewable Energy System Using Multi-Year Parameters and Advanced Battery Storage Modules: A Case Study in Northern Saudi Arabia. *Sustainability*, 13, 5123.
- [6] Freire-Gormaly, M, & Bilton, A.M. (2015, August 2-5). Optimization of Renewable Energy Power Systems for Remote Communities. *Proceedings of the ASME 2015 International Design Engineering Technical Conferences & Computers and Information in Engineering Conference IDETC/CIE 2015 Boston, Massachusetts, USA*, p. 11.
- [7] Farzad Ghayoor, Andrew G. Swanson, Hudson Sibanda. (2021). Optimal sizing for a grid-connected hybrid renewable energy system: A case study of the residential sector in Durban, South Africa. *Journal of Energy in Southern Africa* 32(4):, 11-27.

- [8] Tristar. (2014). TriStar MPPT Maximum Power Point Tracker.
- [9] TRISTAR MPPT 600V. (2022). Solar Battery Charger with TrakStar™ Maximum Power Point Tracking Technology.
- [10] TriStar MPPT 600V TM with Off-grid / Grid-tie Transfer Switch. (2017). “Solar Battery Charger with TrakStar™ Maximum Power Point Tracking Technology.
- [11] Christoph Kost, Shivenes Shammugam, Verena Fluri, Dominik Peper, Aschkhan Davoodi Memar, Thomas Schelegl. (2021). Levelized Cost of Electricity Renewable Energy Technologies. Germaniya.
- [12] Christoph Kost, Shivenes Shammugam, Verena Julch, Huyen-Tran Nguyen, Thomas Schelegl. (2018). Levelized Cost of Electricity Renewable Energy Technologies. Germaniya.
- [13] J. White, K. Case, and D. Pratt. (2010). Principles of Engineering Economic Analysis. Hoboken, NJ: Wiley Higher Education.
- [14] Lagerveld S., Röckmann C., & Scholl M. (2014). A study on the combination of offshore wind energy with offshore aquaculture. IMARES Report C056/14. Retrieved August 2, 2016, from <http://edepot.wur.nl/318329>.
- [15] Felipe Sabadini, Reinhard Madlener. (2021). The economic potential of grid defection of energy prosumer households in Germany. *Anvances in Applied Energy*.
- [16] Гайибов Т. (2020). Выбор оптимальных параметров солнечных фотоэлектрических станций и аккумуляторов в распределительных электрических сетях. Тенденции развития современной физики полупроводников: проблемы, достижения и перспективы (pp. 237-242). 2020: НИИ Физика полупроводников и микроэлектроники при Национальном университете Узбекистан.
- [17] Gayibov T.Sh., Fayziyev M.M., Toshev T.U. (2022). Tarkibida qayta tiklanuvchan energiya manbalarida ishlovchi elektr stansiyalari mavjud bo'lgan elektr energetika tizimlarining rejimlarini optimallashtirish. *Инновацион технологиялар*, 26-29.
- [18] T.Sh. Gayibov, T.U. Toshev. (2023). Avtonom quyosh fotoelektr tizimlarining tarkibini optimallashtirish. *Energiya va resurs tejash muammolari*, 292-298 b.
- [19] Gayibov T.Sh., Toshev T.U. (2023). Quyosh Fotoelektr stansiyalari elementlarning optimal tarkibini tanlash masalasining matematik model va uni yechish algortimi. *Инновацион технологиялар*, 13-21.
- [20] Toshev T.U., Tuxtayev B.B. (2023). Quyosh Fotoelektr tizimlarini elektr ta'minoti tarmog'iga ulanish holati. Kelajak samarali energetikasi: muammolar va echimlar (pp. 351-354). Farg'ona: Farg'ona politexnika instituti.

UDK: 621/472:338.001.36

FOTOELEKTRIK NASOS QURILMASINING IQTISODIY SAMARADORLIGINI ANIQLASH

Urishev Bobaraim – texnika fanlari doktori, professor, ORCID: 0009-0004-6546-8226,
E-mail: bob-urishev@mail.ru

Quvatov Ulugbek Jalolovich – texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent,
ORCID: 0009-0002-3138-963X, E-mail: u.quvvatov@gmail.com

Umirov Asror Pardayevich – texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent,
ORCID: 0009-0007-5051-6012, E-mail: asror.umirov@mail.ru

Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti, Qarshi sh., O'zbekiston

Annotatsiya. Maqolada turli mamlakatlar sug'orish tizimlarida qo'llaniladigan nasos qurilmalari elektrodvigatellarini harakatga keltirish uchun quyosh energiyasidan foydalanish samaradorligi muhokama qilingan. Fotoelektrik nasos qurilmalari iqtisodiy samaradorligining zamonaviy ko'rsatkichlari-qurilmalarning xizmat muddati davomidagi qiymati, so'f joriy (keltirilgan) qiymat, ishlab chiqarilgan energiyaning meyorlashtirilgan (keltirilgan) narxi va xarajatlarni qoplash muddatini hisoblash uslubi keltirilgan. Mazkur uslubiyot bo'yicha quvvati 100 kVt bo'lgan fotoelektrik nasos qurilmasining iqtisodiy ko'rsatkichlarini hisoblash natijalari keltirilgan.

Kalit so'zlar: quyosh energiyasi, fotoelektrik qurilma, nasos qurilmasi, so'f joriy (keltirilgan) qiymat, energiyaning meyorlashtirilgan qiymati, xarajatlarni qoplash muddati, qurilmaning xizmat muddati davomidagi qiymati.

УДК: 621/472:338.001.36

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ НАСОСНОЙ УСТАНОВКИ

Urishev Bobaraim – доктор технических наук, профессор

Куватов Улугбек Жалолович – доктор философии (PhD) по техническим наукам, доцент

Umirov Asror Pardayevich – доктор философии (PhD) по техническим наукам, доцент

Каршинский инженерно-экономический институт, г. Карши, Узбекистан

Аннотация. В статье обсуждены вопросы эффективности снабжения солнечной энергией электродвигателей насосных установок, используемых в оросительных системах разных стран мира. Приведена методика расчета современных показателей экономической эффективности фотоэлектрических насосных установок, таких как стоимость установки в течение срока службы, чистый текущий (приведенный) доход, нормированная (приведенная) стоимость выработанной энергии и срок окупаемости капитальных затрат. Приведены результаты расчетов, фотоэлектрической насосной установки мощностью 100 кВт, выполненных по предложенной методике.

Ключевые слова: солнечная энергия, фотоэлектрическая установка, насосная установка, чистый текущий (приведенный) доход, нормированная стоимость энергии, срок окупаемости затрат, стоимость установки в течение срока службы.

UDC: 621/472:338.001.36

DETERMINING THE ECONOMIC EFFICIENCY OF A PHOTOVOLTAIC PUMPING UNIT

Urishev, Bobaraim – Doctor of Technical Sciences, professor

Kuvatov, Ulugbek Jalolovich – Doctor of Philosophy (PhD) in Technical Sciences, Associate Professor

Umurov, Asror Pardayevich – Doctor of Philosophy (PhD) in Technical Sciences, Associate Professor

Karshi Engineering-Economics institute, Karshi city, Uzbekistan

Abstract. *The article discusses the issues of the efficiency of solar energy supply to electric motors of pumping units used in irrigation systems in different countries of the world. A methodology for calculating modern indicators of the economic efficiency of photovoltaic pumping units is given, such as the cost of the unit during its service life, net current (present) income, normalized (present) cost of generated energy and the payback period of capital expenditures. The results of calculations of a photovoltaic pumping unit with a capacity of 100 kW, performed according to the proposed methodology, are presented.*

Key words: solar energy, photovoltaic installation, pumping installation, net present value, levelized cost of energy, payback period, life cycle cost of plant.

Kirish

Sugʻorish tizimlarida qoʻllaniladigan nasos qurilmalari elektrodvigatellarini harakatga keltirish uchun quyosh energiyasidan foydalanish boʻyicha ishlar oʻtgan asrning 70 yillarida boshlangan [1].

Hozirgi kunda chet el ilmiy manbalarida quyosh energiyasi asosidagi nasos qurilmalari “solar water pumps” (quyosh-suv nasoslari), “solar irrigation” (quyosh irrigatsiyasi), “PV irrigation” (fotoelektrik yoki fotovoltik irrigatsiya), “PV water pumping systems” (fotoelektrik suv nasos tizimlari) nomlari bilan ataladi. Quyosh panellari yordamida elektr energiyasi ishlab chiqaruvchi qurilmalarning zamonaviy nomi fotoelektrik qurilmalar (FEQ) deb ataladi. Shu sababli quyosh nurlanishi asosida elektr energiyasi bilan taʼminlanadigan nasos qurilmalarini fotoelektrik nasos qurilmalari (FENQ) deb atash maqsadga muvofiq deb hisoblaymiz.

Dunyoda FENQdan foydalanish boshlanganiga 50 yildan oshgan boʻlsa ham quyosh panellarining narxi juda baland boʻlganligi uchun bu sohada rivojlanish juda past edi. Masalan, 1977-yilda 1 kilovatt quvvatga ega boʻlgan quyosh paneli narxi 76000 dollar boʻlsa 2023-yilga kelib 700 dollargacha tushib bordi [2]. Shu sababli hozirgi kunda FENQlar organik yoqilgʻidagi issiqlik elektr stansiyalari va dizel generatorlardan taʼminlanadigan qurilmalarga nisbatan arzon va ishonchli hisoblanadi [3, 4].

FENQlarni loyihalashda ularning iqtisodiy samaradorligini aniqlash, jumladan mablagʻ oqimining xizmat muddati davomidagi prognozini, kiritilgan investitsiyani qoplash jarayoni va muddati, bir kilovatt soat energiya narxini bilish juda katta ahamiyatga ega va bu masala samarali, aniq natijalarni beradigan hisoblash usullaridan foydalanishni talab qiladi.

Materiallar va usullar

FENQning iqtisodiy samaradorligini aniqlashni hozirgi vaqtdagi iqtisodiy tahlillarni olib borishning zamonaviy usullari hisoblangan qurilmalarning xizmat muddati davomidagi qiymati (*LCC*), sof joriy (keltirilgan) qiymat (*NPV*)ni aniqlash, ishlab chiqarilgan energiyaning meyorlashtirilgan (keltirilgan) qiymati (*LCOE*) va xarajatlarni qoplash muddati (*PP*) ni hisoblash usullaridan foydalanamiz [5-8].

Qurilmalar, mexanizmlarning xizmat muddati qiymati *LCC* (Life Cycle Cost) taqqoslanayotgan variantlarda kapital xarajatlar miqdorini, xizmat muddati davomida yuzaga keladigan ekspluatatsiya xarajatlarini, tiklash va oxirgi yil uchun hisoblanadigan qoldiq narxni aniqlashdan iborat [5]:

$$LCC = CC + MC + EC + RC - SC, \quad (1)$$

bunda CC – kapital xarajatlar; MC – ekspluatatsiya xarajatlari; EC – elektr energiya narxi; RC – tiklash xarajatlari; SC – qoldiq narx qiymati.

Kapital xarajatlar (CC) jihozlarni sotib olish uchun, qurilmalarni loyihalash, o'rnatish va boshqa injiniring ishlariga sarf bo'lgan xarajatlarni o'z ichiga oladi. Bu xarajatlar loyihaning birinchi yilida amalga oshiriladigan xarajatlar hisoblanadi.

Ekspluatatsiya xarajatlari MC jihozlarga texnik xizmat ko'rsatish va joriy ta'mirlash xarajatlarini o'z ichiga oladi. Ko'pincha MC qiymati CC qiymatining 1 % i miqdorida qabul qilinadi [6].

Elektr energiya narxi (EC) FEQ ishlab chiqargan elektr energiyasi uchun belgilangan tarif bo'yicha xizmat muddati davomida nasos qurilmasi iste'mol qilgan elektr energiyasi uchun to'lovlar miqdoriga teng. Tarifni belgilashda differensial koeffitsiyentlarni qo'llash mumkin, lekin bu koeffitsiyentlar hozircha noma'lum bo'lganligi uchun tarif qiymatini hozirgi narxda doimiy qabul qilamiz. YES qiymati quyidagi formula bilan aniqlanadi

$$EC = \mathcal{E}_{NS} \cdot C_{el}, \quad (2)$$

bunda $\mathcal{E}_{NS}$ – yil davomida nasos qurilmasi iste'mol qilgan elektr energiyasi miqdori, C_{el} - elektr energiyasining tarif bo'yicha narxi, so'm/kVt.

Tiklash xarajatlari RC xizmat muddati davomida kapital ta'mirlash va jihozlarni yangisiga almashtirish xarajatlarini o'z ichiga oladi. Masalan qurilmaning xizmat muddati 25 yil bo'lsa, undagi akkumulyatorlarning xizmat muddati 10 yil, demak 10 – va 20 – yillarda 2 marta akkumulyatorlar almashtiriladi va ularning to'liq narxi xarajatlarga kiritiladi.

Qurilmaning qoldiq narxi SC xizmat muddati tugagandan keyin jihozlarning erkin narxlarda sotilishi va umumiy xarajatlardan ayirib tashlanishi kerak bo'lgan mablag' qiymatini anglatadi. Odatda qoldiq narx qurilma narxining 20% ini tashkil qiladi [5].

Sof joriy (keltirilgan) qiymat (NPV) qurilmaning xizmat muddati davomida daromadlar oqimining keltirilgan qiymati bilan boshlang'ich kapital xarajatlar orasidagi farqdir. Ko'rib chiqilayotgan yilda daromadlar oqimining keltirilgan qiymatini aniqlash diskontlash orqali amalga oshiriladi, ya'ni kelajakdagi daromadlar va xarajatlar qiymatlari ko'rib chiqilayotgan yil uchun loyihaning joriy bahosiga diskont stavkasi yordamida aylantiriladi. NPV ni quyidagi formula bilan aniqlash mumkin [7]

$$NPV = \sum_{t=0}^N \frac{D}{(1+d)^t} - CC, \quad (3)$$

bunda N – xizmat muddati, yil, D – yillik daromad, d – diskont stavkasi; t – ko'rib chiqilayotgan yil.

Demak, loyiha iqtisodiy samarador bo'lishi uchun NPV qiymati musbat, ijobiy bo'lishi kerak, lekin ba'zi loyihalarda bu qiymat boshlang'ich yillarda manfiy, keyinchalik musbat qiymatlarga ega bo'lishi mumkin.

Natijalar

Iqtisodiy samaradorlik ko'rsatkichlarini aniqlash hisoblarini maksimal quvvati 100 kVt bo'lgan FENQ uchun amalga oshiramiz.

FEQ uchun zarur bo'lgan kapital mablag'lar miqdori 1-jadvalda keltirilgan. FEQ uchun quvvati 560 Vatt bo'lgan N tipidagi monokristall quyosh panellaridan foydalanamiz. Har birining maydoni 2,58 m² bo'lgan panellar soni 100 kVt quvvatni ta'minlash uchun 180 taga teng bo'ladi, ularning umumiy maydoni 461,3 m² ni tashkil etadi. Quyosh panellarining f.i.k. STC bo'yicha 21,68 %, narxi 3100 ming so'm [9].

Qurilmada quvvati 100 kVt FEQga mo'ljallangan inverter qabul qilingan, uning pasport bo'yicha f.i.k. 98% ga teng, tok kuchlanishi 200...1000 kVt ni tashkil qiladi [10]. Quyosh panellari

oʻrnatiladigan profillar va komponentlar xarajatlari bozor narxlari boʻyicha, FEQni montaj qilish uchun sarf boʻladigan xarajatlar kapital mablagʻlarning 5% i miqdorida qabul qilingan [11].

1 - jadval

FEQ jihozlarining narxi

Jihozlar nomi	Miqdori	Narxi, ming soʻm	Umumiy narxi, ming soʻm
Quyosh paneli Jinko 560W JKM560N-72HL4-V, dona	180	3100	558000
Invertor 100 kVt Huawei SUN2000 - 100KTL-M1 AFCI 3ph, dona	1	56 256	56 256
Quyosh panellari oʻrnatiladigan profillar, m	1000	16	16000
Quyosh panelining komponentlari (kabellar, oʻchirgich, saqlagich va b.)	-	-	4000
FEQni montaj qilish	-	-	27900
Jami: CC:			662156

FEQning xizmat muddati davomidagi qiymatlari (LCC)ni aniqlaymiz va olingan natijalarni 2-jadvalda keltiramiz. Asosiy jihozlar FEQ va invertorning xizmat muddatlarini [5] boʻyicha mos ravishda 20 va 15 yilga teng etib qabul qilamiz.

2-jadval

FEQning xizmat muddati davomidagi qiymati (LCC)

№	Texnik – iqtisodiy parametrlar	Miqdori
1.	FEQning xizmat muddati, yil	20
2.	Invertorning xizmat muddati, yil	15
3.	FEQ ga sarf boʻlgan kapital mablagʻlar (CC), ming soʻm	662156,0
4.	FEQning xizmat muddati davomida ishlab chiqargan elektr energiyasi miqdori (EC), kVt·soat	2673020
5.	Elektr energiya narxi, ming soʻm	1459469
6.	Ekspluatatsiya xarajatlari (MC), ming soʻm	6622,0
7.	Tiklash xarajatlari (RC), ming soʻm	60 000
8.	Qurilmaning qoldiq narxi (SC), ming soʻm	132431,0
9.	Qurilma xizmat muddati davomidagi narxi, ming soʻm	2055816,0

FEQ uchun sarf boʻlgan kapital xarajatlar (CC) summasi 1-jadval boʻyicha olinadi.

FEQning yil davomida ishlab chiqargan elektr energiyasi miqdori quyidagi tenglama asosida aniqlanadi [12, 13].

$$EC_{\text{um}} = GTI \cdot \eta_{\text{opt}} \cdot \eta_{\text{iss}} \cdot \eta_{\text{chang}} \cdot \eta_{\text{sif}} \cdot \eta_{\text{omik}} \cdot \eta_{\text{inv}} \cdot \eta_{\text{feq}} \cdot S_{\text{feq}}, \quad (4)$$

bunda GTI – gorizontga nisbatan 30^0 ostida joylashgan panel sirtiga tushadigan quyoshning global yigʻindi nurlanishi (global total irradiation) miqdori, kVt·soat/m². Qashqadaryo viloyati uchun GTI ning yillik oʻrtacha miqdori 1938 kVt·soat/m² ni tashkil qiladi [13]. Sankey diagrammasi boʻyicha quyosh energiyasidan foydalanish koeffitsiyentlari [12, 13] da keltirilgan maʼlumotlarga koʻra quyidagilarni tashkil qiladi: $\eta_{\text{opt}} = 0,9$ –sirtidan qaytishdagi optik yoʻqotish hisobga oluvchi; $\eta_{\text{iss}} = 0,9$ – oʻrtacha issiqlik tufayli yoʻqotishni hisobga oluvchi; $\eta_{\text{chang}} = 0,92$ –chang bosganligi uchun yoʻqotishni hisobga oluvchi; $\eta_{\text{sif}} = 0,96$ – panel sifatining pasayishi va massivdagi panellarning mos kelmasligi tufayli yoʻqotishni hisobga oluvchi; $\eta_{\text{omik}} = 0,983$ –tok oʻtkazgichlardagi omik yoʻqotishni hisobga oluvchi; $\eta_{\text{inv}} = 0,98$ – invertor f.i.k., $\eta_{\text{feq}} = 0,217$ – FEQ f.i.k.

Demak, yil davomida FEQ tomonidan ishlab chiqarilgan elektr energiyasi miqdori $EC_{yil} = 289,73 \cdot S_{feq} = 289,73 \cdot 461,3 = 133651 \text{ kVt} \cdot \text{soat}$, xizmat muddati davomida $EC = 2673020 \text{ kVt} \cdot \text{soat}$ ga teng.

bunda $S_{feq} - 100 \text{ kVt}$ quvvatni ta'minlash bo'yicha FEQ massivining maydoni, m^2 .

Elektr energiyasi narxini qayta tiklanuvchi energiya manbalari Xalqaro agentligining 2022-yil uchun bergan ma'lumotlariga ko'ra quyosh energiyasining dunyo bo'yicha o'rtacha narxi asosida $0,048 \text{ $/kVt} \cdot \text{soat}$ ($546 \text{ so}^m / \text{kVt} \cdot \text{soat}$) qabul qilamiz [14]. O'zbekiston Respublikasida qurilayotgan va ishga tushgan quyosh elektr stansiyalaridagi tender jarayonida e'lon qilingan energiya tariflari $0,02679 \text{ $/kVt} \cdot \text{soat}$ (Masdar Clean Energy kompaniyasi) dan $0,04273 \text{ $/kVt} \cdot \text{soat}$ (Total Eren kompaniyasi) ga teng [15].

Ekspluatatsiya xarajatlarini CC qiymatining 1% i miqdorida qabul qilamiz [6].

Tiklash xarajatlari RC uchun FEQ xizmat muddatning 15 yilida inverter xizmat muddatining tugashi munosabati bilan uni yangisiga almashtirish va ba'zi komponentlar uchun 60 mln. so^m ga teng miqdorda belgilandi.

Qurilmaning qoldiq narxi $SC = 0,2 \cdot CC$ miqdorida qabul qilindi. Demak FEQ ning xizmat muddati davomidagi qiymati $LCC = 2055816,0$ ming so^m ga teng.

Suv narxi qiymatini Respublikamizda sug'orish suvi uchun aniq narx belgilanmaganligi uchun shartli ravishda O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 17-iyundagi 5742-sonli Qarorida tasdiqlangan qishloq xo'jaligida yer va suv resurslaridan samarali foydalanish Konsepsiyasida belgilangan ko'rsatkichlarga asoslanib 1 m^3 suv narxini $c_s = 0,015 \text{ dollar/m}^3$ ($170,6 \text{ so}^m / \text{m}^3$) ga teng qilib qabul qilamiz [16]. Quvvati 100 kVt gacha bo'lgan nasos qurilmasi haydab bergan suv hajmi napor qiymati 20 metr, f.i.k. 0,8 ga teng bo'lgan hollarda sug'orish mavsumi (may-avgust oylari) davomida taxminan 1 mln. m^3 ni tashkil qiladi.

Hisoblarda bank meyoriy stavkasi i hozirgi paytda energetikada qo'llaniladigan meyorlar asosida 15% ga teng qilib [17], inflyatsiya darajasini O'zbekiston Respublikasi Markaziy bankining ma'lumotlari bo'yicha 2023-yil aprel oyi uchn 11% miqdorida qabul qilamiz [18]. Diskont stavkasi va kapitalni qaytarish koeffitsiyentini quyidagi formulalar bilan hisoblaymiz [7]:

$$d = \frac{i-f}{1+f}, \quad (5)$$

$$CRF = \frac{d \cdot (1+d)^N}{(1+d)^N - 1}, \quad (6)$$

bunda, i – bank meyoriy stavkasi, f – inflyatsiya miqdori, N – qurilmaning xizmat muddati, $N = 20$ yil.

Kapitalni qaytarish koeffitsiyenti (CRF) qurilmaning joriy vaqtdagi qiymatini xizmat muddati bo'yicha yillik bir xil o'zgaras qiymatga aylantirib berish uchun xizmat qiladi.

Sof keltirilgan qiymatni quyidagi formula bilan aniqlaymiz [19]

$$NPV = RV/CRF - CC, \quad (7)$$

bunda RV - olinadigan sof foyda, $RV = C - MC$, $C = V \cdot c_s$ – nasos qurilmasi haydab beradigan suvni sotishdan olinadigan foyda, V – suv hajmi, m^3 , c_s – suv narxi.

Meyorlashtirilgan energiya qiymati (LCOE) ni quyidagi formula bilan hisoblaymiz [7]

$$LCOE = (CC \cdot CRF + MC) / EC. \quad (8)$$

Investitsiya xarajatlarini qoplash muddatini quyidagi formula bilan aniqlaymiz

$$PP = CC / RV. \quad (9)$$

FENQning iqtisodiy samaradorligini zamonaviy dinamik usullar bilan aniqlash hisoblari natijalari 3-jadvalda keltirilgan. Ushbu jadvaldagi *CC*, *MC* va *EC* qiymatlarini 1- va 2-jadvallardan olamiz.

3 - jadval

Qurilmalarning texnik-iqtisodiy parametrlarini aniqlash

№	Texnik – iqtisodiy ko‘rsatkichlar nomi	Miqdori
1.	Energetik qurilmaning xizmat muddati, yil	20
2.	Energetik qurilmaga sarf bo‘lgan kapital xarajatlar (<i>CC</i>), ming so‘m	662156,0
3.	Nasos qurilmasi haydab bergan suv hajmi, V, m^3	1000000,0
4.	Suv narxi, ming so‘m	170600,0
5.	Ekspluatatsiya xarajatlari (<i>MC</i>), ming so‘m	6622,0
6.	Qurilmaning yil davomida ishlab chiqargan elektr energiyasi miqdori (<i>EC</i>), kVt·soat	133651
7.	Sof foyda (<i>RV</i>), ming so‘m	163978
8.	Bank meyoriy foiz stavkasi (<i>i</i>)	0,15
9.	Inflyatsiya darajasi (<i>f</i>)	11,0
10.	Diskont stavkasi (<i>d</i>)	0,036
11.	Kapitalni qaytarish koeffitsiyenti, <i>CRF</i>	0,071
12.	Sof keltirilgan qiymat (<i>NPV</i>), ming so‘m	1647393,3
13.	Meyorlashtirilgan energiya qiymati, (<i>LCOE</i>) so‘m/kVt·soat	401,0
14.	Xarajatlarni qoplash muddati (<i>RR</i>), yil	4,0

Muhokama

Yuqoridagi 3-jadvalda keltirilgan hisoblar natijalari nasos qurilmalarini FEQ energiyasi bilan ta‘minlash asosiy ko‘rsatkichlar bo‘yicha iqtisodiy samara berishi mumkinligini ko‘rsatdi, masalan, sof keltirilgan qiymat (*NPV*) miqdori bo‘yicha 20 yil xizmat muddati davomida 1,64 mlrd. so‘mdan oshiq foyda olinadi, *LCOE* qiymati 401 so‘m/kVt·soat ni tashkil etadi, bu esa qayta tiklanuvchi energiya manbalari Xalqaro agentligining yuqorida keltirilgan *LCOE* qiymati 546 so‘m/kVt·soat ga nisbatan ancha kam qiymatga ega, shu bilan birga xarajatlar 4 yil ichida qoplanadi.

Bundan tashqari quyosh energiyasidan foydalanish natijasida atmosferaga zaharli chiqindilarning tarqalishining oldini olish, tabiiy gaz iste‘molini tejash tufayli ham FENQning iqtisodiy samaradorligi oshadi, masalan, Xalqaro energetika agentligining ma‘lumotlariga ko‘ra 1 kVt·soat elektr energiyasini yoqilg‘i yordamida ishlab chiqarganda atmosferaga 0,48 kg CO₂ chiqarib yuboriladi [20]. Ushbu zaharli gazdan tozalash uchun amalga oshiriladigan tadbirlarga Xalqaro valyuta fondining ma‘lumotlari bo‘yicha 75 dollar (853125 so‘m)/tonna mablag‘ sarf bo‘ladi [21]. Demak hisoblarda keltirilgan 133651 kVt·soat elektr energiyasi FEQda ishlab chiqarilsa bir yilda 54730000 so‘m, 20 yil xizmat muddati davomida 1 mlrd. so‘mdan ortiq mablag‘ tejaladi va atrof-muhitga bir yilda 64,15 tonna CO₂ zararli gaz chiqishining oldi olinadi.

Shu bilan bir qatorda har bir 1 kVt·soat elektr energiyasi uchun 0,32...0,37 kg shartli yoqilg‘i sarf bo‘lishini hisobga olsak, FEQ bir yilda ishlab chiqaradigan 133651 kVt·soat elektr energiyasi o‘rtacha 40000 m³ dan ortiq gazni tejash imkonini beradi.

Xulosalar

1. Nasoslarni quyosh energiyasi bilan ta‘minlashning iqtisodiy samaradorligini zamonaviy dinamik usullar bilan aniqlashning uslubiyoti ishlab chiqildi.

2. Sug'orish tizimida qo'llaniladigan quvvati 100 kVt bo'lgan fotoelektrik nasos qurilmasining iqtisodiy samaradorligini hisoblash natijalari sof keltirilgan qiymat (NPV) miqdori bo'yicha 20 yil xizmat muddati davomida 1,64 mlrd. so'mdan ortiq foyda olinishi mumkinligini, LCOE qiymati 401 so'm/kVt-soat ni tashkil etishini, kapital xarajatlar esa 4 yilda qoplanishini ko'rsatdi.

3. Hisoblar natijalari quvvati 100 kVt bo'lgan nasos qurilmasi yil mobaynida quyoshdan elektr energiyasi bilan ta'minlansa, bunda yiliga 40 ming m³ gaz tejalishi, atmosferaga 64,15 tonna CO₂ zararli chiqindi chiqishining oldini olish mumkinligini ko'rsatdi.

Adabiyotlar

- [1] S.S. Chandel, M. Nagaraju Naik, Rahul Chandel. Review of solar photovoltaic water pumping system technology for irrigation and community drinking water supplies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 49 (2015) 1084–1099. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2015.04.083>
- [2] Lazard's levelized cost of energy analysis—version 16.0. www.lazard.com/research-insights/2023-levelized-cost-of-energyplus/
- [3] Kiprono, A W., Llarío, A I., (2020) Solar Pumping for Water Supply: Harnessing solar power in humanitarian and development, Rugby, UK: Practical Action Publishing <<http://dx.doi.org/10.3362/9781780447810>>.
- [4] M.Abu-Aligah. Design of Photovoltaic Water Pumping System and Compare it with Diesel Powered Pump. *Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering*. Volume 5, Number 3, pp. 273-280.
- [5] P.D. Narale, N.S. Rathore and M.M. Lad. Techno economic assessment of solar photovoltaic water pumping system. *International Journal of Agricultural Engineering*. Indian Institute of Technology, New Delhi. Volume 7. Issue 1. April, 2014. pp 1-6.
- [6] Misrak Girma 1, Ababayehu Assefa and Marta Molinas. Feasibility study of a solar photovoltaic water pumping system for rural Ethiopia. *Environmental Science*. Volume 2, Issue 3, 697-717. DOI: 10.3934/environsci. 2015 3.697
- [7] Gobind Pillaia, Husain Ali Yaqoob Naser. Techno-Economic Potential of Largescale Photovoltaics in Bahrain. <https://core.ac.uk/download/pdf/322330335.pdf>
- [8] E. Drury, P. Denholm, R. Margolis, "The Impact of Different Economic Performance Metrics on the Perceived Value of Solar Photovoltaics", 2011. National Renewable Energy Laboratory, USA. <http://www.nrel.gov/docs/fy12osti/52197.pdf>.
- [9] Торговая площадка “Контроль”. г. Ташкент. Солнечный панель Jinko 560W JKM560N-72HL4-V. <https://kontrol.uz/ru/product/detail/solnechnyi-panel-jinko-560w>
- [10] Торговая площадка “Контроль”. г. Ташкент. Huawei SUN2000-100KTL-M1 AFCI 3ph инвертор 100 кВт. <https://kontrol.uz/ru/product/detail/huawei-sun2000-100ktl-m1-afci-3ph-invertor-100-kvt>
- [11] Enas Shouman, Mervat Badr. Economics analysis of diesel and solar water pumping with case study water pumping for irrigation in Egypt. *International Journal of Applied Engineering Research* ISSN 0973-4562 Volume 11, Number 2 (2016) pp 950-954. <https://www.researchgate.net/publication/298715623>.
- [12] Avezova N.R., Matchanov N.A., Rakhimov E.Yu., Khakimov M.A., Dalmuradova N.N., Dekhkonova M.K. Assessment of solar energy potential of Kashkadarya region. *Alternative Energy and Ecology (ISJAE)*. 2022;(01):18-31. (In Russ.) <https://doi.org/10.15518/isjaee.2022.01.018-031>

-
- [13] Raximov E.Y. O'zbekistonning gelioenergetik resurslarini baholash uchun ma'lumotlar bazasini shakllantirish va verifikatsiyalash.: Texn. fan. bo'yicha PhD dissert. Farg'ona: Farg'. politex. inst., 2021. – 116 bet.
- [14] Renewable Power Generation Costs in 2023. <https://www.iea.org/reports/renewables-2023/electricity>
- [15] Первый открытый тендер на строительство ФЭС выиграла компания из ОАЭ. Агентство финансовых новостей. https://dividends.nuz.uz/2019/10/04/pobeditelem_tendera-na-stroitelstvo-fjes-stala-kompaniya-iz-oaje/
- [16] O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019 yil 17 iyundagi 5742-sonli "Qishloq xo'jaligida yer va suv resurslaridan samarali foydalanish chora-tadbirlari to'g'risida" Qarori. <https://lex.uz/docs/4378524>
- [17] Чернов С.С., Бельчикова Е.С. Проблемы определения ставки дисконтирования в процессе экономического обоснования эффективности энергопроектов. <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-opredeleniya-stavki-diskontirovaniya-v-protssesse-ekonomicheskogo-obosnovaniya-effektivnosti-energoproektov/viewer>
- [18] O'zbekiston Respublikasi Markaziy banki. Yillik, yil boshidan va oylik inflyatsiya. <https://cbu.uz/oz/monetary-policy/annual-inflation/indicators/>
- [19] Сидоренко Г.И., Кудряшева И.Г., Пименов В.И. Экономика установок нетрадиционных и возобновляемых источников энергии. Техничко-экономический анализ: Учеб. пособие / Под общ. ред. В.В. Елистратова и Г.И. Сидоренко. — СПб.: Изд-во Политехи, ун-та, 2008. - 248 с.
- [20] Углеродоемкость электроэнергии в мире и России. Аналитический центр при правительстве РФ. Энергетический бюллетень, №72, 2019. 28 с. <https://ac.gov.ru/files/publication/a/22245.pdf>
- [21] Kenneth Gillingham. Carbon Calculus. Finance & development, december 2019, vol. 56, no. 4. <https://www.imf.org/external/pubs/ft/fandd/2019/12/the-true-cost-of-reducing-greenhouse-gas-emissions-gillingham.htm>

UO‘K 621.867.2

KASKAD NASOS STANSIYALARINING ENERGIYA SAMARADOR ISH REJIMLARI VA PARAMETRLARINING TAHLILI

Shavazov Abdulatif Achilovich¹ - texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), katta ilmiy xodim, ORCID: 0009-0009-8543-9728 E-mail: shavazov@inbox.ru,

Eshqo'ziyev Xurshid Musajanovich¹ - mustaqil izlanuvchi, ORCID: 0009-0008-0924-5449, E-mail: great93@umail.uz

Ishanova Dildora Abduvalieva¹ - doktorant (PhD), ORCID: 0009-0001-4627-4053, E-mail: dil.ishanova@gmail.com

Norboyev Anvar Eshmo'minovich² - texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), ORCID: 0009-0000-3474-3118, E-mail: a_norboyev@list.ru

¹O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi, Energetika muammolari instituti, Toshkent sh., O'zbekiston

²Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti, Qarshi sh., O'zbekiston

Annotatsiya. Maqolada kaskad nasos stansiyalarining energiya samarador ish rejimlari va parametrlarining tahlili keltirib o'tilgan.

Sug'orish tizimlarining nasos stansiyalarining ish tartibi bir qator parametrlar bilan belgilanadi. Jumladan konstruktiv tuzilishi, texnologik va elektr energiyasi sifatida aniqlanadi.

Sug'orish tizimlarida mavjud nasos stansiyalarining ish tartibi bir qator parametrlar bilan belgilanishi ko'rib chiqilgan. Bundan tashqari maqolada respublikamizda mavjud nasos stansiyalarining holati ish rejimlari umumiy quvvatlari tahlil qilib chiqilgan. Jumladan konstruktiv tuzilishi, texnologik va elektr energiyasi sifatida aniqlanadi.

"Nasos -dvigatel - bosimli quvur" tizimi uchun chastotaviy o'zgartirgichlarning parametrlari uchun kuchlanishning miqdoriga ko'ra, elektr dvigatellar tipiga ko'ra, nasos agregatlarini bosimli quvurlarining ulanish variantlarini hisobga olgan holda turli tipli nasoslarga ajratilishi tahlil qilib o'tilgan.

Kalit so'zlar: nasos agregati, kuchlanish, quvvat, tok, asinxron dvigatel, sinxron dvigatel, chastota, bosimli quvur, markazdan qochma nasos, parrak, val, transformator.

УДК 621.867.2

АНАЛИЗ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ И ПАРАМЕТРОВ КАСКАДНЫХ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ

Шавазов Абдулатиф Ачилович¹ - доктор философии по техническим наукам (PhD), старший научный сотрудник

Эшкузиев Хуршид Мусажанович¹ -самостоятельный соискатель

Ишанова Дилдора Абдувалиевна¹ - докторант (PhD)

Норбоев Анвар Эшмуминович² - доктор философии по техническим наукам (PhD)

¹ Институт проблем энергетики Академии наук Республики Узбекистан, г. Ташкент

²Каршинский инженерно-экономический институт, г. Карши, Узбекистан

Аннотация. В статье приводится анализ энергоэффективных режимов работы и параметров каскадных насосных станций.

Режим работы насосных станций оросительных систем определяется рядом параметров. В том числе конструктивным устройством, технологическими и электрическими характеристиками, включая конструктивное устройство, технологическое и реализуемое в виде электричества. Кроме того, в статье описано состояние насосных

станций, которые существуют в нашей республике, общее электроснабжение режимов работы осуществляется на платной основе.

В оросительных системах засахаривания считается, что порядок работы существующих насосных станций определяется параметрами одного катода. Для системы «насос-двигатель-напорная труба» анализируется разделение насосных агрегатов на насосы разных типов с учетом вариантов подключения напорных труб, в зависимости от величины напряжения для параметров преобразователей частоты и типа электродвигателей.

Ключевые слова: насосный агрегат, напряжение, мощность, ток, асинхронный двигатель, синхронный электродвигатель, частота, напорная труба, центробежный насос, вал, трансформатор.

UDC 621.867.2

ANALYSIS OF ENERGY-EFFICIENT OPERATING MODES AND PARAMETERS OF CASCADE PUMPING STATIONS

Shavazov, Abdulatif Achilovich¹ - Doctor of Philosophy in Technical Sciences (PhD), senior researcher

Eshkuziyev, Khurshid Musajanovich¹ - independent researcher

Ishanova, Dildora Abduvalieva¹ - Doctoral student (PhD)

Norboev, Anvar Eshmuminovich² - Doctor of Philosophy in Technical Sciences (PhD),

¹ Institute of Energy Problems of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan

² Karshi Engineering-Economics Institute, Karshi city, Uzbekistan

Abstract. The article provides an analysis of energy-efficient operating modes and parameters of cascade pumping stations.

The operating mode of pump stations in irrigation systems is determined by a number of parameters, including structural design, technological, and electrical characteristics.

In sugaring systems, it is believed that the operating order of existing pumping stations is determined by the parameters of one cathode. Including a structural device, technological and implemented in the form of electricity.

For the "pump-motor-pressure pipe" system, the division of pumping units into pumps of different types is analyzed, taking into account the options for connecting pressure pipes, depending on the voltage value for the parameters of frequency converters, depending on the type of electric motors.

Key words: pumping unit, voltage, power, current, asynchronous motor, synchronous electric motor, frequency, pressure pipe, centrifugal pump, para rack, shaft, transformer.

Kirish

Hozirgi kunda elektr energiya iste'moli bo'yicha mashinali sug'orish tizimlarining nasos stansiyalari respublikada energiya sig'imli obyektlardan biri hisoblanadi. Mazkur nasos stansiyalar respublika miqyosida ishlab chiqarilayotgan elektr energiyasining 15-20 foizini iste'mol qiladi. Shu bilan birga mashinali sug'orish tizimida nasos stansiyalarining energiya iste'molini tahlil qilish nasos stansiyalarining konstruktiv xususiyatlariga qarab o'rtacha 10% ga, ba'zi hollarda esa 20% gacha elektr energiyasi tejashda ma'lum miqdorda zaxiralar mavjudligini ko'rsatmoqda [1].

Respublikada 2022-2026 yillarga mo'ljallangan yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasida «...Suv resurslarini boshqarish tizimini tubdan isloh qilish va suvni iqtisod qilish bo'yicha alohida davlat dasturini amalga oshirish, suv resurslaridan samarali foydalanish hisobiga kamida 7 milliard kub metr suvni iqtisod qilish, suv xo'jaligi obyektlarida elektr energiyasi

iste'molini kamaytirish....» bo'yicha vazifalar belgilangan. Ko'rsatib o'tilgan vazifalarni amalga oshirish, jumladan sug'orish nasos stansiyalarida elektr energiyasi va sug'orish suvini tejash rejimlarini ta'minlash masalalari, sug'orish uchun mashinali suv ko'tarish tizimlari obyektlariga tegishli bo'lgan nasos stansiyalari va elektr ta'minoti tarmog'ining va elektr dvigatellarining ish rejimlarini o'rganish muhim masalalaridan biri hisoblanadi [1, 2].

Usul va materiallar

Mamlakatimizda yerlarni sug'orish uchun katta va kichik sug'orish nasos stansiyalari mavjud. Sug'oriladigan yerlar maydonini kengaytirish, yangi sug'orish texnologiyalarni qo'llash mashinali suv uzatish yordamida amalga oshiriladi. Respublikada 50 foizdan ko'p sug'oriladigan yerlarga nasos agregatlari orqali suv chiqarib beriladi [2].

Umuman olganda nasoslarni ishlash prinsipi bo'yicha quyidagi ikki guruhga ajratish mumkin.

Dinamik nasoslar. Dinamik kuchlar ta'sirida suyuqlikni harakatga keltiruvchi nasoslardir. Bu nasoslar ham o'z navbatida parrakli (markazdan qochma, o'qli, diagonalli) va ishqalanishli (uyurmali oqimli, havoli suv ko'targichlar, tebranma nasos)larga bo'linadi [3].

Hajmiy nasoslar. Bu nasoslar, ya'ni ish bo'linmasining hajmi davriy ravishda o'zgarishi hisobiga suyuqlikni uzatadi. Hajmiy nasoslarga porshenli, rotorli (tishli va vintli), qanotli nasoslar, kapilyar nasoslar, suv halqali vakuum va cho'michli suv ko'targich nasoslarni kiritishimiz mumkin.

Sug'orish nasos stansiyalarida asosan markazdan qochma va o'qiy nasoslar qo'llaniladi. Markazdan qochma nasoslarda suyuqlikni ishchi gildiragiga kirishi o'q yo'nalishida va chiqishi gildirakning kanallari orqali radius yo'nalishida bo'ladi. Markazdan qochma nasoslar quyidagi belgilarga qarab ajratiladi:

- 1) G'ildiraklar soni bo'yicha: bir g'ildirakli (K, D, V), ko'p g'ildirakli (M, MS, MD, A, AP, ESV);
- 2) Suvni g'ildirakka kirish xususiyati bo'yicha: bir tomonlama (K, V, MS, A, AP), ikki tomonlama (D, MD);
- 3) Valni joylashishi bo'yicha: gorizontall valli (K, V, MS, MD), vertikal valli (V, A, AP, ATN);
- 4) Qobiqni ajralishi bo'yicha: gorizontall ajraluvchi (D, M, V), vertikal ajraluvchi (K, MS);
- 5) Bosim hosil qilishi bo'yicha: past bosimli, balandligi 20 metrgacha, $H=20$ m, o'rta bosimli, balandligi 20-60 metr oralig'ida $H=20-60$ m, yuqori bosimli, balandligi 60 metrdan yuqori $H>60$ m.
- 6) Tezkorligi bo'yicha: sekin $n_s=40-80$, o'rtacha $n_s=80-150$, tezkor $n_s=150-350$.

Tezkorlik yoki aylanishlar soni deb, ishchi g'ildiragi, va oqimli, qismi detallari qurilayotgan nasosning ishchi g'ildiragi va oqimli qismi detallariga geometrik o'xshash bo'lgan, nasos valining aylanish chastotasiga aytiladi [3, 4].

Boshqarmasi tasarrufidagi kaskadli sug'orish nasos stansiyalarini tahlil qilishi davomida asosan "D" turdagi markazdan qochma nasoslar ishlatilayotganligi ko'rib chiqildi.

"D" turdagi markazdan qochma nasoslarning suv haydashi $Q=55..3500$ l/s yoki $Q=200..12500$ m³/soat va bosimi $H=12...137$ m teng bo'ladi. «D» turdagi nasoslarning afzalliklari («K» turdagi markazdan qochma nasosga nisbatan):

- 1). Ikki tomonlama suv surilishida o'qiy kuchlarni muvozanatlashuvi
- 2). Korpusni gorizontall ajralishi va ta'mirlash ishlari qulayligi [5, 6].

Chirchiq-Ohangaron irrigatsiya tizimlari havza boshqarmasi qoshidagi nasos stansiyalari, energetika va aloqa boshqarmasi tasarrufidagi kaskadli nasos stansiyalari ish rejimlari va parametrlari o'rganib chiqildi.

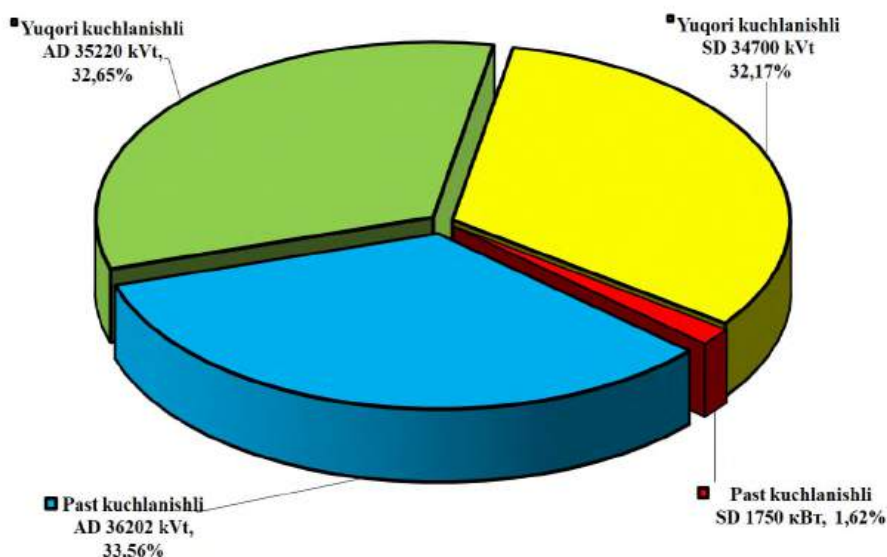
Boshqarma tasarrufidagi nasos stansiyalarda asosan past kuchlanishli katta quvvatli nasos agregatlari tahlil qilib chiqildi. Nasos agregatlariga asosan "D" turdagi markazdan qochma nasoslar va qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron dvigatellar o'rnatilgan.

Respublika sug'orish nasos stansiyalari nasos agregatlarida asosan past kuchlanishli quvvati 200 kVtgacha bo'lgan qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron dvigatellar o'rnatilgan (1-rasm).

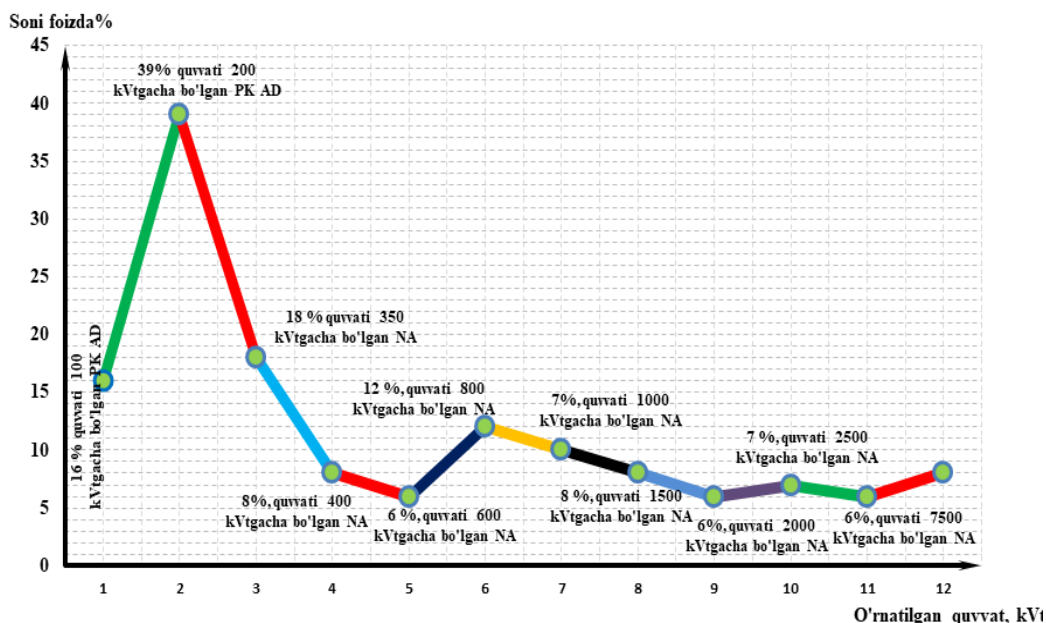
Natijalar

Tadqiqot ishi Chirchiq-Ohangaron irrigatsiya tizimlari havzalari boshqarmasi, nasos stansiyalar, energetika va aloqa boshqarmasiga qarashli nasos stansiyasining kuchli gidrouskunalarni tahlil va taqqoslash asosida, ularning past kuchlanishli va yuqori kuchlanishli asinxron va sinxron elektr yuritmalar bilan taqsimlanishi aniqlandi (1-rasm).

Asinxron dvigatelli past kuchlanishli elektr yuritmalar 33,56%, yuqori kuchlanishli asinxron dvigatel – 32,65%, sinxron yuqori kuchlanishli elektr yuritma – 32,17%, sinxron past kuchlanishli elektr yuritma – 1,62% tashkil etadi (2-rasm).



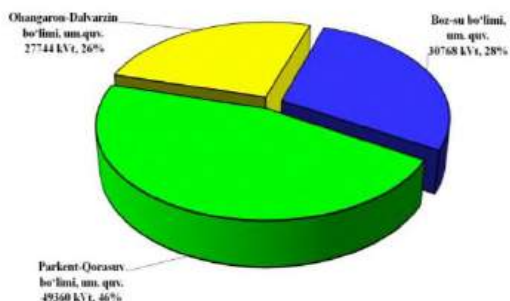
1- rasm. AD va SD elektr yuritmalarida oʻrnatilgan quvvatining taqsimlanishi



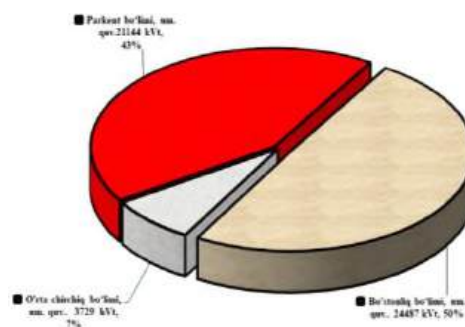
2- rasm. Nasos agregatlari elektr dvigatellari sonining foizlarda ularning quvvatiga bogʻliq ravishda taqsimlanish grafigi

Past va yuqori kuchlanishli AD va SD elektr yuritmalarida oʻrnatilgan quvvatning taqsimlanishi, shuningdek markazdan qochma va oʻqli nasoslarning va elektr energiyasini isteʼmol qilishi Chirchiq-Ohangaron irrigatsiya tizimlari havzalari boshqarmasi tasarrufidagi nasos

stansiyalar, energetika va aloqa boshqarmasida turlichadir, ya'ni bu sug'oriluvchi yerlarning suv bilan ta'minlanganligi turli holatlarda bo'lishi bilan tushuntiriladi. 3-4 rasmlarda markazdan qochma va o'qli nasoslarning taqsimlanishi va elektr energiyasining iste'moli boshqarma va bo'limlar bo'yicha foizlarda ko'rsatilgan.



3-rasm. Chirchiq Ohangaron- irrigatsiya tizimlari havzalari boshqarmasiga qarashli nasos stansiyalarning umumiy quvvati



4-rasm. Parkent-Qorasuv bo'limidagi nasos stansiyalarning umumiy quvvati

Olib borilgan eksperiment tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki bitta nasos stansiyadagi elektr yuritmalarning o'rnatilgan o'rtacha quvvati quyidagicha bo'ladi:

$$W_{o'r.o'rn.kuv.} = \sum W_{Boz-suv\ bo'l.} + \sum W_{Parkent-Korasuv\ bo'l.} + \sum W_{Oxan.Dalvarz.bo'l.}$$

$$/3 = \sum W_{o'r} 252,37 + \sum W_{o'r} 323,42 + \sum W_{o'r} 224,78/3 = 266,85\ kVt$$

Har bir nasos stansiyadagi nasos agregatlarining o'rtacha soni

$$N_{o'r.soni} = \sum W_{Boz-suv\ bo'l.} + \sum W_{Parkent-Korasuv\ bo'l.} + \sum W_{Oxan.Dalvarz.bo'l.} / 3 =$$

$$= \sum N_{o'r} 2,9 + \sum N_{o'r} 3,30 + \sum N_{o'r} 2,60 / 3 = 2,93 \approx 3\ HA$$

Chirchiq-Ohangaron irrigatsiya tizimlari havza boshqarmasi qoshidagi nasos stansiyalari, energetika va aloqa boshqarmasi tasarrufidagi uzun kaskadli suv uzatgichli nasos stansiyalarining o'rnatilgan umumiy quvvati 12700 kVt li elektrdvigatellar, markazdan qochuvchi va o'qli nasoslar, oddiy hamda murakkab bosimli quvurlar bilan jihozlangan.

“Nasos – dvigatel - bosimli quvur” tizimi uchun chastotaviy o'zgartirgichlarni parametrlari uchun kuchlanishni miqdoriga ko'ra, yuqori kuchlanishli va past kuchlanishli, elektr dvigatellar tipiga ko'ra asinxron va sinxron, nasos agregatlarini bosimli quvurlarining ulanish variantlarini hisobga olgan holda markazdan qochuvchi va o'qli nasoslarga bo'lish mumkin [3].

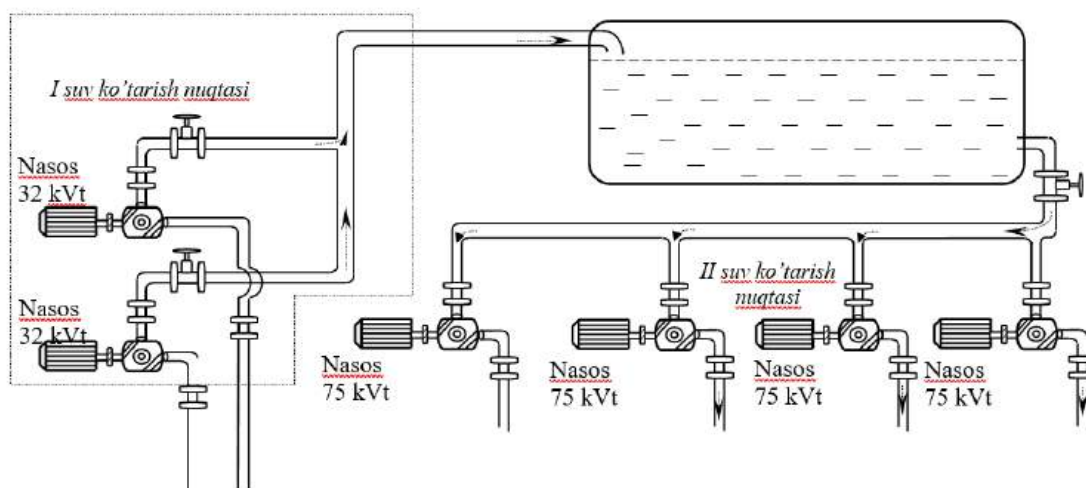
Bundan tashqari har bir keltirilgan uzun kaskadli suv uzatgichli nasos stansiyalarini o'rganish jarayonida uning umumiy sxemasi chizildi va tashqi elektr ta'minotiga ulanishning bir chiziqli sxemalari keltirildi (5-rasm).

Munozara

Suv talab etiladigan sug'oriladigan yerlarga sug'orish nasos stansiyalaridan foydalanishda ularning ishini xarakterlaydigan asosiy ko'rsatkichlari bilan tanishib chiqamiz.

Kaskadli nasos stansiyalari (5-rasm) asosan yilning mart-aprel oylaridan boshlab yilning oktabr –noyabr oyigacha deyarli to'liq quvvatda ishlaydi.

Sug'orish tizimlarining nasos stansiyalarining ish tartibi bir qator parametrlar bilan belgilanadi. Jumladan konstruktiv tuzilishi, texnologik va elektr energiyasi sifatida aniqlanadi.



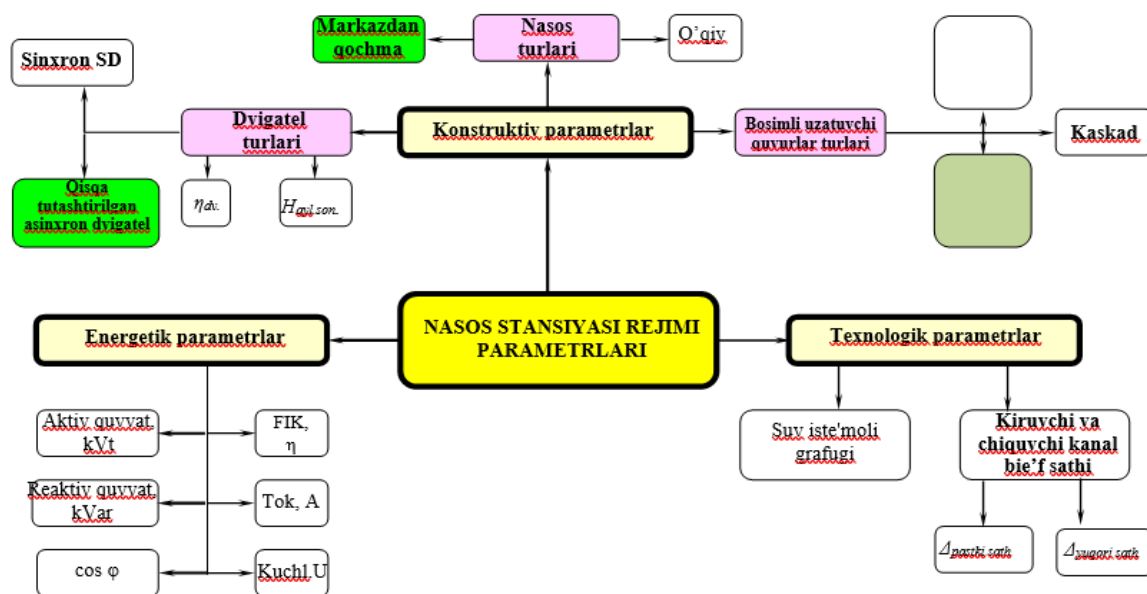
5 rasm. Kaskad nasos stansiyalarning umumiy ko‘rinishi

Konstruktiv deganda quyidagilarni o‘ziga jamlaydi: ya’ni bosim quvurlari (oddiy yoki murakkab quvur liniyasi), nominal quvvat, yuritma dvigatelining aylanish tezligi, transformatorlarning quvvati, uskunalarining nominal kuchlanishi, parrak (lopast)larning burilish burchagi va h.k. Agar ushbu parametrlarning nominal – yuqori daraja qiymatlarida ishlayotgan bo‘lsa ular nazoratga olinmaydi. Texnologik parametrlarga quyidagi parametrlar kiradi: suv chiqarish hajmi, suv ko‘tarish balandligi, suv iste’mol qilish rejasi va h.k. [1].

Elektr parametrlariga quyidagi ko‘rsatkichlar kiradi: ya’ni elektrodvigatel qisqichlarida kuchlanish qiymatlari, quvvat manbaining chastotasi, aktiv va reaktiv quvvatlar, quvvat koeffitsiyenti, energetik ko‘rsatkichlar va h.k.

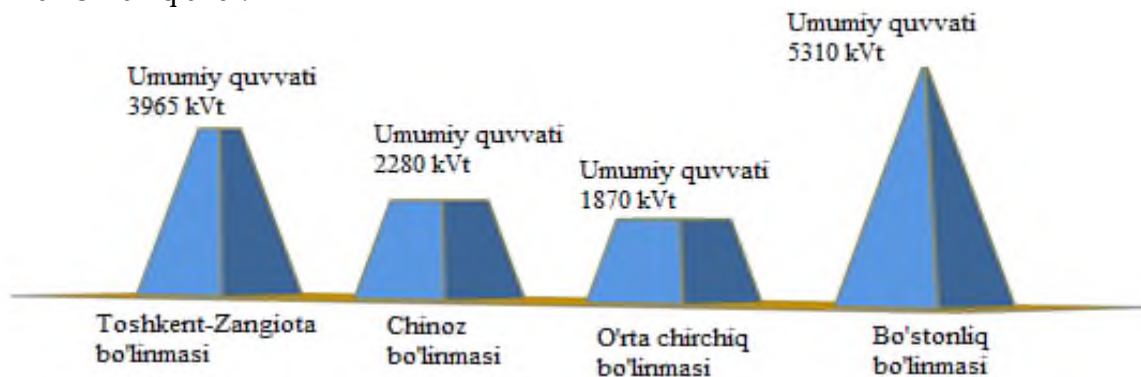
Dvigatel-nasos- bosimli quvur tizimini aniqlash uchun ularni ishlashi bo‘yicha yuqori kuchlanishli va past kuchlanishli, elektrodvigatel tipi bo‘yicha sinxron va qisqa tutashtirilgan asinxron elektrodvigatellarga, nasos tipi bo‘yicha markazdan qochma nasoslar va o‘qiy nasoslarga va boshqa tipdagi nasoslarning bosim truboprovodalarga ulanish imkoniyatlariga qarab bo‘linishi mumkin [3].

Sug‘orish nasos stansiyalari va ularning agregatlarini boshqarish bo‘yicha keyingi tadqiqotlar va ishlanmalar uchun biz yuqorida keltirilgan xususiyatlarni hisobga olgan holda dvigatel-nasos-bosimli quvur tasniflash tizimini ishlab chiqdik. Bu tasnif quyidagi 6-rasmda keltirilgan.



6-rasm. Kaskad nasos stansiyalarining ish rejimlari konstruktiv, texnologik va energetik parametrlari

Uzun kaskadli nasos stansiyalarini quvvatlari va gidro qurilmalarini o'lchamlarini baholash maqsadida Chirchiq- Ohangaron irrigatsiya tizimlari havza boshqarmasi qoshidagi nasos stansiyalari, energetika va aloqa boshqarmasi tasarrufidagi nasos stansiyalar tahlil qilindi (7-rasm). Uzun kaskadli nasos stansiyalarini kuchli energo va gidro qurilmalarini taqqoslash va tahlili asosida yuqori kuchlanishli va past kuchlanishli asinxron va sinxron elektr dvigatellarning miqdoriga ko'ra taqsimlanishi aniqlandi.



7-rasm. Nasos stansiyalari umumiy quvvatlarining taqsimoti

Ko'rilgan tahlillar natijasida, yuqori kuchlanishda ishlaydigan elektrodvigatellar 85% ni, past kuchlanishda ishlaydigan asinxron elektrodvigatellar 15% ni, yuqori kuchlanishda ishlaydigan sinxron elektr dvigatellar 95% ni va past kuchlanishda ishlaydigan sinxron elektr dvigatellar 2%ni tashkil qiladi.

O'tkazilgan tahlillarning ko'rsatishicha, nasos stansiyalar bo'yicha kuchli energo va gidroqurilmalar tarkibi turlari va elektr dvigatellar tiplarining soni 40 tagacha boradi.

Respublika sug'orish tizimlarida ishlayotgan nasos stansiyalarining elektr dvigatellarini tahlilidan kelib chiqqan holda chastotani o'zgartirgichi chastotaviy eksperimental moslamalar uchun nasos agregatlarini ishlatadigan past kuchlanishli rotori qisqa tutashtirilgan (korotkozamknutiy) asinxron elektr dvigatellarning varianti tanlab olindi.

Qisqa tutashtirilgan asinxron elektr motorlari uzun kaskadli sug'orish nasos stansiyalarida keng qo'llaniladi. Bu turdagi qisqa tutashtirilgan asinxron elektr motorlar ishlab chiqarilishi oson, yuqori darajada ekspluatatsiya qilinishi va texnik iqtisodiy parametrlariga ega [6].

Ushbu turdagi elektr motorlarning muhim xususiyatlaridan biri, valdagi yuklanalardan qat'iy nazar dvigatelning doimiy tezligi o'zgarmaydi. Chastota o'zgartirgich qurilmasi ishchi holatdagi yuklamada ishlaydigan qisqa tutashtirilgan asinxron elektr motorlarning aylanish tezligini boshqarish imkonini beradi.

Xulosa

Uzun kaskadli suv uzatgichlarda chastotaviy rostlanuvchi elektroyuritmalar asosida suv uzatuvchi nasos agregatlarini avtomatlashtirishda asosan Chirchiq - Ohangaron irrigatsiya tizimlari havza boshqarmasi qoshidagi nasos stansiyalari, energetika va aloqa boshqarmasi tasarrufidagi uzun kaskadli nasos stansiyalarning texnologik, konstruktiv parametrlari va suv chiqarish sarfi, umumiy quvvati qarab chiqildi. Qaralayotgan sug'orish nasos stansiyalarida suv chiqarish tizimining mukammal tarzda boshqarilmayotganligi elektr energiya va suv isrofi vujudga kelmoqda.

Ularning misolida ko'rib chiqilgan kaskad nasos stansiyalarining energiya samarador ish rejimlari va parametrlarining tahlili nasos stansiyalarining energo-resurs tejamkorligini oshirishda va avtomatik boshqarishda kaskadli nasos stansiyalarida chastotaviy rostlanuvchi elektroyuritmalar qo'llash haqida tavsiyalar berish mumkin bo'ladi.

Adabiyotlar

- [1] O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi PF-60-son “2022-2026 yillarga mo‘ljallangan yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida”gi Farmoni.
- [2] Allaev K.R. Zamonaviy energiya va uning rivojlanish istiqbollari. - T.: “Fan va texnologiyalar nashriyot matbaa uyi”, 2021. - 952 b.
- [3] Kamalov T.S. Частотно регулируемый электропривод насосных станций машинного орошения. – Т.: Fan, 2014. – 368 с.
- [4] Kamalov T.S., Shavazov A.A., Sayfullayeva L.I. Вопросы пуска и регулирования производительности насосного агрегата насосных станций систем машинного орошения // Энергосбережение и Водоподготовка. – Москва, 2019. №3 (119), С. 51-54. (05.00.00; №97).
- [5] Leznov B.S. Энергосбережение и регулируемый привод в насосных установках. – М.: ИК «Ягорба-биоинформсервис», 1998. – 381 с.
- [6] Shavazov A.A., Ishanova D. A. // Математические модели и передаточные функции частотно-управляемого асинхронного двигателя. // Volume-08 Oct. - 2022 Website: www.ejird.journalspark.org ISSN (E): 2720-5746
- [7] Ishnazarov O., A. Shavazov D. Ishanova. // Closed Frequency Control System of Asynchronous Motor in Irrigation Pump. // Pioneer: Journal of Advanced Research and Scientific Progress (JARSP) Volume: 01 Issue: 04 | 2022 ISSN: 2751-7551.
- [8] A Isakov, A Shavazov and A Elmuratova. Management efficiency of pumping aggregates through frequency converter. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 1076 (2022) 012050 AEGIS-2022.
- [9] Shavazov A.A., Eshquziev Kh.M. Interconnected systems of pumping stations with asynchronous frequency electric drives. Scientific-technical journal STJ FerPI, 2023, T.27. Special editions №15
- [10] Xamudxonov M.M., Abdullabekov I.A., Do‘smatov R.K., Xamudxonova N.B., Fayzullayev B.X. Chastota bilan boshqariladigan elektr uzatgichni qo‘llash bilan nasos stantsiyasining ishlash rejimlarini boshqarish // Web of Conferences, II Xalqaro ilmiy konferentsiya. IOP Conf. Seriya: Materialshunoslik va muhandislik 862 (2020) 062048IOP. Nashr qilish <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/862/6/062048>
- [11] Islombek Abdullabekov, Sapaev Xushnud. Chastotali boshqariladigan elektr drayverlarga asoslangan Ramazon nasos stantsiyasining suv ko‘tarish agregatlari uchun energiya tejankor boshqaruv tizimi. AIP konferentsiyasi materiallari 2552, 040023 (2023); <https://doi.org/10.1063/5.0130676>

UDC 621.383.51

ANALYSIS OF THE ENERGY INDICATORS OF THE 70 kW PHOTOELECTRIC STATION CONNECTED TO THE ELECTRIC NETWORK

Yuldoshov, Boysori Abdukholiqovich – Senior lecturer,
ORCID: 0000-0001-6614-6596, E-mail: b.yuldoshov10@mail.ru
Tashpulatov, Sirojiddin Furqat ugli – Doctoral student (PhD),
ORCID: 0000-0003-2825-5243, E-mail: toshpulatovs@tersu.uz
Karshiev, Shakhvoz Jumanazar ugli – Doctoral student (PhD),
ORCID: 0009-0008-5957-6078, E-mail: shqarshiyev@tersu.uz

Termiz State University, Termiz city, Uzbekistan

Abstract. In the article, the one-year monitoring results of the 70kW on-grid solar station (SS) in the city of Termez, located in the southernmost part of Uzbekistan, are presented. Annual, monthly and daily energy production graphs were analyzed and it was determined that the annual energy production amount is 62.77MWh. Through calculations, the values of the installed coefficient utilization factor (ICUF) were calculated for the solar station and its annual and monthly average values were found. Even though the average ICUF is 10.32%, the on-grid solar station can be considered a promising project. The biggest factor causing system energy losses is pollution, which is related to the climate of the region. The main factor in the sharp difference in the results is the stationarity of our station and the fact that the technique of cleaning the panel's surface from pollination was not used. However, the payback period of such a station by calculation included 7.5 years if inflation is not taken into account.

Keywords: on-grid system, solar station, installed coefficient utilization factor, yield energy, renewable energy, efficiency, pollution.

UO‘K 621.383.51

ELEKTR TARMOG‘IGA ULANGAN 70 kW QUUVATLI FOTOELEKTRIK STANSIYANING ENERGETIK KO‘RSATKICHLARI TAHLILI

Yuldoshov Boysori Abduxoliqovich – katta o‘qituvchi
Toshpulatov Sirojiddin Furqat o‘g‘li- doktorant (PhD)
Qarshiyev Shaxvoz Jumanazar o‘g‘li- doktorant (PhD)

Termiz davlat universiteti, Termiz sh., O‘zbekiston

Annotatsiya. Maqolada O‘zbekistonning eng janubiy qismida joylashgan Termiz shahridagi 70 kW quvvatga ega quyosh stansiyasining (QS) bir yillik monitoring natijalari keltirilgan. Yillik, oylik va kunlik energiya ishlab chiqarish grafiklari tahlil qilindi va yillik energiya ishlab chiqarish miqdori 62,77 MWh ekanligi aniqlandi. Quyosh stansiyasi uchun belgilangan quvvatdan foydalanish koeffitsiyenti (BQFK) qiymatlari hisoblab chiqildi va uning yillik va oylik o‘rtacha qiymatlari topildi. O‘rtacha BQFK 10,32% bo‘lishiga qaramay, tarmoq quyosh stansiyasini istiqbolli loyiha deb hisoblash mumkin. Tizimning energiya yo‘qotilishiga olib keladigan eng katta omil bu hududning iqlimi bilan bog‘liq bo‘lgan ifloslanishdir. Natijalardagi keskin farqning asosiy sababi stansiyamizning statsionarligi va panel sirtini changlanishdan tozalash texnikasidan foydalanilmaganligidir. Ammo, inflyatsiya hisobga olinmasa, bunday stansiyaning o‘zini oqlash muddati hisoblashlarga muoffiq 7,5 yilga teng ekan.

Kalit so‘zlar: tarmoq tizimi, quyosh stansiyasi, belgilangan quvvatdan foydalanish koeffitsiyenti, ishlab chiqarilgan energiya, qayta tiklanadigan energiya, samaradorlik, ifloslanish.

УДК 621.383.51

АНАЛИЗ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ МОЩНОСТЬЮ 70 кВт, ПОДКЛЮЧЕННОЙ К ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ

Юлдошов Бойсори Абдухоликович- старший преподаватель
Тошпулатов Сироджиддин Фуркатович – докторант (PhD)
Каршиев Шахвоз Жуманазарович – докторант (PhD)

¹Термезский государственный университет, г. Термез, Узбекистан

Аннотация. В статье представлены результаты годового мониторинга сетевой солнечной станции (СС) мощностью 70 кВт в городе Термез, расположенном в самой южной части Узбекистана. Были проанализированы годовые, ежемесячные и ежедневные графики производства энергии и установлено, что годовой объем производства энергии составляет 62,77 МВтч. Путем расчетов рассчитаны значения коэффициента использования установленной мощности (КИУМ) для солнечной станции и найдены его среднегодовые и месячные значения. Несмотря на то, что средний КИУМ составляет 10,32%, сетевую солнечную станцию можно считать перспективным проектом. Самым большим фактором, вызывающим потери энергии в системе, является загрязнение окружающей среды, которое связано с климатом региона. Основным фактором резкого различия результатов является стационарность нашей станции и то, что не использовалась методика очистки поверхности панели от опыления. Однако срок окупаемости такой станции по расчету составил 7,5 лет, если не учитывать инфляцию.

Ключевые слова: сетевая система, солнечная станция, коэффициент использования, установленная мощность, произведенная энергия, возобновляемая энергия, эффективность, загрязнение.

Introduction

Against the background of world development, the demand for energy is increasing year by year. This makes it necessary to pay attention to renewable energy sources from year to year. For this reason, the government has been paying attention to this field in recent years. A number of decisions and decrees are being adopted in this area. Among the renewable energy sources, the use of solar energy is the most convenient. In comparison to the PV installations in 2018 (481 GW), the world's PV installed capacity is projected to increase almost six times by 2030 (to 2841 GW) and almost 18 times by 2050 (to 8519 GW) [1]. Today, while using solar energy, it is necessary to reduce the demand for energy and take care of the environment. Electricity plays an important role as a secondary energy source in energy transitions. Compared to traditional fossil fuels, electricity is cleaner, more efficient in production and consumption, and easier to transmit and utilize. So, electricity has significant potential for driving the transition to green energy [2]. The use of solar energy causes the reduction of green house gases (GHG) released into the environment [3]. The opportunities provided for the use of solar energy in recent years will greatly contribute to the improvement of the above-mentioned energy supply and the reduction of the release of harmful gases into the environment.

In addition to the energy problem, the problem of climate change is becoming very important all over the world. Effective use of solar energy is one of the main solutions to these problems. In this regard, the construction and use of Solar Stations (SS) of various sizes around the world are in full swing. Reduction of CO₂ gas emission into the atmosphere due to the energy obtained from photovoltaic (PV) and its analysis are considered in works [4,5].

There are many dimensions that characterize the solar station. Based on the system, analyzing its yearly, monthly and daily energy production and the coefficient of use of the installed capacity using its one-year results. Scientists such as Muiyiwa S. A., Emil E.T. analyzed the PV plant in

Norway and obtained a value of 10.58% for the annual CUF [6]. In addition, the annual average daily PV module efficiency, system efficiency and inverter efficiency were 12.7%, 11.6% and 88.8%, respectively. Ramesh Chaudhary and Pratiksinh Chavda have reviewed the influence of climatic factors on CUF in their article [7]. In this case, the strong dependence of CUF on radiation was mentioned in the conclusion and varied between the values of 16.96% and 22.41%. Quantities related to the energy produced by the PV system, and system losses [8] were considered in detail in the works. Various economic indicators of SS were also analyzed.

The high temperature of the panel and pollution of the panel surface has a great impact on the sharp decrease in the panel efficiency [9, 10]. However, for effective use of the roof of the building, it is advisable to test green energy sources. As a result of research carried out in natural conditions, monocrystalline PV panels were found to be the most efficient among the three types of panels [11]. And this is the basis for the use of monocrystalline PV panels in SS today. The main purpose of the work is to analyze the annual energy amount produced by 70kW SS, to get the analysis of daily energy amounts and to find the daily, monthly and annual values of CUF for SS installed in the area.

Research methods and materials

The 70kW solar plant in study is located on the territory of Termez State University (longitude of 37° 13'57"N, latitude of 67° 17'8"E). The PV panels are installed at a tilt angle of 21° facing south and connected to a 100 kW inverter inside the building (Figure 1).

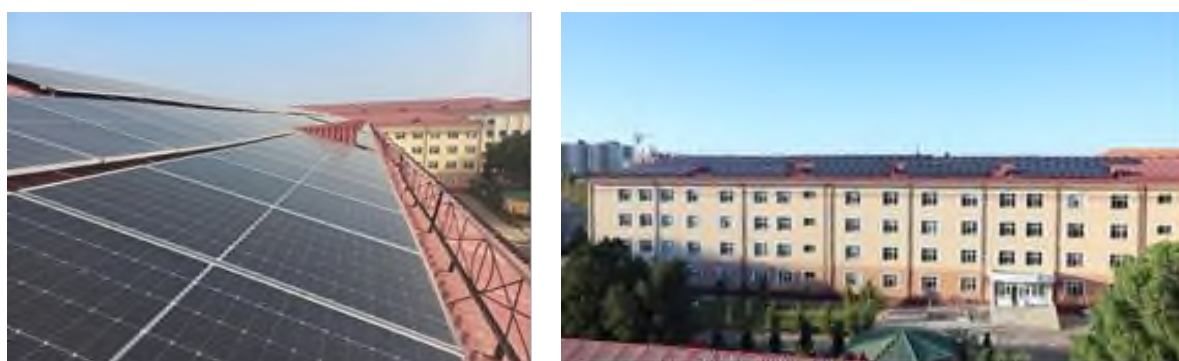


Figure 1. Overview of on-grid solar system.

Termez is one of the cities with the most open sunny days and the largest annual solar radiation, as it is located in the southernmost part of our country. Based on the geographical and climatic conditions of Termez, we can conclude that it has a huge potential for renewable solar energy [12].

The duration of annual solar sunshine exceeds 3000 hours per year. Termez has a high solar energy potential, which indicates that it can become one of the future green energy areas for the installation of photovoltaic energy systems. You can get information about the average sunshine hours in months and years from table 1 below [13].

Table 1

Average sunshine hours in Termez City in months and years

Month	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Year
Mean monthly sunshine hours	139.5	144.1	189.1	246.0	334.8	375.0	384.4	362.7	315.0	257.3	195.0	139.5	3082.4
Mean daily sunshine hours	4.5	5.1	6.1	8.2	10.8	12.5	12.4	11.7	10.5	8.3	6.5	4.5	8.4

In the study, the installed power utilization coefficient of the 70kW on-grid solar plant installed on the territory of Termez State University was analyzed. This system is installed on the roof of one of the university dormitories facing south. 450W and 540W monocrystalline panels were used in the on-grid solar system, and their electrical characteristics are given in Table 2.

Table 2

Electrical characteristics of the PVs

Model Type	LS450HC (LA Solar)	LS540BF (LONGI)
Peak Power (Pmax)	450W	540W
Module Efficiency	20.6%	20.95%
Maximum Power Voltage (Vmp)	41.00V	41.55V
Maximum Power Current (Imp)	10.98A	13.00A
Open Circuit (Voc)	49.60V	49.5V
Short Circuit Current (Isc)	11.53A	13.81A
Power Tolerance	± 3 %	± 3 %
Maximum System Voltage Nominal	1500V	1500V
Maximum Series Fuse Rating	20A	25A
Panel Dimension (H/W/D)	2108*1048*40 mm	2279*1134*35
Number of panels	50	88

In this solar system, solar panels will generate the DC electricity by absorbing sunlight and the solar inverter will convert the same DC electricity into AC electricity which can then be used directly at home or business. If the system will produce more power than is being consumed, the surplus is fed into the main electrical grid via solar net metering. The diagram of the 70kW on-grid solar plant is shown in Figure 2. In this case, the inverter is connected to the Internet via Wi-Fi, and it is possible to monitor the daily energy produced by the solar system, the energy produced and its consumption at any time of the day. Inverter SUN2000-100KTL-M1 is used for the system and it is considered modern equipment for the solar energy section. Information is given about the characteristics of this inverter in Table 3. It is considered a modern 3-phase inverter, reducing excess losses. It should also be noted here that there are almost no power outages in cities, and the fact that the city grid can be used as an unlimited capacity accumulator battery is appropriate. In this case, the high costs of the battery will be reduced. This method is widely used in large power stations being installed today.

Table 3

Inverter electrical and technical specification

Technical Specification SUN2000-100KTL-M1	
Max. efficiency	98.8% @480 V, 98.6% @380 V / 400 V
Dimensions (W x H x D)	1,035 x 700 x 365 mm
Weight (with mounting plate)	90 kg
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude without Derating	4,000 m
Relative Humidity	0 ~ 100%
DC Connector	Staubli MC4
AC Connector	Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree	IP66

Full reports of daily and monthly power generated by the system can be accessed through <https://region02eu5.fusionsolar.huawei.com> using mobile phones or computers. This information was directly utilized in the article.

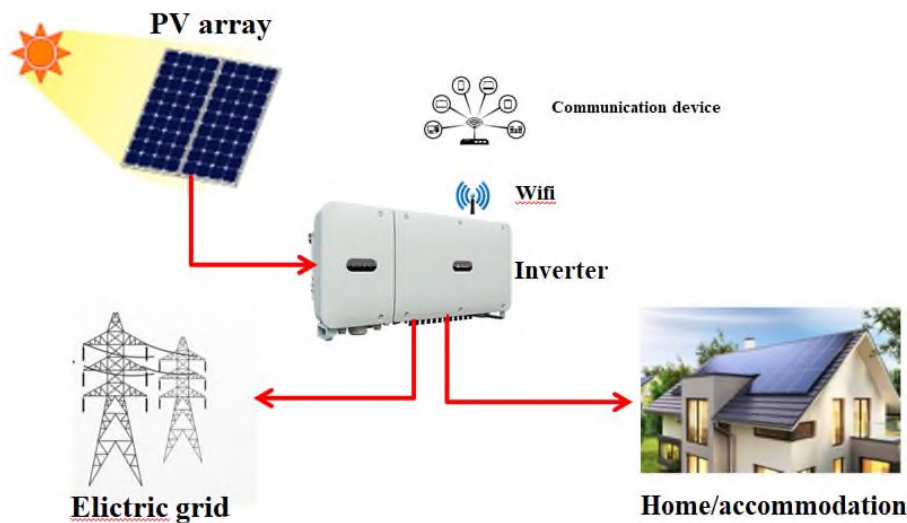


Figure 2. Diagram of the on-grid solar system

The CUF is defined as the ratio of the AC actual energy output to the amount of energy that the PV system would generate if it operated at nominal power [14]. An alternative definition is the duration an electrical system operates at 100 percent capacity. The coefficients calculated over short time intervals differ significantly from one another; consequently, the results obtained from calculations spanning a week, month, or year become increasingly accurate as the time period extends.

Results and discussions

The data collected from 17 October 2022 to 16 October 2023 to study the photovoltaic plant's performance were obtained at Termez State University (latitude $37^{\circ}13'$). All information is recorded in the on-site database as the inverter is connected to the Internet. Based on the overall results, the annual electricity produced by the solar system (SS) and its Capacity Utilization Factor (CUF) coefficients for months and years are analyzed. The energy produced by the SS during each month is shown in Figure 3.

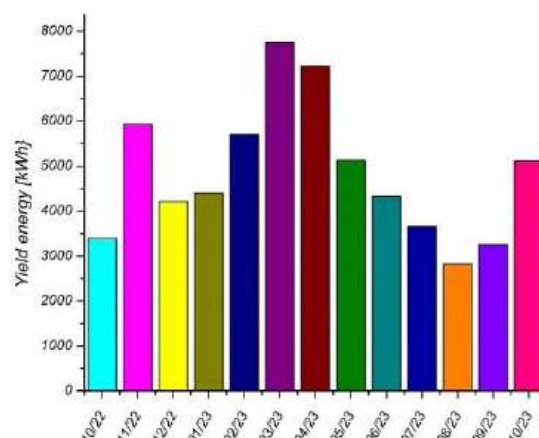


Figure 3. The total energy manufactured in the months

Using the graph, the largest energy was produced in March, which is equal to 7.755MWh. The most energy produced day of the year also belongs to this month, 379.25kW of energy was produced on this day. The energy distribution by time on this day was given in Figure 4. It can be seen from the graph that the day was sunny and clear, and therefore the energy graph has the characteristic of symmetry.

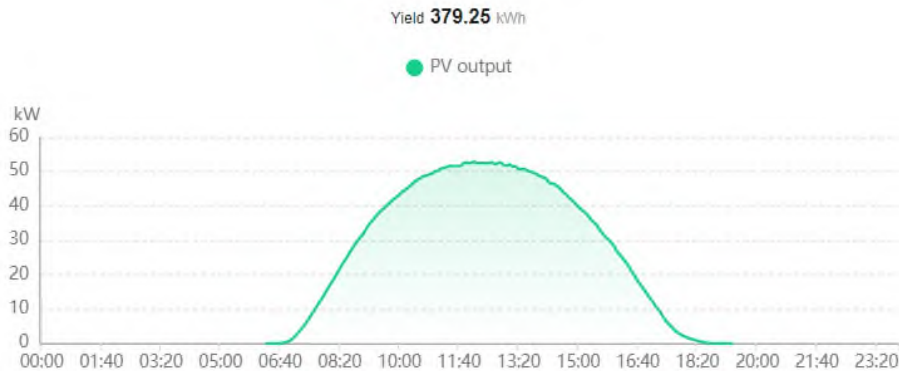


Figure 4. Dependence of energy distribution on 15.03.2023 on the duration of the day

Using the energy function, a general summary of the day's information can be obtained. Although the installed capacity of the station is 70 kW, it could not reach this maximum value at any point during the day because it was installed as a stationary system. In stationary stations, but also a separate PV panel, the panel cannot reach its maximum power in a stationary state [15]. The reason is that as the temperature of the PV panel increases, the open circuit voltage drops sharply, which causes the power to drop. Since March, the amount of monthly energy production has been decreasing month by month. This lasted until October. The main reason for this is pollution of the panel surface, which once again confirms that pollution is one of the main factors that cause energy losses. In addition, the anomalous heat of the summer months also contributed to this energy loss. Since the surface of the panels was cleaned of dust and pollution due to the rain in October, 5.5MWh of energy was produced in 16 days of October, more energy was produced than the 3.25MWh of energy produced in September. This requires the use of the technology of cleaning the panels installed on the roof of the building. CUF (Capacity Utilization Factor) is one of the main parameters of our photoelectric system, which produced 63.3MWh of energy in one year, and its average value was 10.32%. This coefficient changes over the months and its average value in Figure 5.

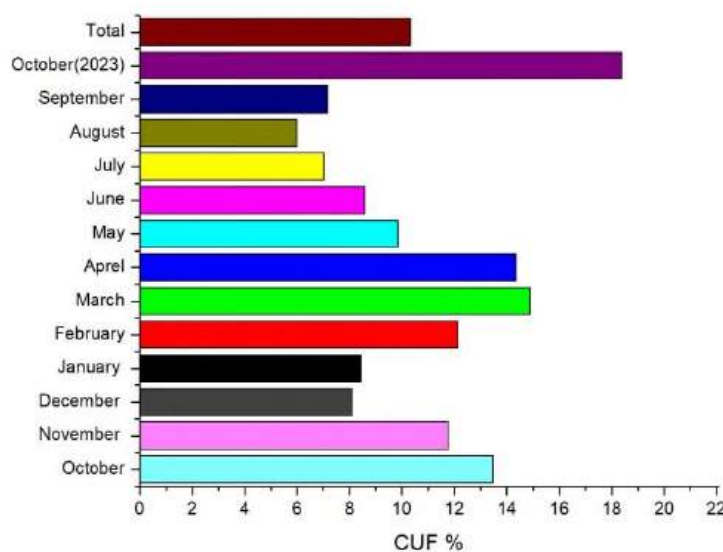


Figure 5. CUF in months and total

Although the average value of CUF in our station is equal to 10.32%, it was close to 15% in March and April. In October 2023, it showed the maximum value of 18.4%. Based on this, daily produced energy in October 2023 was analysed, Figure 6.

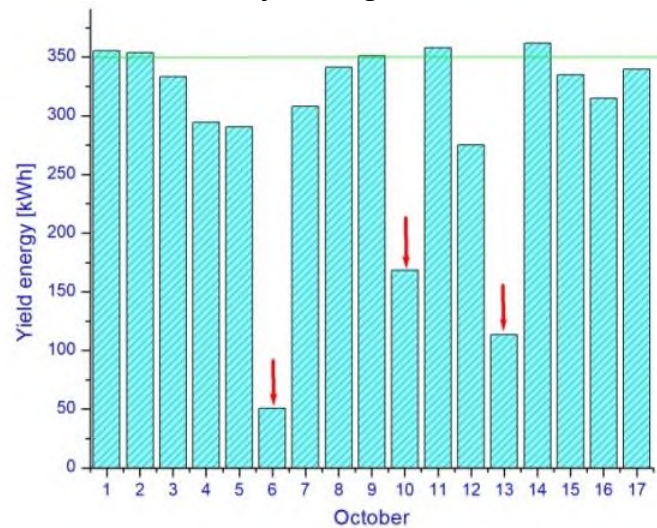


Figure 6. Energy analysis in October 2023

As mentioned, in October, the value of CUF was the maximum for the considered period. And this led to a review of the daily analysis of the energy produced this month. From Figure 6, we can see that on October 6, at least 50kWh of energy was produced, and it was a day known as "Afghan wind" in Termiz city. The surface of the panel was cleaned due to some rain after the wind. Therefore, energy on October 5 and October 7 was 308.03kWh and 341.17kWh, respectively. On October 10 and October 13, the weather was cloudy and it rained during the day, and therefore the amount of energy produced on this day was small, and the results of the next day increased and more than 350 kWh of energy was produced. The changes in energy distribution during these days depending on the time of day were given from Figure 7.

From the graphs above, the October 13rd and 14th cases are given. The date October 13 the weather was generally cloudy and rainy. That's way energy distribution was changed very different shape. The maximum power was about 32kW. The total energy produced on this day is the basis for making clear conclusions about this day. On October 14, the weather was sunny. After the rain, the PV panel surface was cleaned from dust and different pollution. Energy distribution was nearly symmetric and maximum power 55kW was recorded. From the analysis of two consecutive days, the cleaning of the PV panel surface by rain has a positive effect on the energy production process.

Energy Management

Day Month Year Lifetime < 2023-10-13 >

Yield 113.21 kWh

PV output



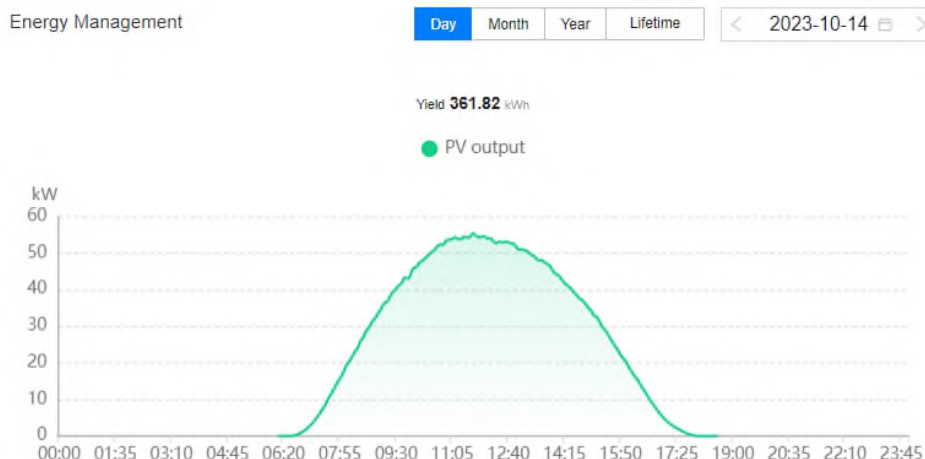


Figure 7. Dependence of energy distribution on time of day

Conclusion

In today's modern world, the demand for energy from renewable energy sources is also increasing every year. One of the main reasons for this is the attitude of people to green energy, and on the other hand, the sharp increase in the efficiency of this type of energy against the background of the development of technologies. The attention paid to this type of energy in our country is certainly contributing to the development of this sector. As a result of the research carried out in the article, the annual energy produced by the solar plant with a total capacity of 70kW located on the territory of Termez State University, CUF values are quoted. The monthly values of the total annual energy production of 62.77MWh are shown in the graphs, and the best energy production was in March when 7.755MWh of energy was produced. In the article, the solar station's CUF was identified using the monitoring system. Based on the results of research and monitoring, the following conclusions were reached:

- When building stationary solar plants, it is important to accurately set the appropriate angle of installation instead of their location and, if possible, change the angle of installation during the seasons, which will increase the amount of energy produced,
- Since the grid works as an infinite battery for such a system, the cost of the battery is saved,
- From the continuous monitoring of panel pollution, it was found that 2-3 months of pollution can reduce the efficiency of the system by 30-50%,
- According to the annual energy produced by the system, its CUF was 10.32%, and the best monthly indicator was 18.4% in October.

The payback period of such a station installed in the southernmost part of Uzbekistan is 7.5 years, which is much shorter than the 25-year panel life. Among the conclusions, it should also be said that pollution is the biggest problem that needs to be solved. In our studies, a general analysis of this station was carried out based on the results of one-year monitoring.

References

- [1] H.H.Pourasl, R.V. Barenji, V.M. Khojastehnezhad. "Solar energy status in the world: a comprehensive review" Energy Rep.,10 (2023), pp.3474-3493. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2023.10.022>.
- [2] Haiying Liu, Pengcheng Han. "Renewable energy development and carbon emissions: The role of electricity exchange", Journal of Cleaner Production,2024, 140807, ISSN 0959-6526. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.140807>.

- [3] Adam, A.D., Apaydin, G., 2016. Grid connected solar photovoltaic system as a tool for green house gas emission reduction in Turkey. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 53, 1086-1091.
- [4] Hwayoung Jeon, CO2 emissions, renewable energy and economic growth in the US, Volume 35, Issue 7, August–September 2022, 107170. <https://doi.org/10.1016/j.tej.2022.107170>.
- [5] Muhammad Nizami, Slamet, Widodo Wahyu Purwanto. Solar PV based power-to-methanol via direct CO2 hydrogenation and H2O electrolysis: Techno-economic and environmental assessment. *Journal of CO2 Utilization*. Volume 65, November 2022, 102253. <https://doi.org/10.1016/j.jcou.2022.102253>.
- [6] Muiyiwa S. Adaramola, Emil E.T. Vagnes. Preliminary assessment of a small-scale rooftop PV-grid tied in Norwegian climatic conditions. *Energy Conversion and Management*. Volume 90, 15 January 2015, Pages 458-465.
- [7] Ramesh Chaudhary, Pratiksinh Chavda. To Study the Temporal Variation of Capacity Utilization Factor (CUF) of PV Based Solar Power Plant with Respect to Climatic Condition. *Current World Environment*. Vol. 11(2), 654-661 (2016). <http://dx.doi.org/10.12944/CWE.11.2.38>.
- [8] Sultan J. Alharbi, Abdulaziz S. Alaboodi. A Review on Techno-Economic Study for Supporting Building with PV-Grid-Connected Systems under Saudi Regulations. *Energies* 2023, 16, 1531. <https://doi.org/10.3390/en16031531>.
- [9] Boysori Yuldoshov, Elyor Saitov, Jasur Khaliyarov, Sardor Bobomuratov, Effect of Temperature on Electrical Parameters of Photovoltaic Module//*Proceedings of International Conference on Applied Innovation in IT*. Volume 11, Issue 1, pp. 291-295. (DOI:10.25673/101957).
- [10] R A Muminov, M N Tursunov, Kh Sabirov, Sh N Abilfayziyev, B A Yuldoshov 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) 012128. doi:10.1088/1742-6596/2388/1/012128.
- [11] Tursunov M.N., Sabirov Kh, Abilfayziyev Sh.N., Yuldoshov B.A. Testing of different material type photoelectric battery and photothermal batteries composed. *Eurasian Physical Technical Journal*, 2022 №4(42), pp.44-50.
- [12] <https://globalsolaratlas.info/detail?c=41.52174,64.567155,6&r=UZB>
- [13] "Sunshine hours Termez 1991-2020". Termez 1991-2020. NOAA. Retrieved 1 November 2023.
- [14] Edalati S., Ameri M., and Iranmanesh M. Comparative performance investigation of mono-and poly-crystalline silicon photovoltaic modules for use in grid-connected photovoltaic systems in dry climates. *Applied Energy*, 160, 255-265. (2015).
- [15] M.N. Tursunov, Kh. Sabirov, T.Z. Axtamov, S.F. Toshpulatov. "Analysis of possibilities of using bifacial solar panels" *INTERNATIONAL SCIENTIFIC JOURNAL VOLUME 2 ISSUE 5 MAY 2023*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7989511>.

UO‘K 532.595.2:532.529

BOSIM ORTISHIDAN SODIR BO‘LADIGAN SUV ZARBI SO‘NDIRGICHI HISOBI

Jonqobilov Ulugmurad Umbarovich¹ – texnika fanlari doktori, professor,
ORCID: 0000-0003-0871-0317, E-mail: ulugmurad@inbox.ru

Rajabov Ulug‘bek Mamashoyevich¹ – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),
ORCID: 0009-0007-6110-1111, E-mail: 020267@mail.ru

Jonqobilov Sobir Ulug‘murodovich² – texnika fanlari falsafa doktori, PhD,
ORCID: 0000-0002-0619-936X, E-mail: jonkobilovsobir@gmail.com

¹Qarshi muhandislik iqtisodiyot instituti, Qarshi sh., O‘zbekiston

²Qarshi irrigatsiya va agrotekhnologiyalar instituti, Qarshi sh., O‘zbekiston

Annotatsiya. Maqola bosim quvurining oxirida o‘rnatilgan diafragmali suvli zarba so‘ndirgichni hisoblashga bag‘ishlangan. Politropik jarayon ($n=1,20$) uchun giperbolik tipdagi to‘lqin tenglamalarining nazariy yechimlari taklif qilingan.

Naporli tizimlarda ijobiy suvli zarb kuchini yumshatish uchun diafragmali suvli zarb so‘ndirgichning samarali konstruksiyasi taklif etilmoqda.

Maqolada zarba so‘ndirgich mavjudligi hisobiga suvli zarbning nazariy va tajriba tadqiqotlari natijalari keltirilgan. Suvli zarb so‘ndirgichni hisoblash uchun tavsiya etilgan usulning natijalari eksperimental ma‘lumotlarga yaxshi mos keladi. Bu suvli zarbni hisoblash uchun taklif qilingan nazariy metodikaning ishonchliligini tasdiqlaydi.

Kalit so‘zlar: suv zarbi, naporli quvur, suv zarb so‘ndirgichi, naporli tizim, diafragmali so‘ndirgich, ijobiy suv zarbi.

УДК 532.595.2:532.529

РАСЧЕТ ГАСИТЕЛЯ ГИДРОУДАРА ОТ ПОВЫШЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ

Жонкобилов Улугмурад Умбарович¹ – доктор технических наук, профессор

Ражабов Улугбек Мамашоевич¹ – доктор философии по техническим наукам (PhD)

Жонкобилов Собир Улугмurodovich² – доктор философии по техническим наукам (PhD)

¹Каршинский инженерно-экономический институт, г. Карши, Узбекистан

²Каршинский ирригационный и агротехнологический институт, г. Карши, Узбекистан

Статья посвящена вопросам расчета гасителя гидроудара с диафрагмой, установленной в конце напорного трубопровода. Предложены теоретические решения волновых уравнений гиперболического типа для политропного процесса ($n=1,20$).

Для гашения силы положительного гидроудара в напорных системах предложена эффективная конструкция гасителя гидроудара с диафрагмой.

В статье приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований гидроудара при наличии гасителя. Результаты предлагаемой методики расчета гасителя гидроудара хорошо согласуются с опытными данными. Это подтверждает достоверность предлагаемой теоретической методики расчета гидроудара.

Ключевые слова: гидроудар, напорный трубопровод, гаситель гидроудара, напорная система, гаситель с диафрагмой, положительный гидроудар

UDC 532.595.2:532.529

CALCULATION OF A WATER HAMMER ABSORBER WITH PRESSURE INCREASE

Jonkobilov, Ulugmurad Umbarovich¹ – Doctor of Technical Sciences

Rajabov, Ulug‘bek Mamashoyevich¹ – Doctor of Philosophy in Technical Sciences (PhD),
associate professor

Jonkobilov, Sobir Ulug‘murodovich² – Doctor of Philosophy in Technical sciences, PhD

¹Karshi Engineering-Economics Institute, Karshi city, Uzbekistan

²Karshi Institute of Irrigation and Agricultural Technologies, Karshi city, Uzbekistan

Abstract. The article is devoted to the calculation of a hydraulic shock absorber with a diaphragm installed at the end of a pressure pipeline. Theoretical solutions of hyperbolic type wave equations for a polytropic process ($n = 1.20$) are proposed.

To dampen the intensity of hydraulic shock from increasing pressure in pressure-hydraulic systems, an effective design of a hydraulic shock absorber with a diaphragm is proposed.

The article presents the results of analytical and experimental studies of water hammer in the presence of a damper. The results of the proposed method for calculating the water hammer are in good agreement with the experimental data. This confirms the reliability of the proposed analytical method for calculating the water hammer.

Keywords: hydraulic shock, pressure pipeline, hydraulic shock absorber, pressure-hydraulic system, damper with a diaphragm, positive hydraulic shock.

Kirish

Naporli quvurlar tizimlarini suv zarbi ta'siridan himoya qilish uchun turli so'ndirgichlar [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8], xususan, silindr shaklidagi havoli-suvli idishlar ishlatiladi [9, 10, 11, 12, 13, 14].

N.E.Jukovskiy [1] quvurlar tizimiga o'rnatilgan havoli-suvli idishlarda suv zarbini hisoblash usulini taklif qildi. Shu bilan birga, muallif havoli-suvli idishdagi havo hajmini aniqlash uchun taxminiy formulani taklif qiladi va havoli-suvli idishlardagi havoning siqilish va kengayish adiabatik qonunini qabul qiladi, chunki muallifning fikriga ko'ra, suv zarbi jarayoni tez sodir bo'ladi [1].

I.A.Charniy [2] havoli-suvli idishlarni hisoblash uchun suv zarbining chiziqli tenglamalaridan foydalanadi. Bunda muallif havoli-suvli idishda havoning siqilishi va kengayishi uchun izotermik qonunni ($n=1,0$) qabul qiladi.

Amalda, G.Evangelisti tomonidan taklif qilingan hisoblash usuli eng keng tarqalgan [3]. Ushbu usul G.Evangelisti tomonidan cheklangan farqlar usuli bilan suv zarbi to'liqini differensial tenglamalarining taxminiy integrali natijasida tuzilgan maxsus grafiklarni qo'llashga asoslangan [3].

Ushbu grafiklarning kamchiliklari dastlabki parametrlardagi o'zgarishlarning cheklangan diapazonidir va shuning uchun ko'p hollarda G.Evangelisti usuli qo'llanilmaydi.

V.S.Dikarevskiy [4] ishida G.Evangelisti usulining kamchiligini bartaraf etishga urinib, σ va $\bar{h}_{mp0}$ parametrlarining keng diapazonida izotermik qonun ($n=1,0$) uchun $\bar{Z}_{\max} = f(\sigma, \bar{h}_{mp0})$ va $\bar{Z}_{\min} = f(\sigma, \bar{h}_{mp0})$ diagrammalarini tuzdi. Biroq, muallif asosiy tenglamalarni yechishda noaniqliklarni tan oladi [4].

F.M.Darson va A.A.Kaliske [5] qulfak oldidagi naporli quvurning oxirida joylashgan havoli-suvli idishning o'lchamini aniqlashning analitik usulini taqdim etadi. Bunday holda, muallif [5] havoli-suvli idishdagi gaz hajmining o'zgarishi uchun izotermik qonunni ($n=1,0$) qabul qiladi va napor yo'qotishlarining naporli quvurdagi ishqalanishga ta'sirini hisobga olmaydi. Havoli-suvli idishni hisoblashning bu usuli ham taxminiy hisoblanadi.

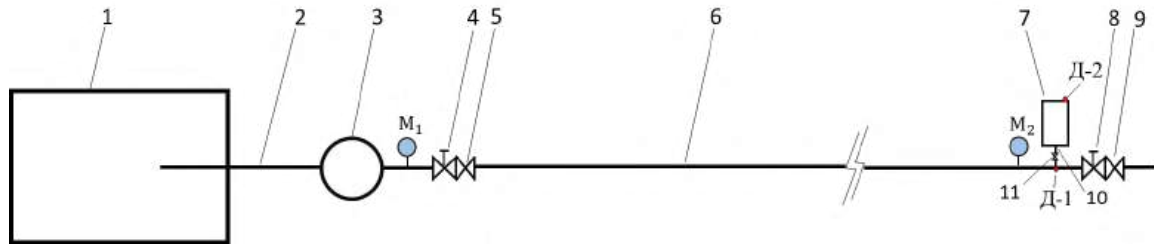
B.F.Lyamaev [6] ishida havoli-suvli idishni kompyuterda hisoblash usuli ishlab chiqilgan. Taklif etilayotgan usul, suv zarbi tenglamalarini birgalikda hal qilishga, idishning quvurlar tizimiga tutashgan joyidagi uzluksizlikka va havoli-suvli idishdagi gaz holatiga asoslangan. Hisoblash muallif tomonidan iteratsiya usulidan foydalangan holda amalga oshiriladi [6].

D.A.Foksning ishi [7], havoli-suvli idishni hisoblashning raqamli usulini taqdim etadi. Muallif doimiy qadamlari Δx va Δt bo'lgan muntazam to'g'ri to'rtburchakli panjara usuli bilan ishlashni qo'llaydi. Muallif uzluksizlik tenglamalarini, havo (gaz) holatini va xarakteristiklardagi munosabatlar tenglamalarini birgalikda yechish bilan hal qiladi. Hisob-kitoblar kompyuterda amalga oshirildi. Muallif [7] hisob-kitoblarda politropa koeffitsiyentining qiymatini $n=1,20$ ga tenglashtirishni taklif qiladi va kvazistatsionarlik gipotezasiga muvofiq uzunlik bo'ylab bosim yo'qotilishini hisobga oladi.

Tajribalarni o'tkazish uchun naporli quvurning oxirida o'rnatilgan diafragmali so'ndirgich mavjud bo'lganda bosimning oshishi bilan suv zarbini o'rganish uchun mo'ljallangan tajriba qurilma ishlab chiqilgan va qurilgan [8].

Suv zarbining asosiy parametrlarini politropik jarayon ($n=1,20$) uchun hisoblaganda izotermik va adiabatik jarayonlarga nisbatan tajriba ma'lumotlari bilan yaxshi mos keladi [8, 15]. Shuning uchun bu ishda barcha tadqiqotlar va hisob-kitoblar $n=1,20$ da amalga oshirildi.

Bosimli quvurlarda yuzaga keladigan suv zarbi kuchini susaytirish uchun boshqa zarb kuchini so'ndirgichlardan farqli o'laroq demferli havoli-suvli idish ishlatiladi (1-rasm), tavsiya etilayotgan so'ndirgich parametrlari nasos agregatlarini ishga tushirish va to'xtatish shartlarini inobatga olib aniqlanadi [2, 3, 4, 6, 7, 8].



1-rasm. Nasos qurilmasi sxemasi:

1-rezervuar; 2-so'rish quvuri; 3-3K-6 markali nasos; 4,8-qulfaklar; 5,9-tezkor ishlaydigan propkali kranlar; 6-naporli quvur; 7-suv zarbi so'ndirgichi; 10-birlashtiruvchi quvur; 11-diafragma; D1, D2-bosim sensorlari; M1, M2-manometrlar.

Bu ishda va 1-rasmda biz avval [8, 15] da batafsil bayon qilgan belgidan foydalanamiz.

Usullar va materiallar

Ushbu maqolada naporli quvur tizimining oxiriga o'rnatilgan diafragmali havoli-suvli idishni hisoblashning analitik usuli keltirilgan [8, 15] (1-rasm).

Manba [8, 15] da metodikani tuzishda tez ishlaydigan probkali qulfak 9 ning yopilish vaqti nolga teng degan qabul qilingan.

Quvurning oxiriga o'rnatilgan yuqori bosimli suv zarbi so'ndirgichini hisoblash uchun quyidagi tenglamalar tizimi qo'llaniladi [4, 8]:

$$\left. \begin{aligned} \frac{d\bar{g}}{dt} &= \frac{2\pi}{\sqrt{2\pi \cdot \sigma}} \cdot \left[1 - h - (\bar{h}_{mp} + \bar{h}_o) \cdot \bar{g} \right] \\ \frac{dh}{dt} &= 2 \cdot n \cdot h^{\frac{1+n}{n}} \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \sigma}{n}} \cdot \bar{g} \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

(1) tenglamalar tizimi quyidagi dastlabki shartlarda yechiladi [4, 8]:

$$\left. \begin{aligned} \bar{g} &= \bar{g}_0 = 1; \\ h_0 &= 1 - \bar{h}_{mp0} \end{aligned} \right\}, \text{ pri } \bar{t} = 0. \quad (2)$$

Natijalar

Diafragmali havoli-suvli idish naporli tizimda H_{amin} va H_{amax} ni aniqlash uchun (1) tenglamalar tizimini nazariy hal qilish natijasida quyidagi bog'liqliklar olingan. h_{max} ni aniqlash uchun

1. $\chi \neq 1$ bo'lganda

$$\left\{ e^{-\xi_0} (1 - \aleph \sigma) + \aleph^\chi \left[\frac{\xi_0^{1-\chi}}{1-\chi} - \frac{\xi_0^{2-\chi}}{(2-\chi)!} + \frac{\xi_0^{3-\chi}}{(3-\chi)!} - \frac{\xi_0^{4-\chi}}{(4-\chi)!} + \dots + \frac{\xi_0^{n+1-\chi}}{(n+1-\chi)!} - \dots \right] \right\} =$$

$$= \left\{ e^{-\xi_m} + \aleph^\chi \left[\frac{\xi_m^{1-\chi}}{1-\chi} - \frac{\xi_m^{2-\chi}}{(2-\chi)!} + \frac{\xi_m^{3-\chi}}{(3-\chi)!} - \frac{\xi_m^{4-\chi}}{(4-\chi)!} + \dots + \frac{\xi_m^{n+1-\chi}}{(n+1-\chi)!} - \dots \right] \right\}. \quad (3)$$

2. $\chi=1$ bo'lganda

$$\left\{ e^{-\xi_0} (1 - \aleph \sigma) + \aleph \left[\ln|\xi_0| - \frac{\xi_0}{1 \cdot 1!} + \frac{\xi_0^2}{2 \cdot 2!} - \frac{\xi_0^3}{3 \cdot 3!} + \dots + \frac{\xi_0^n}{n \cdot n!} - \dots \right] \right\} =$$

$$= \left\{ e^{-\xi_m} + \aleph \left[\ln|\xi_m| - \frac{\xi_m}{1 \cdot 1!} + \frac{\xi_m^2}{2 \cdot 2!} - \frac{\xi_m^3}{3 \cdot 3!} + \dots + \frac{\xi_m^n}{n \cdot n!} - \dots \right] \right\}, \quad (4)$$

bu yerda ξ_0 va $\aleph - \xi_0 = \frac{\aleph}{\frac{1}{h_0^\chi}}$ formula bo'yicha topiladi; $\aleph = \frac{\bar{h}_{mp0} + \bar{h}_{d0}}{\sigma}$, bunda $\xi_m - \xi_m = \frac{\aleph}{\frac{1}{h_{\max}^\chi}}$ formula bo'yicha.

$H_{\min}$ ni aniqlash uchun

1. $\chi \neq 1$ bo'lganda

$$\left\{ \aleph^\chi \left[\frac{\xi_m^{1-\chi}}{1-\chi} + \frac{\xi_m^{2-\chi}}{(2-\chi)!} + \frac{\xi_m^{3-\chi}}{(3-\chi)!} + \frac{\xi_m^{4-\chi}}{(4-\chi)!} + \dots + \frac{\xi_m^{n+1-\chi}}{(n+1-\chi)!} + \dots \right] - e^{\xi_m} \right\} =$$

$$= \left\{ \aleph^\chi \left[\frac{\xi_{\max}^{1-\chi}}{1-\chi} + \frac{\xi_{\max}^{2-\chi}}{(2-\chi)!} + \frac{\xi_{\max}^{3-\chi}}{(3-\chi)!} + \frac{\xi_{\max}^{4-\chi}}{(4-\chi)!} + \dots + \frac{\xi_{\max}^{n+1-\chi}}{(n+1-\chi)!} + \dots \right] - e^{\xi_{\max}} \right\}. \quad (5)$$

2. $\chi=1$ bo'lganda

$$\left\{ \aleph \left[\ln|\xi_m| + \frac{\xi_m}{1 \cdot 1!} + \frac{\xi_m^2}{2 \cdot 2!} + \frac{\xi_m^3}{3 \cdot 3!} + \dots + \frac{\xi_m^n}{n \cdot n!} + \dots \right] - e^{\xi_m} \right\} =$$

$$= \left\{ \aleph \left[\ln|\xi_{\max}| + \frac{\xi_{\max}}{1 \cdot 1!} + \frac{\xi_{\max}^2}{2 \cdot 2!} + \frac{\xi_{\max}^3}{3 \cdot 3!} + \dots + \frac{\xi_{\max}^n}{n \cdot n!} + \dots \right] - e^{\xi_{\max}} \right\}, \quad (6)$$

bu yerda $\xi_{\max}$ quyidagi formula bilan aniqlanadi $\xi_{\max} = \frac{\aleph}{\frac{1}{h_{\min}^\chi}}$.

(3) yoki (4) tenglamadan ma'lum bo'lgan $\aleph$, σ , χ va ξ_0 uchun ketma-ket yaqinlashish usuli bilan ξ_m qiymatini aniqlash mumkin, so'ngra formulalar yordamida $h_{\max}$ va $H_{\max}$ ni hisoblash mumkin

$$h_{\max} = \left(\frac{m_2}{\xi_{\max}} \right)^n \text{ va } H_{\max} = h_{\max} H_{za}. \quad (7)$$

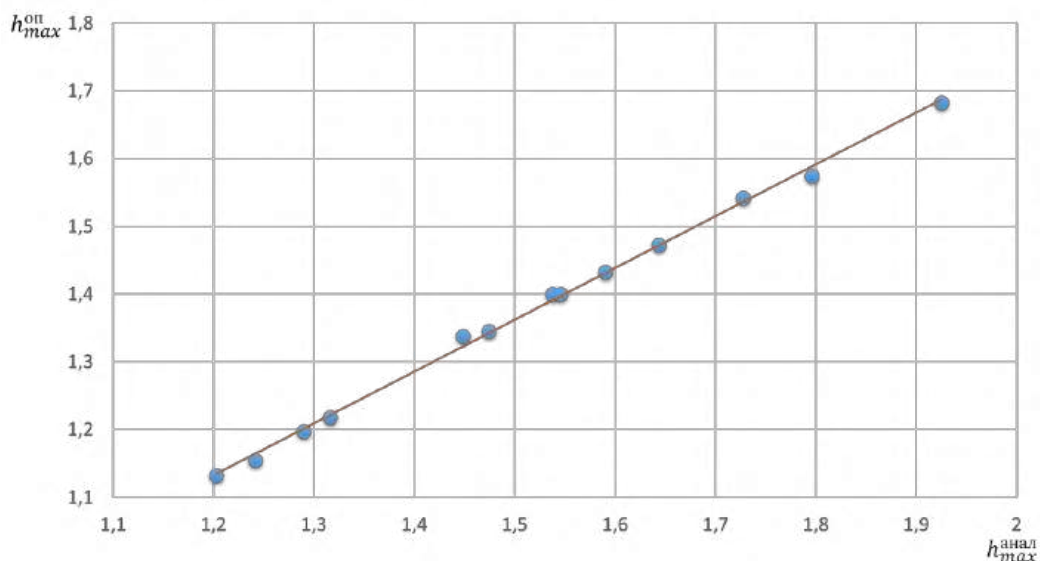
(5) yoki (6) tenglamadan ma'lum bo'lgan $\aleph$, σ , χ va ξ_m ($h_{\max}$) uchun ketma-ket yaqinlashishlar usuli bilan $\xi_{\max}$ qiymatini aniqlash mumkin, so'ngra formulalar yordamida $h_{\min}$ va $H_{\min}$ ni hisoblash mumkin

$$h_{\min} = \left(\frac{m_1}{\xi_m} \right)^n \text{ i } H_{\min} = h_{\min} H_{za}. \quad (8)$$

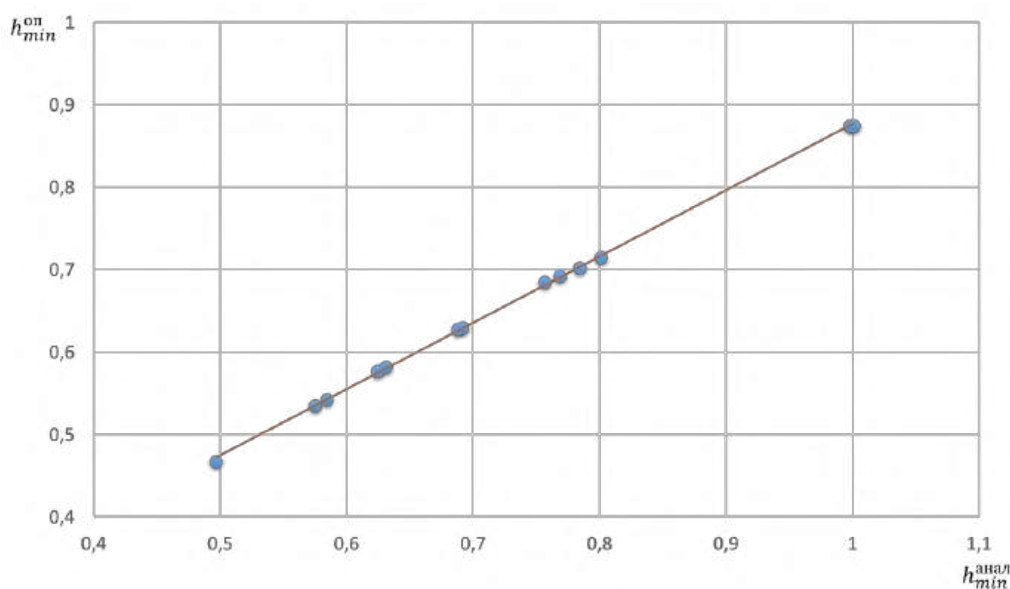
(3)-(6) tenglamalar yordamida $h_{\min}$ va $h_{\max}$ ni aniqlash vazifasi kompyuterda amalga oshiriladi.

Shuni ta'kidlash kerakki, (3), (4), (5) va (6) taxminiy formulalardan foydalanish diafragmali havoli-suvli idishning o'lchamlarini 0÷14,5% chegara bilan aniqlash imkonini beradi [8].

Diafragmali havoli-suvli idishni hisoblash uchun yuqorida tavsiya etilgan analitik bog‘liqliklarning ishonchliligini tekshirish maqsadida eksperimental tadqiqotlar o‘tkazildi. $n=1,20$ bo‘lganda (3) va (5) formulalar yordamida diafragmali havoli-suvli idish o‘lchamlarini hisoblash natijalari tajriba ma’lumotlari [8] bilan taqqoslash natijalari 2 va 3-rasmda keltirilgan.



2-rasm. (3) formula bo‘yicha diafragmali havoli-suvli idish mavjudligida suv zarbining nazariy hisob-kitoblari natijalarini tajriba ma’lumotlari bilan taqqoslash [8].



3-rasm. (5) formula bo‘yicha diafragmali havoli-suvli idish mavjudligida suv zarbining nazariy hisob-kitoblari natijalarini tajriba ma’lumotlari bilan taqqoslash [8].

Muhokama

Adabiyot manbalarining tahlili shuni ko‘rsatadiki, ijobiy suv zarbi bilan uzun naporli quvur tizimida beqaror jarayon sodir bo‘ladi. Ushbu hodisaning oldini olish uchun naporli quvur tizimining oxirida o‘rnatilgan diafragmali havoli-suvli idishning mavjudligida gidravlik zarbani hisoblashning yangi usulini ishlab chiqish juda muhimdir.

Haydash quvurlarida suv zarbi kuchini susaytirish uchun ulanish quvurchasiga o‘rnatilgan dempferdagi mahalliy qarshilik o‘zgarishini va taklif qilingan idish ichidagi havoning siqilish va kengayish qonunini hisobga olish muhim hisoblanadi. Tavsiya etilgan so‘ndirgich dizaynining

optimal o'ldamlarini aniqlash uchun chekli farqlar usulidan foydalangan holda gidravlik zarbaning differentsial to'ldin tenglamalarini integrallashda ushbu omillarni ham hisobga olish kerak.

Xulosa

Shunday qilib, to'ldinli differentsial tenglamalarning nazariy yechimi natijasida suv zarbi so'ndirgichi mavjud bo'lganda bosimning oshishi bilan, suv zarbining maksimal va minimal naporini hisoblash uchun bog'liqliklar taklif etilgan.

Taklif etilayotgan (3) va (5) formulalarning ishonchliligi, suv zarbining maksimal va minimal naporlarining hisoblangan qiymatlari ularning tajriba qiymatlari bilan taqqoslash orqali isbotlangan [8].

Adabiyotlar

- [1] Жуковский Н.Е. О гидравлическом ударе в водопроводных трубах. – М., Гостехиздат, 1949. – 104 с.
- [2] Чарный И.А. Неустановившееся движение реальной жидкости в трубах. – М., Недра, 1975. – 296 с.
- [3] Evangelisti G. Il colpo d'aviate nelle condotte elevatorie munite di camera d'avia. – L'Energia, Elektrica. - Milano, 1938, № 9, p.600-615.
- [4] Дикаревский В.С. Водоводы. Монография. Труды РААСН. Строительные науки. т.3 – М.: РААСН, 1997. – 200 с.
- [5] Darson F.M., Kalinske A.A. Methods of calculating Water – hammer, pressures. – Journal of the AWWA, 1939, v.31, № 11, p.1835-1864.
- [6] Лямаев Б. Ф., Нелюбов Г. П., Неболсин В. А. Стационарные и переходные процессы в сложных гидросистемах. – Л.: Машиностроение, 1978. – 192 с.
- [7] Фокс Д.А. Гидравлический анализ неустановившегося в трубопроводах. – М.: Энергоиздат, 1981. – 247 с.
- [8] Арифжонов А.М., Жонкobilov У.У., Л.Н. Самиев, Л.Н., Ибрагимова З.И., Апахужаева Т.У. Методика расчета воздушно – гидравлического колпака с диафрагмой. Сборник статей IX Международной научно-практической конференции «Инновационные технологии в науке и образовании» - Пенза, 20.10.2018 г.- С.29-32.
- [9] Jonkobilov U., Jonkobilov S., Rajabov U., Bekjonov R., Norchayev, A. Shock wave velocity in two-phase pressure flow. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2021. 1030. Pp. 012129. DOI:10.1088/1757-899X/1030/1/012129.
- [10] Arifjanov A., Jonqobilov U., Jonqobilov S., Khushiev Sh., and Xusanova J. The influence of hydraulic friction on the maximum pressure of water hammer. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2020. 614. Pp. 012092. DOI:10.1088/1755-1315/614/1/012092.
- [11] Al-Khomairi A.M., Plastic water hammer damper, Aust. J. Civ. Eng. 8 (1) (2010) 73–81.
- [12] Kim S.G., Lee K.B., Kim K.Y., Water hammer in the pump-rising pipeline system with an air chamber, J. Hydrodyn. Ser. B 26 (6) (2015) 960–964.
- [13] Moghaddas S., The steady-transient optimization of water transmission pipelines with consideration of water-hammer control devices: a case study, J. Water Supply Res. Technol. - Aqua 67 (6) (2018) 556–565.
- [14] Kim S. Impulse response method for pipeline systems equipped with water hammer protection devices [J]. Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, 2008, 134(7): 961-969.
- [15] Жонкobilov У.У., Жонкobilov С.У., Ражабов У.М., Хушиев Ш.П. Учет влияния коэффициента политропы на гидравлический удар с двухкомпонентным потоком// Ж. Инновационные технологии. Спец. выпуск, Карши 2021, С. 43-47.

QISHLOQ XO'JALIGI FANLARI / AGRICULTURAL SCIENCES

UO'K: 631.4+633.11

TAKRORIY EKIN TURLARINI KUZGI BUG'DOY HOSILDORLIGIGA TA'SIRI

Turayev Ulug'bek Utirovich¹ - mustaqil izlanuvchi,
ORCID: 0009-0009-2784-3482, E-mail: ulmosecha@gmail.com

Bobomirzaev Pirnazar Xursanovich² - qishloq xo'jaligi fanlari doktori, professor,
ORCID: 0009-0004-8080-6502, E-mail: bobomirzaevpirnazar@gmail.com

¹ Toshkent irrigastiya va qishloq xo'jaligini mexanizastiyalash muhandislari instituti MTU Buxoro tabiiy resurslarni boshqarish instituti, Buxoro sh., O'zbekiston

² Samarqand agroinnovatsiyalar va tadqiqotlar instituti, Oqdaryo tumani, O'zbekiston

Annotatsiya. Ushbu maqolada Buxoro viloyati sho'rlangan o'tloqi-allyuvial tuproqlar unumdorligini saqlash va oshirish yo'li bilan kuzgi bug'doydan yuqori, sifatli hosil olishni ta'minlaydigan maqbul o'tmishdosh takroriy ekinlarni tanlash va ishlab chiqarishga tavsiyalar berish maqsad qilib qo'yilgan. Tadqiqotni olib borish va fenologik kuzatuvlar umumqabul qilingan uslublar asosida olib borildi. Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat: ilk bor Buxoro viloyatining kuchsiz sho'rlangan o'tloqi-allyuvial tuproqlar sharoitida nisbatan ko'proq ekiladigan tariq, makkajo'xori (silos uchun), loviya, mosh, oqjo'xori (silos uchun) takroriy ekinlar tanlab olinib, kuzgi bug'doy uchun o'tmishdosh sifatida olingan; Buxoro viloyati sharoitida loviya, mosh o'simligi turli o'tmishdoshlarga nisbatan qiyosiy baholangan va ta'siri ijobiyligi aniqlangan; Tajribalar natijalari tahlil qilinib yakunida xulosalar berilgan.

Kalit so'zlar: takroriy ekin, kuzgi bug'doy, tariq, makkajo'xori (silos uchun), loviya, mosh, oqjo'xori (silos uchun), don, hosil.

УДК: 631.4+633.11

ВЛИЯНИЕ ПОВТОРНЫХ ВИДОВ КУЛЬТУРЫ НА УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Тураев Улугбек Уткирович¹ – самостоятельный соискатель

Бобомирзаев Пирназар Хурсанович² - доктор сельскохозяйственных наук, профессор,

¹НИУ «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства» Бухарский институт управления природными ресурсами, г. Бухара, Узбекистан

²Самаркандский институт агроинноваций и исследований, Окдарьинский район, Узбекистан

Аннотация. Целью данной статьи является предоставление рекомендаций по выбору и производству оптимальных повторных культур-предшественников, обеспечивающих получение высокого качества урожая озимой пшеницы за счет сохранения и повышения продуктивности засоленных лугово-аллювиальных почв Бухарской области. Проведение исследований и фенологических наблюдений осуществлялось на основе общепринятых методов. Научная новизна исследования заключается в следующем: впервые в условиях слабозасоленных лугово-аллювиальных почв Бухарской области отобраны повторные посевы проса, кукурузы (на силос), фасоли, маш, сорго (на силос), взятый и принятый в качестве предшественника под озимую пшеницу. В условиях Бухарской области фасоль и маш сравнивали с разными предшественниками и определяли положительный эффект. Проведен анализ результатов эксперимента и представлены соответствующие выводы.

Ключевые слова: повторный посев, озимая пшеница, просо, кукуруза (на силос), фасоль, маш, сорго (на силос), зерно, урожай.

UDC: 631.4+633.11

INFLUENCE OF REPEATED CULTURE TYPES ON THE YIELD OF WINTER WHEAT

Turaev, Ulugbek Utkirovich¹ – independent researcher

Bobomirzaev, Pirnazar Khursanavich²-Doctor of Agricultural Sciences, professor

¹ “Tashkent Institute of Engineering Irrigation and Agriculture mechanization” NRU

Bukhara Institute of Natural Resources Management, Bukhara city, Uzbekistan

² Samarkand Institute of Agricultural Innovation and Research, Okdarya district, Uzbekistan

Abstract. This article aims to provide recommendations for the selection and production of optimal repeat predecessor crops that ensure high-quality winter wheat harvest by preserving and increasing the productivity of saline meadow-alluvial soils of the Bukhara region. Research and phenological observations were carried out on the basis of generally accepted methods. The scientific novelty of the research lies in the following: for the first time, in the conditions of slightly saline meadow-alluvial soils of the Bukhara region, repeated crops of millet, corn (for silage), beans, phaseolus aureus piper, sorghum (for silage), taken and adopted as a predecessor for winter wheat, were selected; Under the conditions of the Bukhara region, beans and phaseolus aureus piper were compared with different predecessors and a positive effect was determined; The results of the experiments are analyzed and conclusions are given at the end.

Keywords: reseeding, winter wheat, millet, corn (for silage), beans, mung bean, sorghum (for silage), grain, harvest.

Kirish

Dunyo qishloq xo‘jaligida so‘nggi yillarda don hosili yetishtirishda yangi innovatsion texnologiyalarni tadbiq qilish orqali tuproq unumdorligini oshirish, mavjud bioiqlim resurslaridan samarali foydalanish, bir yilda ikki yoki uch marta hosil olish yo‘nalishida ilmiy tadqiqotlar olib borish muhimligi qayd etilmoqda. Sug‘oriladigan yerlardan samarali foydalanish aholini sifatli oziq-ovqat mahsulotlari bilan ta‘minlash, ekologik toza mahsulot ishlab chiqarishga imkon yaratilmoqda. Boshhoqli don ekinlari bilan atmosfera azotini tuganak bakteriyalar yordamida o‘zlashtiradigan dukkakli don ekinlari bilan uyg‘unlashgan holda ekish muhim ahamiyat kasb etmoqda.

Dunyo miqyosida bug‘doydan yuqori va sifatli hosil olish uchun tuproq unumdorligini saqlash va oshirish hamda boshqa mavjud imkoniyatlaridan samarali foydalanishga alohida e‘tibor qaratilmoqda.

Bugungi kunda Respublikamizda kuzgi bug‘doy 1 mln gektardan ortiq maydonga ekilayotgan bo‘lsa bu ekin o‘tmishdoshi sifatida takroriy ekinlarni navbatlab almashlab ekishni tatbiq etib, tuproq unumdorligini saqlash va oshirish dehqonchilik ilmining asosiy negizi hisoblanadi. G‘allachilikda ilmiy asoslangan almashlab ekishni joriy qilmasdan, tuproq unumdorligini oshirishga erishib bo‘lmaydi.

Respublikamiz tuproq-iqlim sharoiti kuzda ekilgan boshhoqli don ekinlari hosilidan bo‘shagan maydonlardan takroriy, ang‘iz, kuzgi oraliq ekinlarni ekib ikkinchi, uchinchi hosilni olishga imkon beradi. O‘zbekiston hududida qadimdan sug‘oriladigan yerlarda foydalanishda dehqonlar kuzda ekilgan bug‘doy, arpadan bo‘shagan dalalarga takroriy, ang‘iz don ekinlaridan tariq, qo‘noq, mosh, oqjo‘xori uchun joy ajratishgan. Boshhoqli don ekinlari hosili yig‘ishtirib olingandan keyin respublikamiz janubiy viloyatlarda 130-140 kun, qolgan viloyatlarda 110-120 kun sovuq bo‘lmaydigan kunlar qoladi. Bu davrda o‘simliklar uchun ijobiy harorat yig‘indisi janubiy viloyatlarda 2400-3200 °C, qolgan viloyatlarda 1300-1600°C bo‘lib, yillik issiqlik zahirasi hatto yarmidan ortiqrog‘ini tashkil etadi [3].

Takroriy ekinlarning tuproqdagi ozuqa moddalar miqdoriga ijobiy ta'siri T.E.Ostonaqulov, N.Xalilovlar tomonidan atroflicha o'rganilgan [4].

Ekinlarni almashlab ekish tizimiga boshqoli don, oraliq va takroriy ekinlarni kiritilishi tuproqning ekologik holatini mutanosib ravishda saqlab turishda muhim ahamiyat kasb etadi. Chunki, bu turdagi ekinlarining ildiz qoldirlari tuproqning chuqur qatlamlariga keng tarqalib, tabiiy drenaj vazifasini bajaradi. Bu esa tuproqning unumdorligini oshirish bilan birga ekinlardan muntazam mo'l, sifatli va arzon mahsulot yetishtirishga imkon beradi [5].

Qulay takroriy ekinlar kuzgi bug'doy hosildorligi va sifatini oshirishga, tuproqda organik moddalar va gumus miqdori balansini saqlashga hamda unumdorligini oshirishga imkon beradi. Mamlakatimizda va chet ellarda kuzgi bug'doy yetishtirishda ilmiy tajriba natijalarini umumlashtirish shuni ko'rsatdiki, kuzgi bug'doy boshqa donli ekinlardan farqli ravishda o'tmishdoshlarga juda talabchan, uni intensiv texnologiya asosida yetishtirishda bir maydonga 2-3 yil surunkasiga ekish hosildorligini keskin pasayishiga olib keladi.

Sug'oriladigan yerlar sharoitida bir yilda 2-3 marta hosil olish imkoniyati mavjud bo'lib, sho'rlangan yerlarda tuproq unumdorligini saqlash va oshirishda maqbul takroriy (ang'izga ekiladigan) ekinlarni tanlab ekish juda muhimdir. Bug'doyning ekologik sharoitlarga mos navlarini tanlash, yetishtirish texnologiyalarini maqbullashtirish kabi vazifalar keng miqyosda o'rganilmoqda va ijobiy natijalarga erishilmoqda. Shundan kelib chiqqan holda, sho'rlangan yerlarda o'tmishdosh takroriy ekinlarning tuproq unumdorligi va kuzgi bug'doyning hosildorligiga tasirini o'rganish amaliyotga joriy etish bugungi kunda dolzarb vazifalardan biri hisoblanadi.

Respublikamizda kuzgi bug'doy hosili yig'ishtirilgandan keyin 90-120 kun ekinlarni yetishtirishga imkon beradigan, sovuq bo'lmaydigan davr hisoblanadi. Kuzgi bug'doy hosildan bo'shagan maydonlarga suv ta'minoti, ijobiy yoki faol harorat yig'indisi, ekinlar navlarining o'suv davri, ularning hosilini shakllanish xususiyatlari hisobga olingan holda yetishtirish texnologiyasini takomillashtirish asosida yuqori va sifatli mahsulot yetishtirish muhim vazifalar hisoblanadi. Bugungi kunda Buxoro viloyatining sho'rlangan o'tloqi allyuvial tuproqlar unumdorligi va kuzgi bug'doy hosildorligiga takroriy ekinlarning ta'sirini aniqlash borasida izlanishlar yetarlicha amalga oshirilmagan.

Yuqoridagilardan kelib chiqib tadqiqotlarimiz oldiga Buxoro viloyati sho'rlangan o'tloqi-allyuvial tuproqlar unumdorligini saqlash va oshirish yo'li bilan kuzgi bug'doydan yuqori, sifatli hosil olishni ta'minlaydigan maqbul o'tmishdosh takroriy ekinlarni tanlash, ularning tuproq xossalriga ta'sirini aniqlashni maqsad qilib qo'ydik.

Uslub va materiallar

Ilmiy tadqiqotlar Olot tumani hududida joylashgan "Narzi oyim" fermer xo'jaligi sho'rlangan o'tloq-allyuvial tuproqlari sharoitida 2019-2022 yillarda olib borildi. Dala tajribalari 6 variantda 4 takrorlikda olib borildi. Paykalchalarning joylashishi ketma-ket, ikki, yarusli qilib joylashtirildi. Tajribalarda qishloq xo'jalik ekinlar parvarishi mazkur mintaqa uchun qabul qilingan agroteknik tadbirlar asosida olib bajarildi.

Dala tajribasida o'tkazilgan barcha fenologik kuzatuvlar, biometrik o'lchovlar O'zPITining "Dala tajribalarini o'tkazish uslublari" uslubiy qo'llanmalaridan foydalanildi [1]. Kleykovina miqdori GOST 13586-1-68 bo'yicha aniqlandi. Hosildorlik bo'yicha olingan ma'lumotlarning dispersion tahlili B.A.Dospexov bo'yicha aniqlandi [2].

Natijalar

Hosildorlik. Har bir tashqi muhit omili yoki qo'llanilgan texnologik uchun kuzgi bug'doy hosildorligi va don sifatiga sezilarli darajada ta'sir ko'rsatadi. Kuzgi bug'doy navlarining biologik xususiyatlariga mos yetishtirish texnologiyasi qo'llanilganda eng yuqori va sifatli don yetishtirish

mumkin. Qo'llanilgan yetishtirish texnologiyasi kuzgi bug'doyni organogenezining bosqichlarida uning hayotiy omillarga bo'lgan talabini optimal darajada qondirishi talab qilinadi.

Kuzgi bug'doy hosildorligi va don sifatiga sezilarli ta'sir ko'rsatadigan muhim texnologik usullarga o'tmishdoshlarni kiritish mumkin.

Hosildorlik ma'lum birlikdagi o'simliklar hosilining yig'indisidir. Kuzgi bug'doy hosildorligi, avvalo, o'tmishdosh ekinlarga bog'liq ravishda o'zgarib boradi, ya'ni qulay o'tmishdosh takroriy ekinlar ta'sirida tuproqda qoldirgan oziqa moddalar hisobiga uning hosildorligi va sifat ko'rsatkichlarini yuqori bo'lishiga olib keladi. Shundan kelib chiqqan holda, tuproq unumdorligini oshirish va kuzgi bug'doydan yuqori va sifatli hosil olish maqsadida qulay o'tmishdosh takroriy ekinlarni tanlash alohida kasb etadi.

Tajribalarimizda nazorat variantiga, ya'ni bug'doydan keyin takroriy ekin ekilmay bug'doy ekilgan variantga nisbatan tariq ekilgan variantda hosillorlik gektariga 3,9 sentnerga, makkajo'xori ekilgan variantda 5,9 sentnerga, loviya ekilgan variantda 9,6 sentnerga, mosh ekilgan variantda 10,8 sentnerga, oqjo'xori ekilganda 7,0 sentnerga yuqori hosil olindi. Buni takroriy ekinlar ekilgan variantlar bo'yicha tuproq ildiz-ang'iz tarkibidagi ozuqa moddalar miqdori bilan izohlash mumkin. Qulay takroriy ekinlar mosh va loviya ekinlari ta'sirida tuproqda qoldirgan ildiz va ang'iz qoldiqlari hisobiga hosildorlik ko'rsatkichlari yuqori bo'lganligi aniqlandi.

Donning sifati. Kuzgi bug'doy don sifatining fizikaviy ko'rsatkichlari 1000 ta don massasi, donning shishasimonligi, naturasi hajmiy og'irligi, (g/l) hisoblanadi. Tadqiqotlarimizda kuzgi bug'doy donining fizikaviy sifat ko'rsatkichlari takroriy ekin turlariga bog'liq holda o'zgarishi kuzatildi. Ayrim seleksiya yo'nalishidagi ilmiy manbalarda 1000 ta donning massasini hosil strukturasi tarkibiy elementlari deb hisoblashsa yetishtirish texnologiyasiga oid ilmiy ishlarda donning sifat ko'rsatkichlariga kiritishadi. Sababi 1000 ta doning massasiga dondan unning chiqimi va boshqa donning texnologik sifat ko'rsatkichlari bog'liq.

Tadqiqotlarimiz natijalarining ko'rsatishicha paykallarda 1000 ta donning massasi takroriy ekinlarga bog'liq holda 41,0 dan 42,1 gacha o'zgarishi aniqlandi. Eng yuqori 1000 ta donning massasi moshdan so'ng ekilgan variantda kuzatildi.

Donning sifat ko'rsatkichlaridan biri shishasimonlik tajribalarimizda takroriy ekinlar kesimida 59 dan 65% gacha o'zgardi.

O'rganilgan takroriy ekinlar bo'yicha eng yuqori donning shishasimonligi moshdan so'ng ekilgan kuzgi bug'doyda 65% bo'lishi kuzatildi.

Donning hajmiy og'irligi bo'yicha ko'rsatkich don naturasi tajribamizda takroriy ekinlarga bog'liq holda 810-825 l/ga o'zgarib bordi. Nazorat paykallarida donning hajmiy massasi takroriy ekinlardan so'ng ekilgan paykallardagiga nisbatan kam bo'lishi aniqlandi.

Kuzgi bug'doy donining asosiy sifat ko'rsatkichlari hisoblangan don tarkibidagi oqsil va kleykovina miqdori tajribalarimizda takroriy ekinlarga bog'liq holda o'zgardi. Don tarkibidagi oqsil miqdori tadqiqotlarimizda nazorat paykallarida takroriy ekinlarga nisbatan kam bo'ldi va takroriy ekinlarga bog'liq holda 12,8 dan 13,2% gacha o'zgardi.

Don tarkibidagi kleykovina miqdori bilan oqsil miqdori uzviy bog'liq ko'rsatkichlar hisoblanadi. Tadqiqotlarimizda don tarkibidagi kleykovina miqdori takroriy ekinlarga bog'liq holda 27,5 dan 30,7% gacha o'zgardi. Takroriy ekinlar dukkakli don ekinlari loviya va mosh kuzgi bug'doy don tarkibidagi kleykovina miqdoriga ijobiy ta'sir ko'rsatdi.

Takroriy ekinlar dukkakli don ekinlari loviya va moshdan so'ng kuzgi bug'doy ekilganda bug'doy donidagi oqsil va kleykovina miqdori oshganligi aniqlangan.

Don tarkibidagi oqsil miqdori yuqori bo'lgan variantlarda oqsilning ortishi, donning naturasi ortishi bilan esa don tarkibidagi uglevodlar, oqsillar, yog'lar, mineral moddalar va klechatkaning ortganligi aniqlandi.

Munozara

Tajribalarning ko'rsatishicha, bahorgi don ekinlarini, shu jumladan kuzgi bug'doyni ham surunkali ikki yil usma-ust o'stirish, kasallik va zararkunandalarni, begona o'tlarni ko'payib ketishiga, to'planishiga olib keladi hamda hosildorlikni pasaytiradi.

Tuproq unumdorligi ekinlar hosildorligini belgilaydi. Shuningdek, tuproq unumdorligini saqlovchi va oshiruvchi birdan-bir yagona omil ekinlarni almashlab ekish ekanligi barchaga ma'lum.

Almashlab ekishda o'tmishdosh (oldingi yillarda o'stirilgan) ekin muhim ahamiyat kasb etadi. U qo'llanilgan agrotexnika tadbirlariga (yerni ishlash, o'simliklarni parvarish qilish, o'g'itlash) qarab undan keyin ekilgan ekinlarning o'sishiga, rivojlanishiga va hosildorligiga tasir etadi. U qo'llanilgan agrotexnika parvarish qilish, o'g'itlash qarab undan keyin ekilgan ekinlarning o'sishiga rivojlanishiga va hosildorligiga tasir etadi. Shuning uchun dalalar ta'sirini, yani bir necha yil oldingi yillarda qanday ekinlar ekilganligi va qanday agrotexnika qo'llanilganligi to'g'risida tasavvurga ega bo'lishi kerak [11].

Kuzgi bug'doydan sug'oriladigan yerlarda yuqori hosil olishda o'tmishdoshlarning ham ahamiyati juda katta. Agarda tuproqda ozuqa elementlari kamaygan bo'lsa, o'g'it solinib bu kamchilik bartaraf qilinadi, zararkunanda va kasalliklarga chalinsa kimyoviy vositalar bilan qarshi kurashiladi. Kuzgi bug'doy dukkaklilar oilasidan bo'lgan o'simliklardan keyin ekilsa hosildorligi ortadi. Shuningdek silos va don uchun ekilgan makkajo'xori, g'o'za, beda kuzgi bug'doy uchun yaxshi o'tmishdosh bo'lib hisoblanadi. Ma'lumki, o'simliklar o'zlaridan keyin dalalarda begona o'tlarni, zararkunanda va kasalliklarni ham qoldiradi. Kuzgi bug'doylar uchun boshqali g'alla ekinlari yomon o'tmishdosh bo'lib hisoblanadi, bulardan keyin ekilganda bug'doy hosildorligi va donining sifati pasayib ketadi. Qator oralariga ishlov beriladigan o'simliklar (g'o'za, makkajo'xori) kuzgi bug'doy uchun optimal texnologik o'stirish sharoitidagina yaxshi o'tmishdosh bo'la oladi, aks holda o'tmishdosh sifatida bu o'simliklar samaradorligi pasayadi [12].

F.M.Xasanova, I.T.Karabaev va D.Mavlyanovlarning ma'lumotlariga ko'ra, Toshkent viloyatining tipik bo'z tuproqlari sharoitida takroriy ekinlarni ekishdan oldin 25, 50, 100% kuzgi bug'doy o'simligining qoldiqlarini qoldirib, doimiy va yil oralatib haydovni o'tkazilishi tuproqning agrofizik va agrokimyoviy xossalarini yaxshilab, 100% o'simlik qoldiqlaridan foydalanib parvarish qilingan variantlarga nisbatan moshdan 2,3 s/ga, kuzgi bug'doydan 3,8 s/ga qo'shimcha hosil olinishi ta'minlangan [13].

R.Tillaev, A.Mansurovlarning ma'lumotlariga ko'ra, navbatlab ekishning qisqa rotatsiyali tizimida kuzgi bug'doydan keyin takroriy ekin sifatida dukkakli don ekinlarini joylashtirilishi kuzgi bug'doydan esa sifatli urug'lik olishni ta'minlab, fermer xo'jaliklarini iqtisodiy rivojlanishiga xizmat qilishini aytgan[14].

D.T.Abdukarimovning ta'kidlashicha, kuzgi bug'doy yig'ishtirib olingandan so'ng, dukkakli don ekinlari takroriy ekin sifatida ekilsa, bir yilda ikki don hosili olishga erishiladi, ikkinchi tomondan tuproq unumdorligining oshishi va dalalarda begona o'tlarning kamayishiga olib keladi [15].

Kuzgi bug'doy hosildorligi navning biologik xususiyatlariga, iqlim sharoiti, suv, yorug'lik, ozuqa rejimiga, o'tmishdoshlarga, qo'llanilgan texnologik usullarga bog'liq hamda o'zgaradigan majmuaviy ko'rsatkichdir [6; 7; 8; 9; 10].

Xulosa

Xulosa o'rnida aytish mumkinki, kuzgi bug'doy takroriy ekini sifatida loviya va mosh ekinidan so'ng ekilganda o'rtacha 70,2-71,4 s/ga don hosili olinib, nazorat variantiga nisbatan 9,6-10,8 s/ga qo'shimcha don hosili olinganligi kuzatildi. Takroriy ekinlar ta'sirida kuzgi bug'doy hosildorlik ko'rsatkichlari, ob-havo sharoitlariga hamda maqbul takroriy ekin turlariga qarab dukkakli don ekinlari mosh va loviyadan so'ng kuzgi bug'doy ekilgan variantlarda hosildorlik ko'rsatkichlari yuqori bo'lganligi aniqlandi.

Adabiyotlar

- [1] Nurmatov va boshqalar. Dala tajribalarini o'tkazish uslublari. Uslubiy qo'llanma. O'zPITI-T.2007. -B.146.
- [2] Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М: «Колос», 1985. - 317 с.

- [3] Xalilova L.N. Zarafshon vodiysi sug'oriladigan yerlarida kuzgi bug'doy va takroriy ekinlar yetishtirishni ilmiy asoslash. Qishloq xo'jaligi fanlari bo'yicha falsafa doktori (RhD) ilmiy darajasini olish uchun yozilgan dissertatsiya avtoreferati. Toshkent. 2019.-45 b.
- [4] Ostonaqulov T.E, Xalilov, N.X. va boshq. Takroriy ekinlar farovonlik manbai. Samarqand: 2017.-115 b.
- [5] Oripov R., Bo'riev A – Tuproq unumdorligi va sideratsiya.// O'zbekiston tuproqlari va yer resurslari: ulardan oqilona foydalanish va muhofaza qilish. Toshkent. 2008 yil. B. 123-125.
- [6] Xalilov N., Qilichev A. Kuzgi bug'doy hosili va don sifatining shakllanish xususiyatlari// Agrar fan xabarnomasi.-Toshkent, 2008.- 1 (31).-B.7-10.
- [7] Каршиев, А. Э., & Бобомирзаев, П. Х. (2023, January). Влияние сроков и норм высева на рост, развитие, урожайность и качество зерна новых сортов твёрдой пшеницы в условиях богарных землях на юге Узбекистана. In Proceedings of International Conference on Educational Discoveries and Humanities (Vol. 2, No. 2, pp. 163-169).
- [8] Халилов, Н., & Бобомирзаев, П. Х. Селекция, семеноводства и технология возделывания пшеницы в Узбекистане, Самарканд 2014. Б.-432.
- [9] Bobomirzaev, P. X. (2017). O'zbekistonning janubiy mintaqasida qattiq bug'doy yetishtirish texnologiyasini maqbullashtirish. Qishloq xo'jaligi fanlari doktori (Doctor of Science) ilmiy darajasini olish uchun tayyorlangan dissertatsiya. Toshkent-2017, 23, 72-74.
- [10] Qodirov B. Kuzgi bug'doy ekish me'yorlarini urug'lik sifati va hosildorlikka ta'siri. // "Yosh olimlar – qishloq xo'jalik Fani va amaliyotini yuksaltirishda yetakchi kuch", O'zbekiston Respublikasi qishloq va suv xo'jaligi vazirligi tizimidagi ilmiy va oliy ta'lim muassasalari magistrarlari, aspirantlari, tadqiqotchilari va doktorantlarining ilmiy amliy konferensiyasi ilmiy maqolalar to'plami, II Jildlik, - I jild. Toshkent.: 2008.-B.148-152.
- [11] Zaurov E.I, Ibragimov G'. A, Rasulov A. A. Dehqonchilik, T, 1977, 295 bet.
- [12] Gorelov Ye. P, Yormatova D, Xalilov N. X. Sug'oriladigan yerlarda kuzgi bug'doy agrotexnikasi (tavsiyanoma). Samarqand 1981, 12-bet.
- [13] Xasanova F.M, Karabaev I.T va Mavlyanov D. "O'simlik qoldig'ini iqdorlari hamda ishlov berish usullarini tuproqning unumdorligiga hamda ekinlarning hosildorligiga ta'siri" // "G'o'za selektsiyasi, urug'chiligi va agrotehnologiyalarining dolzarb muammolari hamda uni rivojlantirish istiqbollari" mavzusida Respublika ilmiy-amaliy konferentsiyasi materiallari to'plami. PSUEAITI. Toshkent-2017. B. 248-251.
- [14] Tillaev R, Mansurov A "Kuzgi bug'doydan keyin takroriy ekinlar ekish samaradorligi" // "O'zbekiston qishloq xo'jaligi" jurnalining "Agro ilm" ilmiy ilovasi. Toshkent, 2012. №2 (22)-son. B. 28.
- [15] Abduraxmonov I. Takroriy ekinlarning paxta hosildorligiga ta'siri. Tuproq unumdorligini oshirish, g'o'za va g'o'za majmuidagi ekinlarni parvarishlashda manba tejovchi agrotexnologiyalarni amaliyotga joriy etishning ahamiyati mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy anjuman ma'ruzalar to'plami // Toshkent, 2012. – B. 236-237.

IQTISODIYOT FANLARI / ECONOMIC SCIENCES

УДК 330.341

ЦИФРОВЫЕ ИННОВАЦИИ: СОВРЕМЕННОЕ ХОЗЯЙСТВО И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ

Сидоров Виктор Александрович – доктор экономических наук, профессор,
ORCID: 0000-0002-7876-3935, E-mail: sidksu@mail.ru

Болик Анастасия Викторовна – кандидат экономических наук, доцент,
ORCID: 0009-0009-1701-3389, E-mail: sav-2582@mail.ru

Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия

***Аннотация.** В статье актуализируется экономический смысл цифровых инноваций, являющихся основным элементом современного рыночного хозяйства. Показано, что инновационный контент цифровых технологий составляет основную парадигму экономического развития и важное условие создания инновационного климата, предтечу нового контура экономического развития, являющегося отличительным признаком настоящей и будущей экономики. Прогресс в области различных информационных технологий прослеживается в модернизации бизнес-процессов, развитии элементов кибербезопасности, использовании цифровых технологий в управлении, развитии навыков персонала, увеличении капитальных вложений в сферу информационно-коммуникационных технологий, телекоммуникаций, трансформирует повседневную жизнь человека, что делает данную тему актуальной. Дана оценка степени распространенности цифровых технологий по ключевым отраслям экономики, их влияние на трансформацию бизнес-процессов и модификацию непосредственного труда. Продемонстрировано понимание того, что цифровые инновации являются системным пересмотром принципов функционирования хозяйственной системы в целом, в некоторых случаях, разрушая традиционные ее формы. Сформулировано представление о приоритетных направлениях развития цифровых инноваций.*

***Ключевые слова:** информационные технологии, цифровые инновации, поток данных, прекарная занятость, бизнес-среда, бизнес-процесс.*

UDC 330.341

DIGITAL INNOVATIONS: MODERN ECONOMY AND DEVELOPMENT TRENDS

Sidorov Viktor Aleksandrovich – Doctor of Economics, Professor
Bolik Anastasia Viktorovna – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor

Kuban State University, Krasnodar, Russia

***Abstract.** The article actualizes the economic meaning of digital innovations, which are the main element of the modern market economy. It is shown that the innovative content of digital technologies is the main paradigm of economic development and an important condition for creating an innovative climate, the forerunner of a new contour of economic development, which is a distinctive feature of the present and future economy. Progress in the field of various information technologies can be traced in the modernization of business processes, the development of cybersecurity elements, the use of digital technologies in management, the development of staff skills, increasing capital investments in the field of information and communication technologies,*

telecommunications, transforms daily human life, which makes this topic relevant. The assessment of the degree of prevalence of digital technologies in key sectors of the economy, their impact on the transformation of business processes and the modification of direct labor is given. The understanding is demonstrated that digital innovations are a systematic revision of the principles of functioning of the economic system as a whole, in some cases, destroying its traditional forms. An idea of the priority directions for the development of digital innovations is formulated.

Key words: information technology, digital innovations, data flow, precarious employment, business environment, business process.

UO‘K: 330.341

RAQAMLI INNOVATSIYALAR: ZAMONAVIY IQTISODIYOT VA RIVOJLANISH YO‘NALISHLARI

Annotatsiya. Maqolada zamonaviy bozor iqtisodiyotining asosiy elementi bo‘lgan raqamli innovatsiyalarning iqtisodiy mazmuniga yangicha yondoshilgan. Raqamli texnologiyalarning innovatsion mazmuni iqtisodiyotni rivojlantirishning asosiy paradigmasini va innovatsion iqlimni yaratishning muhim shartini tashkil etishi, hozirgi va istiqboldagi iqtisodiyotning o‘ziga xos xususiyati bo‘lgan iqtisodiy rivojlanishning yangi konturining asoschi ekanligi ko‘rsatilgan. Turli axborot texnologiyalari sohasidagi yutuqlarni biznes jarayonlarini modernizatsiya qilish, kiberxavfsizlik elementlarini rivojlantirish, boshqaruvda raqamli texnologiyalardan foydalanish, kadrlar malakasini oshirish, axborot-kommunikatsiya texnologiyalari, telekommunikatsiya sohasida kapital qo‘yilmalarni ko‘paytirishda kuzatiladi, insonning kundalik hayotini o‘zgartiradi, bu mavzuning dolzarbligidan dalolat beradi. Iqtisodiyotning asosiy tarmoqlarida raqamli texnologiyalarning keng tarqalishi, ularning biznes jarayonlarini o‘zgartirishga va to‘g‘ridan-to‘g‘ri mehnatni o‘zgartirishga ta‘siri baholanadi. Raqamli innovatsiyalar - bu butun iqtisodiy tizimning ishlash tamoyillarini tizimli ravishda qayta ko‘rib chiqish, ba‘zi hollarda uning an‘anaviy shakllarini buzish lozim ekanligi ko‘rsatildi. Raqamli innovatsiyalarni rivojlantirishning ustuvor yo‘nalishlari haqida tasavvur shakllantirildi.

Kalit so‘zlar: axborot texnologiyalari, raqamli innovatsiyalar, ma‘lumotlar oqimi, beqaror bandlik, biznes muhiti, biznes jarayoni.

Введение

Современное общественное хозяйство характеризуется интенсивным применением информационных технологий, пронизывающих буквально все сферы его деятельности: искусственный интеллект и машинное обучение остаются ведущим трендом сегодняшнего дня; интернет вещей не только активно используется в оптимизации бизнес-процессов, но и серьезно влияет на качество жизни; большие средства инвестируются в кибербезопасность, разработку новых методов защиты и обучение персонала; гибкие и масштабируемые решения предоставляют облачные технологии, они же обеспечивают гибридные и мультиоблачные алгоритмы маркетинговых стратегий; робототехника и автоматизация активно интегрируются во все среды экономического механизма хозяйствования; новые возможности для разрешения проблем каталлактики и междисциплинарных исследований приносят квантовые вычисления, активно перемещающиеся из сферы прикладной науки в коммерческие технологии. Все эти тенденции модификации общественного производства основаны на инновациях и имеют определяющее значение для развития экономических систем, их экономического роста повышения уровня конкурентоспособности. Они становятся ключевыми элементами в межстрановом взаимодействии, активно обсуждаются на площадках ведущих экономических форумах, превращаясь в движущую силу современной экономики.

Формирующаяся хозяйственная архитектура опосредует новые контуры экономического развития, базовой основой которого становится экспоненциальный рост потоков данных [1].

Методы и материалы

Теоретической основой исследования послужили работы ученых-экономистов, связанные с проблематикой цифровой экономики в общественном производстве. В качестве методологической основы исследования взяты основные концепции развития цифровой экономики Мура, Кека, Хуанга, работы, выделяющие ключевые направления трансформации общественного хозяйства, основой которой выступают большие массивы данных (Big Data) [2, 3], алгоритмы машинного обучения [4]; Интернет-вещей (IoT) [5], облачные технологии [6], электронная коммерция [7], социальные сети [8]. Приняты во внимание исследования касающиеся, эффектов цифровой экономики, оказывающих непосредственное влияние на уровень благосостояния и формы участия труда в создании добавленной стоимости [9], формирование социальных моделей оплачиваемой занятости [10]. Исследование связей указанных компонентов цифровых инноваций осуществлено на основе системного подхода, давшего возможность сформировать авторскую концепцию анализа для понимания сложных явлений и процессов, возникающих в рамках становления цифровой формы отношений инновационного развития. Оценка взаимосвязи индекса цифрового развития и элементов цифровых инноваций, получающих развитие в сферах экономической деятельности осуществлена с использованием методики Института статистических исследований и экономики знаний НИУ ВШЭ, базирующейся на сумме значений субиндексов: использование цифровых технологий; цифровизация бизнес-процессов; цифровые навыки персонала; затраты на внедрение и использование цифровых технологий; кибербезопасность. В исследовании использован подход с применением панельных данных, поскольку он поддерживает координацию индивидуальной неоднородности и дает более информативные данные о динамике переменных. Рассматриваемый период относительно короток, но он важен для научных исследований, поскольку помогает понять изменения в направлении развития цифровых инноваций и общества, позволяя выявить текущие тенденции и проблемы в области цифровизации. Данные об этих треках помогут выявить этапы и действия в объекте исследования, что особенно важно при изучении динамичных и изменчивых сред и корректировке государственных программ развития.

Результаты и обсуждение

Наиболее востребованы цифровые технологии в области проектирования и моделирования, автоматизации бизнес-процессов. В последнее время популярность приобрели 3D-печать, виртуальная и дополненная реальность. Наиболее востребованными во всех отраслях экономики стали системы управления бизнесом – CRM, ERP, BPM, MES и им подобные. Такие системы используют 76% предприятий. Можно говорить о том, что мы имеем дело с цифровыми инновациями. Чаще всего они отмечаются в производстве продуктов и услуг или используются для их разработки, в наименьшей степени цифровые инновации задействованы в стратегическом управлении, взаимодействии с поставщиками и клиентами. Несмотря на то, что уровень цифровых инноваций в маркетинге и рекламе пока недостаточен, тем не менее именно эти сферы деятельности являются наиболее подверженными модификации при внедрении цифровых технологий (таблица 1).

Таблица 1

**Доля организаций по наиболее распространенным технологиям в отраслях, %
(составлена по [11])**

Отрасль	Системы автоматизации бизнес-процессов	Интернет вещей	Технология больших данных	Цифровые платформы	Цифровое проектирование и моделирование
Сельское хозяйство	46,5	40,0	27,6		
Добыча полезных ископаемых	49,2	30,8			38,8
Производство	68,3	24,5			56,2
Энергетика	68,5	39,0			48,5
Строительство	45,8			19,3	45,8
Торговля	64,8	24,1	23,0		
Транспорт	55,8	32,5		29,0	
Телеком и ИТ	80,5		53,1	49,0	
Финансы	72,8		51,5	57,7	
ЖКХ	43,5	43,5	21,2		

Таким образом цифровые инновации – это системный пересмотр принципов функционирования хозяйственной системы в целом, модифицирующий, изменяющий, в некоторых случаях разрушающий традиционные методы ведения бизнеса, способствующий дифференциации конкурентных преимуществ. Цифровые инновации не столько непосредственно сами технологии, в первую очередь это рационализация технологических преимуществ для максимизации выгод, основанная на итеративном процессе, непрерывной практике создания, совершенствования и обучения – путь открытий. В этом контексте важное значение приобретает среда в которой могут преуспевать цифровые инновации, а также инструменты, способствующие эффективному ее функционированию.

Примечательным является тот аспект, что начиная с 2020 г. все более актуализируются прекарные формы занятости, в первую очередь это касается удаленного формата работы. К сегодняшнему дню более половины бизнес-деятельности (58,6%) связаны с этим видом деятельности. При этом существенное значение имеет размер бизнеса – чем крупнее организация, тем активнее в ней используется удаленный формат работы, например, дистанционные методы работы применяются в 60,6% крупных компаний, 52,7% – средних, 51,4% – малых. На наш взгляд связано это с тем, что в крупном бизнесе уровень развития цифровой инфраструктуры, как правило, выше, более широко разнообразие профессионального состава, вариативнее требования к трудовым навыкам, умениям и компетенциям.

Важнейшим элементом современной бизнес-среды цифровые инновации стали по нескольким веским причинам: во-первых, они предоставляют бизнесу возможности создания конкурентного преимущества на основе внедрения уникальных продуктов, обеспечивая прочную позицию на рынке; во-вторых, повышают организационную эффективность, сокращая время и ресурсы, заменяя традиционные процессы элементами автоматизации и цифровыми инструментами, повышая производительность; в-третьих, улучшают качество обслуживания клиентов и работу с поставщиками, способствуя, благодаря технологиям машинного обучения, более интерактивному и персонализированному взаимодействию, обеспечивая повышение их лояльности; в-четвертых, обеспечивают возможность анализа данных, повышая эффективность бизнеса и точность прогнозов для принятия стратегических решений; в-шестых, развивают культуру постоянного совершенствования бизнеса, тем самым стимулируя инновации на всех его уровнях; в-седьмых, цифровые инновации позволяют

революционизировать бизнес-структуры, создавая новые источники дохода и уникальные торговые предложения.

Следует отметить, что цифровые инновации не ограничиваются какой-либо конкретной отраслевой группой, они актуальны для всех сфер хозяйственной деятельности: от частных лиц до предприятий и даже правительств. На потребительском уровне цифровые инновации упрощают повседневные задачи. Начиная от онлайн-банкинга до покупки различных продуктов они сделали жизнь более удобной – с появлением платформ социальных сетей и приложений для обмена сообщениями, улучшилась межличностная коммуникация, появились возможности профессионального роста – множество платформ онлайн обучения предлагают большое количество дистанционных программ обучения, повышения квалификации и развития профессиональных навыков, получения новых знаний без отрыва от основного вида деятельности. На производственном уровне цифровые инновации содействуют росту эффективности бизнеса, оптимизации бизнес-процессов, улучшают управление, повышают производительность и сокращают операционные затраты. Сами цифровые технологии, являясь источниками производственных инноваций предоставляют возможность не только совершенствовать продукты и услуги, но и разрабатывать новые модели бизнеса, осуществлять моделирование бизнес-процессов, прогнозирование и планирование производственных операций. На уровне государственного управления цифровые платформы позволяют оперативно обрабатывать информационные потоки, транслировать необходимую информацию, обеспечивать прозрачность взаимодействия с обществом, облегчают процессы государственно-частной коммуникации: сбор заявок на госуслуги, взаимодействие с налоговыми органами, лицензирование отдельных видов деятельности, участие в государственном управлении и пр. В последние годы цифровые инновации прочно обосновались в сфере образования, предоставив уникальную возможность школьникам, студентам, магистрантам, аспирантам и соискателям ученых степеней не взирая на географические барьеры доступ к любым учебным материалам, библиотекам, хранилищам данных. Сюда следует добавить инклюзивность, благодаря цифровым инновациям активно стираются различия между людьми, обеспечивая доступ к социальным благам людей, ранее исключенных из общественной жизни. Информационные технологии нового уровня дают возможность представителям общества с ограниченными возможностями посещать те же учебные заведения и участвовать в тех же образовательных программах, что все остальные.

Таблица 2

**Трансформация бизнес-процессов под влиянием цифровых инноваций, % ,
составлена по [12, 13]**

Сферы хозяйственной деятельности	2022–2023 гг.	2024–2025 гг.
Маркетинг и реклама	62,0	67,1
Взаимодействие с поставщиками и подрядчиками	58,3	55,4
Администрирование	58,2	47,9
Разработка продуктов	58,2	55,8
Логистика	56,4	51,4
Продажи и постпродажное обслуживание	55,4	51,4
Производство	51,7	48,7
Стратегическое управление	44,8	47,9

Полученные данные позволяют утверждать, что трансформационные процессы в экономике России набирают обороты, существенно меняя непосредственный облик хозяйственной системы, модифицируя ее форму. В первую очередь необходимо говорить о том, что цифровизируются сферы, могущие дать быстрый эффект, такие, например, как документооборот, продажи, рыночная аналитика. В то же время, в ближайшей перспективе цифровое развитие сосредоточено на процессах маркетинга, подготовке инвестиционных проектов, финансовом моделировании, управлении проектами и использовании решений с

искусственным интеллектом. Несмотря на столь масштабные изменения следует отметить, что общее состояние цифровизации бизнеса находится на относительно невысоком уровне

Таблица 3

Цифровизация отраслей экономики России, 2021–2023 гг., %

Сфера деятельности	Индекс цифровизации	Доля технологий искусственного интеллекта в цифровых решениях	Цифровизация бизнес-процессов
Сектор ИКТ	33,9	54,6	6,4
Финансовые услуги	23,7	55,6	6,9
Высшее образование	23,9	32,6	6,6
Торговля	20,7	35,1	7,7
Обрабатывающая промышленность	19,1	25,8	6,4
Обеспечение энергией	16,6	40,6	5,4
Здравоохранение	16,0	36,4	5,3
Научно-техническая	15,6	36,0	3,4
Транспорт	14,9	28,8	5,0
Государственное управление	13,7	35,9	3,9
Культура и спорт	11,8	27,2	3,3
Агропродовольственный сектор	11,6	20,6	4,0
Строительство	11,4	27,6	3,5

Данные, представленные в таблице показывают, что цифровые инновации активно проникают в различные отрасли общественного производства, играют все более важную роль в улучшении производственного опыта, многие отрасли внедряют их для улучшения бизнес-процессов и повышения возможностей взаимодействия с поставщиками и потребителями. Материалы показывают, что уровень цифровизации имеет устойчивую тенденцию к росту, в то же время цифровые инновации используются далеко не везде, так, например, разброс индекса цифровизации достаточно высок – от 33,9% в секторе ИКТ до 11,4% в строительстве. Многие ведущие сферы деятельности, такие как энергетический комплекс (16,6%), Транспорт (14,9%), государственное управление (13,7%) имеют относительно невысокий уровень цифровизации, что отнюдь не характеризует их недостаточную цифровую вооруженность. Дело в том, что индекс цифровизации основан на пяти субиндексах: степень цифровизации бизнес-процессов, умении персонала взаимодействовать с цифровыми технологиями, доля расходов на цифровые инновации, обеспечение кибербезопасности. В рамках сводного индекса значения указанных субиндексов для отдельных сфер деятельности оказываются чрезвычайно высокими. Так, в секторе ИКТ наиболее развиты цифровые навыки персонала, сектор высшего образования занимает высокое место в основном благодаря эффекту высокой базы, в финансовом секторе высок уровень использования информационных технологий, в торговом бизнесе наиболее развита цифровизация бизнес-процессов, успех обрабатывающей промышленности базируется на использовании программных средств в проектировании и систем управления производством. [14–16]

Наиболее востребованными цифровыми инновациями сегодня являются виртуальная и дополненная реальность, Интернет вещей (IoT), робототехника, искусственный интеллект, а также электронные платежные системы. Виртуальная и дополненная реальность, получила распространение в сфере образования, здравоохранения, промышленного производства и потребительского сервиса, давая возможность пользователям ознакомиться с проектом с помощью изображений и видео. Дополненная реальность также используется для предоставления информации о пространстве и объектах вокруг него. IoT, помимо активного

использования в компонентах умного дома активно задействован в торговле, здравоохранении, энергетике, транспорте, промышленном производстве (IIoT – Industrial Internet of Things), управлении объектами. Робототехника и искусственный интеллект применяются в формировании наукоемкого промышленного комплекса России. Технологии искусственного интеллекта: алгоритмы машинного обучения, интеллектуального анализа данных, автоматизированного планирования и принятия решений, робототехники, глубокое обучение.

В рамках агропродовольственного сектора основными тенденциями последних лет стали: роботы, в том числе системы роботизации лизинговых сделок, беспилотные летательные аппараты, системы автономного управления сельхозтехникой, комбайны с искусственным интеллектом, облачные вычисления, интернет вещей (IIoT) и многое другое. В 2024 г. отмечен резкий рост агротех-стартапов, а самым популярным их направлением оказались биотехнологии, большинство стартапов посвящены инновационным решениям от уровня существующего прототипа, развивается интеллектуальный рынок распределения продуктов с индивидуальной логистикой, являющийся частью Национальной технологической инициативы, Россельхозбанк открыл акселератор по направлениям технологии и сервисы для аграрных платформ, а также финансовые услуги. Эти нововведения призваны способствовать цифровой трансформации агропродовольственной сферы страны. Наиболее существенными следует признать использование специализированных программ обучения в аграрных вузах, создание платформ для фермеров в сфере растениеводства и животноводства, создание цифровых двойников, создание цифрового производства в сфере растениеводства и животноводства онлайн, контроль целевого использования бюджетных средств и реализация контрольно-надзорной деятельности. Все же уровень проникновения цифровых технологий в агропродовольственный сектор далек от желаемого. При средней величине индекса цифровизации российской экономики 32 ед. агропродовольственный комплекс еле дотягивает до 23 ед., что говорит о низком уровне вовлеченности работников в информационные технологии [17–19]. В обозримой перспективе технологии связи нового поколения дадут возможность осуществлять мониторинг систем орошения, ухода за животными, контроль за техникой в режиме реального времени.

В 2022–2024 гг. повысились темпы цифровизации культуры и спорта. Во многом это связано с санкциями, тотально обрушившимися на российский спорт. Режим изоляции и последующие ограничения не позволили спорторганизациям работать на полную мощность, с полной заполняемостью залов, концертных площадок, спортивных комплексов. Пришлось искать новые способы предоставления услуг и прежде всего в онлайн-режиме. В итоге затраты на внедрение цифровых технологий повысились почти втрое, показатель применения электронной торговли вырос на 40%, почти наполовину увеличилась доля организаций, применяющих технологии цифрового двойника, в том числе для расширения и воссоздания в онлайн-среде пространств музеев и других культурных объектов, создания виртуальных копий утраченных памятников, исторических текстов и др.

Заключение

Цифровые инновации являются мощным инструментом развития различных сфер деятельности, включая финансовый менеджмент, аграрный сектор, транспорт, науку и образование, здравоохранение, управление цепочками поставок, торговлю, культуру и спорт. С постоянным развитием цифровых инноваций появляются новые и более креативные приложения, особенно в секторах автоматизации бизнес-процессов, цифрового проектирования и моделирования, технологии больших данных. Цифровая экономика, как новая и инновационная экономика, использует цифровые технологии и электронные коммуникации для ведения экономической и деловой деятельности. Этот тип экономики обычно включает в себя широкий спектр секторов, таких как электронная коммерция,

цифровой маркетинг, цифровые финансовые услуги, разработка программного обеспечения, облачные сервисы и другие. Использование цифровых инноваций в этих секторах привело к значительному сдвигу в сторону онлайн-бизнес-взаимодействия, ускорения обработки данных и цифровизации, что улучшило качество обслуживания пользователей и упростило доступ к услугам и продуктам. Цифровые инновации признаны основной движущей силой экономического роста и развития во многих странах и продолжают непрерывно развиваться в связи с особой важностью цифровых технологий и их влиянием на экономическую и деловую деятельность. В этом исследовании мы сосредоточились на изучении цифровых инноваций и их влиянии на бизнес и общество, а также на оценке возможностей для легкого и быстрого доступа к продуктам и услугам, которые могут привести к повышению эффективности и продуктивности. Кроме того, цифровые инновации оказывают значительное влияние на различные экономические, социальные и культурные сферы, такие как изменение форм деятельности персонала и взаимодействия друг с другом, продвижение более гибких и удаленных форм работы и расширение глобальной связи. Более того, цифровые инновации оказывают безусловное влияние на образование, здравоохранение и прочие сектора. Роль цифровых инноваций в продвижении глобальной цифровизации имеет решающее значение, и ожидается, что в будущем их влияние будет продолжать возрастать.

Литература

- [1] Стратегия экономического партнерства БРИКС до 2025 года//<https://brics-russia2020.ru/images/114/81/1148133.pdf>
- [2] Martin Verges. The Big Data Revolution. May 30 2024. Режим доступа:<https://documentmedia.com/article-3476-The-Big-Data-Revolution.html>2014.
- [3] Kekareh Durgesh. Big Data Revolution: Shaping the Future of 4.0 Industry. 2023. Режим доступа: <https://dataexpertise.in/big-data-revolution-future-of-4-0-industry/>
- [4] Desai Ajit. Athey S. Machine learning for economics research: when, what and how // Режим доступа: <https://www.bankofcanada.ca/2023/10/staff-analytical-note-2023-16/>
- [5] The Internet of Things: Applications for Business Exploring the transformative potential of IoT. The Economist Intelligence Unit Limited report. 2020. Режим доступа: <https://www.eiu.com/n/the-internet-of-things-applications-for-industry>
- [6] От облачных сервисов до аддитивных технологий: дифференциация спроса бизнеса. Институт статистических исследований и экономики знаний (ИСИЭЗ), М., 2023. issek.hse.ru
- [7] Цифровизация ритейла и электронная коммерция. Материалы CNews Conferences, 2024. Режим доступа: https://events.cnews.ru/articles/2024-05-23_pochemu_ritejlu_neobhodima_tsifrovizatsiya#undefined
- [8] Сравнительное исследование социальных сетей и цифровых сервисов АКАР и РОЦИТ: каким потенциалом обладают отечественные онлайн-платформы? АКАР, 2023. Режим доступа: https://www.akarussia.ru/press_centre/news/id10550
- [9] Digital Progress and Trends Report 2023. The World Bank, 2024. Режим доступа:<https://openknowledge.worldbank.org/server/api/core/bitstreams/95fe55e9-f110-4ba8-933f-e65572e05395/content>
- [10] Armstrong Brian. Skills for the Digital Economy. 2023. Режим доступа: <https://www.govtech.gov.za/sites/default/files/2023-11>.
- [11] Мониторинг цифровой трансформации бизнеса – 2023. НИУ ВШЭ, – М., 2024. issek.hse.ru

-
- [12] Индекс цифровизации отраслей экономики и социальной сферы. Институт статистических исследований и экономики знаний (ИСИЭЗ), М., 2023. issek.hse.ru
- [13] Индекс готовности приоритетных отраслей экономики Российской Федерации к внедрению искусственного интеллекта. Аналитический доклад. – М.: Национальный центр развития искусственного интеллекта при Правительстве Российской Федерации, 2023.
- [14] Digital Transformation and Economic Growth – Desi Improvement and Implementation // Technological and Economic Development of Economy, 2022, 28(3): 775–803.
- [15] OECD/ILO/European Union (2023), Handbook on Measuring Digital Platform Employment and Work, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/0ddcac3b-en>.
- [16] OECD (2024), OECD Digital Economy Outlook 2024 (Volume 1): Embracing the Technology Frontier, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/a1689dc5-en>
- [17] Болик А.В., Сидоров В.А. Трансформация труда на этапе цифровой модернизации общественного хозяйства // Экономика: теория и практика. № 2 (66). 2022. С. 3–9.
- [18] Болик А.В., Сидоров В.А. Цифровая экономика: новые технологии и качественная модификация труда // Бизнес. Образование. Право. 2022, август № 3 (60). С. 164–168.
- [19] Сидоров В.А. Цифровизация экономики как фактор прекаризации занятости / Научно-технологическое и инновационное сотрудничество стран БРИКС: Материалы международной научно-практической конференции. Вып. 1 / РАН. ИНИОН. Отд. науч. сотрудничества; отв. ред. В.И. Герасимов. – М., 2023. – 525 с. С. 367–370.

“Innovatsion texnologiyalar” jurnalida chop etiladigan ilmiy maqolalarga qo‘yilgan talablar

“Innovatsion texnologiyalar” ilmiy-amaliy jurnali tahririyati Sizga hamkorlik uchun minnatdorchilik bildiradi hamda Sizdan nashr qilish uchun maqolalarni berishda quyidagi talablarga rioya qilishingizni so‘raydi.

1. Muallif tomonidan taqdim etilayotgan ilmiy maqola mavzusi “Innovatsion texnologiyalar” ilmiy-amaliy jurnalining “Jurnal bo‘limlari” ruknida keltirilgan yo‘nalishlarga mos bo‘lishi kerak.

2. Ilmiy maqolalarning hajmi kamida to‘liq 5 bet va maksimal hajmi to‘liq 10 bet (2000-3000 so‘z) dan oshmasligi zarur, adabiyotlar soni 10 tadan kam bo‘lmagan manbadan iborat bo‘lishi lozim.

3. Maqolaning matni, formula va jadvallarni Microsoft Word (*doc, docx formatlarida*) dasturidan foydalanib tayyorlash kerak.

4. Windows asosidagi matn dasturi redaktorining parametrlari:

- 2 sm dan standart hoshiyalar qolishi kerak;
- shrift Times New Roman, kegel – 12;
- satrlar orasidagi interval – 1 sm;
- matnni kengligi bo‘yicha tekislash;
- xat boshi (abzats) 1 sm;
- MS Word dasturi yordamida ishlangan rasmlar qabul qilinmaydi. Formula, rasm, grafiklar

jadvallar sifatli tayyorlangan, chop etilganda aniqko‘rinadigan bo‘lishi lozim. Barcha rasmlar va jadvallar raqamlanishi, nomlanishi hamda manbasi ko‘rsatilishi shart.

5. Ilmiy maqolaning tuzilishiga nisbatan ilgari suriladigan talablar:

1) Maqola o‘zbek (lotin yozuvida), rus yoki ingliz tilida taqdim etilishi mumkin;

2) Maqola halqaro andozalar talabiga ko‘ra quyidagi aniq bandlarga ega bo‘lishi lozim:

a) **UO‘K-o‘zbek (YDK-rus, UDC-ingliz)** – universal o‘nli klassifikator (maqolaning yuqori chap burchagida keltiriladi, klassifikator <http://teacode.com/online/udc> saytida keltirilgan);

b) **Ilmiy maqola mavzusi** minimal miqdordagi so‘zlarni (10 ta so‘zdan oshmasligi kerak) o‘z ichiga olishi va matnning mohiyatini aniq ifodalashi lozim. Mavzu katta bosma harflar bilan o‘rtadan yozilishi kerak;

c) **Muallif (lar) to‘g‘risida ma’lumotlar.** Muallif(lar)ning ismi-sharifi (otasining ismi bilan), ilmiy darajasi va unvoni, ish joyi (shahar, davlat ko‘rsatiladi), ORCID raqami, elektron pochta manzili va muloqot telefonlari haqidagi barcha ma’lumotlar qisqartmalarsiz to‘liq kiritilishi kerak. Mualliflar bir nechta bo‘lsa ularning har biri haqida to‘liq ma’lumotlar berilishi shart;

d) **Annotatsiya-o‘zbek (Аннотация-rus, Abstract-ingliz)** asosiy mavzuning tavsifi, ob‘ekt muammosi, tadqiqot maqsadlari, asosiy usullar, tadqiqot natijalari va asosiy xulosalarni o‘z ichiga oladi. Annotatsiyada mavzu va maqsad bilan bog‘liq bo‘lgan boshqa maqolalarga nisbatan ilmiy maqolada nima yangilik borligi ko‘rsatilishi kerak. Maqola annotatsiyasi kamida 150 so‘zdan iborat bo‘lishi lozim;

e) **Kalit so‘zlar-o‘zbek (Ключевые слова-rus, Keywords-ingliz)** o‘rganilayotgan muammoni tavsiflash uchun xizmat qiluvchi asosiy tushunchalar va kategoriyalar ro‘yxatidir. Bu so‘zlar o‘quvchi uchun qo‘llanma bo‘lib xizmat qiladi va elektron ma’lumotlar bazalarida maqolalarni qidirish uchun ishlatiladi, shuning uchun ular fanni (maqola yoziladigan fan sohasini), mavzuni, maqsadni va tadqiqot ob‘ektini aks ettirishi kerak. Kalit so‘zlar 5-10 so‘zdan iborat bo‘lishi lozim;

f) **Maqola mavzusi, mualliflar haqidagi ma’lumotlar, annotatsiya va kalit so‘zlar 3 tilda:o‘zbek (lotin yozuvida), rus, ingliz tillarida bo‘lishi shart;**

g) Maqola muallifning shaxsiy izlanishlari natijasiga asoslanishi lozim. Maqola www.antiplag.uz saytining qisqacha hisoboti bilan qabul qilinadi. Originallik kamida **75%** bo'lishi kerak;

h) Ilmiy maqola tuzilishi jihatidan xalqaro talab darajasidagi IMRaD ([ingl.](#) introduction, materials and methods, results and discussion) shaklida yozilgan bo'lishi lozim:

- **Kirish o'zbek (Введение-rus, Introduction-ingliz).** Ushbu bo'limda tadqiqot mavzusining dolzarbligi, rejalashtirilgan ishning maqsad va vazifalari, nazariy va amaliy ahamiyati yoritilishi, o'rganilayotgan mavzu bo'yicha eng mashhur va nufuzli nashrlar tahlil etilishi, hal etilmagan muammolar keltirilishi kerak;

- **Uslub va materiallar (nazariy asoslar)-o'zbek (Методы и материалы (Теоретические основы)-rus, Materials and Methods (Theoretical basis)-ingliz).** Ushbu bo'limda natijalarni olish uchun foydalanilgan usullar batafsil tavsiflanadi. Odatda eksperimentlar/tadqiqotlarning umumiy sxemasi birinchi bo'lib beriladi, so'ngra ular batafsil va tafsilotlari bilan yoritiladi;

- **Natijalar-o'zbek (Результаты-rus, Results -ingliz).** Ushbu bo'limda tadqiqot davomida olingan eksperimental yoki nazariy ma'lumotlar keltirilishi kerak. Natijalar jadvallar, grafiklar, tashkiliy yoki strukturaviy diagrammalar, tenglamalar, fotosuratlar, chizmalar ko'rinishida ifodalanishi mumkin. Ushbu bo'limda faqat dalil (fakt)lar keltirilishi zarur;

- **Munozara-o'zbek (Обсуждение-rus, Discussion-ingliz).** Ushbu bo'lim tadqiqot natijalarining sharhini, olingan dalillar haqidagi taxminlarni, olingan natijalarni boshqa mualliflarning natijalari bilan taqqoslashni o'z ichiga oladi.

- **Xulosa-o'zbek (Заключение-rus, Conclusion-ingliz)** maqola matnining asosiy fikrlarini o'z ichiga oladi. Bo'limning ushbu qismi oldingi bo'limlarda berilgan so'zlarni takrorlamalik uchun ehtiyotkorlik bilan tahrir qilinishi kerak. Olingan natijalarni olinishi rejalashtirilgan natijalar bilan solishtirish, shuningdek, ularning yangiligi va amaliy ahamiyatini ko'rsatish, ish jarayonida duch keladigan cheklovlarni belgilash tavsiya etiladi. Yakunda xulosa va tavsiyalar berib, bu boradagi keyingi tadqiqotlarning asosiy yo'nalishlari belgilab berilishi zarur;

- **Foydalanilgan adabiyot ro'yxati-o'zbek (Список использованных источников-rus, References-ingliz).** Adabiyotlar ro'yxati faqat maqolani tayyorlashda foydalanilgan manbalarni o'z ichiga olishi lozim. Matnda barcha manbalar keltirilishi kerak. Foydalanilgan adabiyotlar bibliografik nomlari APA uslubi (American Psychological Association) talablari bo'yicha keltirilishi kerak.

6. Tayyorlangan maqolani sohaning yetakchi olimlari va mutaxassislari–fan doktori yoki fan nomzodi(PhD)dan olingan 2 ta taqriz bilan birga “Innovatsion texnologiyalar” ilmiy-amaliy jurnalining <https://innotex-journal.uz> veb sayti orqali yuborishingiz mumkin.

7. Yuqoridagi talablarga javob bermaydigan maqolalar tahririyat tomonidan ko'rib chiqilmaydi.

