“ENERGETIKA KOMPLEKSINING DOLZARB MUAMMOLARI: ISHLAB CHIQARISH, UZATISHI VA EKOLOGIYA” XALQARO ILMIY-AMALIY KONFERENSIYA

MAQOLALAR TO’PLAMI

«АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА: ПРОИЗВОДСТВО,ПЕРЕДАЧА И ЭКОЛОГИЯ» МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

СБОРНИК СТАТЕЙ

“CURRENT ISSUES OF THE ENERGY COMPLEX: PRODUCTION, TRANSMISSION, AND ECOLOGY”INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE

CONFERENCE PROCEEDINGS

QARSHI-2026

«Energetika kompleksining dolzarb muammolari: ishlab chiqarish, uzatishi va ekologiya» // Xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallari to'plami. – Qarshi: Qarshi davlat texnika universiteti, 2026. – 1240 b.

«Актуальные проблемы энергетического комплекса: производство, передача и экология» // Сборник материалов Международной научно-практической конференции. – Карши: Каршинский государственный технический университет, 2026. – 1240 с.

"Current Challenges of the Energy Complex: Generation, Transmission and Ecology" // Proceedings of the International Scientific and Practical Conference. – Karshi: Karshi State Technical University, 2026. – 1240 p.

"Energetika kompleksining dolzarb muammolari: ishlab chiqarish, uzatishi va ekologiya" mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya respublika va xorijiy oliy ta'lim muassasalari professor-o'qituvchilari, ilmiy xodimlar, mustaqil tadqiqotchilar, doktorantlar, magistrantlar hamda iqtidorli talabalarning energetika sohasidagi ilmiy-tadqiqot natijalarini muhokama qilish, zamonaviy ilmiy yutuqlar va innovatsion ishlanmalarni ishlab chiqarish amaliyotiga joriy etish, xalqaro ilmiy hamkorlikni rivojlantirish, yosh olimlarni qo'llab-quvvatlash, ularning ilmiy salohiyati va ijodiy fikrlash ko'nikmalarini rivojlantirish, shuningdek, yuqori malakali ilmiy va muhandislik kadrlarini tayyorlash maqsadida tashkil etilgan. Mazkur to'plamga konferensiyada ishtirok etgan mahalliy va xorijiy olimlar, professor-o'qituvchilar hamda ilmiy izlanuvchilar tomonidan taqdim etilgan ilmiy-tadqiqot ishlari natijalari kiritilgan.

To'plam materiallari elektroenergetika tizimlari, tarmoqlari va elektr stansiyalarining dolzarb masalalari, issiqlik energetikasi va energetikadagi fizik jarayonlar, energiya tejamkorligi, muqobil va qayta tiklanuvchi energiya manbalari, yoqilg'i-energetika majmuasining texnik va texnologik muammolari, shuningdek, energetika majmuasida ekologiya va atrof-muhitni muhofaza qilish kabi ustuvor ilmiy yo'nalishlarni qamrab oladi.

Xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallari professor-o'qituvchilar, ilmiy tadqiqotchilar, doktorantlar, magistrantlar hamda energetika va sanoat tarmoqlarida faoliyat yuritayotgan mutaxassislar uchun muhim ilmiy-amaliy manba sifatida xizmat qiladi.

Международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы энергетического комплекса: производство, передача и экология» организована с целью всестороннего обсуждения результатов научно-исследовательской деятельности профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников, независимых исследователей, докторантов, магистрантов и талантливых студентов высших образовательных учреждений Республики Узбекистан и зарубежных стран, внедрения современных научных достижений и инновационных разработок в производственную практику, развития международного научного сотрудничества, поддержки молодых ученых, формирования у них навыков самостоятельного и творческого мышления, а также подготовки высококвалифицированных научных и инженерных кадров. В настоящий сборник включены результаты научно-исследовательских работ, представленные отечественными и зарубежными учеными, преподавателями и исследователями, принявшими участие в конференции.

СОСТАВ ПРОГРАММНОГО КОМИТЕТА:

Председатель Программного комитета

Нематов Шерзод Каландарович – доктор физико-математических наук, профессор, ректор Каршинского государственного технического университета, г. Карши, Республика Узбекистан.

Заместители Председателя Программного комитета

Узаков Гулом Норбоевич – доктор технических наук, профессор, проректор по научной работе и инновациям Каршинского государственного технического университета, г. Карши, Республика Узбекистан

Гибадуллин Артур Артурович – кандидат экономических наук, доцент, доцент Национального исследовательского университета "МЭИ", г. Москва, Россия; ведущий научный сотрудник Института исследований международных экономических отношений Финансового университета при Правительстве Российской Федерации, г. Москва, Россия

Члены Программного комитета

Захидов Ромен Абдуллаевич – академик АН РУз, доктор технических наук, профессор, Институт проблем энергетики, г. Ташкент, Республика Узбекистан

Аллаев Кахраман Рахимович – академик АН РУз, доктор технических наук, профессор, Ташкентский государственный технический университет, г.Ташкент, Республика Узбекистан

Гуламов Кадыр Гафурович – академик АН РУз, доктор физико-математических наук, профессор, Физико-технический институт Академии наук Республики Узбекистан, г. Ташкент, Республика Узбекистан.

Ахатов Жасуржон Саидович – доктор технических наук, профессор, Физико-технический институт АН РУз, г. Ташкент, Республика Узбекистан

Ахатов Жобир Замирович – доктор технических наук, заместитель директора по научной работе Национального научно-исследовательского института возобновляемых источников энергии при Министерстве энергетики Республики Узбекистан, г. Ташкент, Республика Узбекистан.

Авезова Нилуфар Роббанакуловна – доктор технических наук (DSc), профессор, Ферганский государственный технический университет, Республика Узбекистан.

Харченко Валерий Владимирович – доктор технических наук, профессор, Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, г. Москва, Россия

Бутузов Виталий Анатольевич – доктор технических наук, профессор, Кубанский государственный аграрный университет, г.Краснодар, Россия

Виноградов Александр Владимирович – д.т.н., доцент, профессор, и. о. заведующего кафедрой "Электроснабжение и теплоэнергетика имени академика И.А. Будзко" РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева,профессор кафедры "Электроснабжение" Орловского ГАУ.



Седнин Владимир Александрович – доктор технических наук, профессор, Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь

Сидоров Виктор Александрович – доктор экономических наук, профессор, Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия

Морковкин Дмитрий Евгеньевич – кандидат экономических наук, доцент, Финансовый университет при Правительстве РФ, г. Москва, Россия

Загинайлов Владимир Ильич – доктор технических наук, профессор, Российский государственный аграрный университет - Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия

Дерюгина Елена Александровна – Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь

Абдуллозода Рамазон Толибжон – кандидат технических наук, доцент, проректор по науке и инновациям Таджикского технического университета им. М.С. Осими, Душанбе, Республика Таджикистан

Гусейнова Эльвира Анверовна – доктор химических наук, профессор, Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, Баку, Республика Азербайджан.

Мехтиева Алмаз – доктор философии, доцент, доцент Азербайджанского государственного университета нефти и промышленности, Баку, Республика Азербайджан

Оспанов Ербол Амангазович – PhD, доцент, доцент Университета имени Шакарима г.Семей, г. Семей, Республика Казахстан

Мохд Дзул Хаким Бин Вирзал – профессор Технологического университета Петронас, Малайзия

Давлонов Хайрулла Алламуратович – доктор философии (PhD) по техническим наукам, доцент, заведующий отделом научных исследований, инноваций и научно-педагогической подготовки кадров Каршинского государственного технического университета, г. Карши, Республика Узбекистан.

Яхшибоев Шухрат Комилович – доктор философии (PhD) по техническим наукам, доцент, Каршинский государственный технический университет, г. Карши, Республика Узбекистан.

Эргашев Шахриёр Хамидуллаевич – доктор философии (PhD) по техническим наукам, доцент, Каршинский государственный технический университет, г. Карши, Республика Узбекистан.

Норбоев Анвар Эшмуминович – доктор философии (PhD) по техническим наукам, доцент, Каршинский государственный технический университет, г. Карши, Республика Узбекистан.

Хамраев Сардор Ильхамович – PhD, доцент, доцент Каршинского государственного технического университета, г. Карши, Республика Узбекистан, секретарь программного комитета. (+99891 473 45 55) E-mail: xamrayevs@bk.ru



СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ №1. АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ, СЕТЕЙ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ

A.N. Tovbayev, I.B. Tog'ayev. YUQORI KUCHLANISHLI HAVO ELEKTR UZATISH LINIYALARIDA TOJLANISH YO'QOTISHLARINI KOMPLEKS MONITORING VA DIAGNOSTIKA QILISH ASOSIDA ENERGIYA SAMARADORLIGINI OSHIRISH. 8

B.X.Shaymatov, M.B.Xolmurodov. 110/35/6 KV KUCHLANISHLI BOSH PASAYTIRUVCHI PODSTANSIYADAGI TRANSFORMATORLARINING ISH REJIMLARINI OPTIMALLASHTIRISH. 13

G.B. Beisenova, G.D. Turymbetova, K.S. Jumagulova., K.Zh. Smagulov. OPTIMISATION STRATEGIES FOR INTELLIGENT MANAGEMENT OF ENERGY STORAGE SYSTEMS TO MINIMISE LOSSES IN POWER SYSTEMS WITH A HIGH PROPORTION OF RENEWABLE ENERGY SOURCES. 17

K.M. Najimatdinov, R.K. Najmatdinov. NOSIMMETRIK REJIMLARDA ELEKTROMAGNIT TOK O'ZGARTKICHLAR ASOSIDA REAKTIV QUVVATNI O'LCHASH VA MONITORING QILISH USULLARINI TADQIQ ETISH. 20

P.K. Kuatbaev, D.S. Kaipbekov. ELEKTR TRANSPORT VOSITALARINING ENERGIYA TIZIMIGA INTEGRATSIYASI VA ISTIQBOLLARI. 23

M.K. Bobojanov, Y.O.Ochilov. O'ZBEKISTON ENERGETIKA TIZIMIDA DIFFERENSIALLASHGAN TARIFLARNI JORIY ETISHNING ISTIQBOLLARI. 26

M.X.Murodov, E.X.Berkinov, M.Y. Nabiyev, B.S.Ismoilov. GIDROGEL-GRAFIT-G'O'ZA POYASI KULI ASOSIDAGI KOMPOZITSIYA YORDAMIDA TAKOMILLASHTIRILGAN ZAMINLASH ORQALI FOTOELEKTRIK TIZIMLARDA PID EFFEKTINI KAMAYTIRISH. 31

N.Sh. Jonmuratov. NASOS STANSIYALARIDAGI ELEKTRODVIGATELLARNING ENERGIYA SAMARADORLIGINI OSHIRISHDA ZAMONAVIY BOSHQARISH TIZIMLARI. 37

N.B.Pirmatov, A.T. Panoev, N.M.Karimova. TO'QIMACHILIK KORXONALARIDA TO'QUV DASTGOHLARIDAGI ASINXRON MOTORLI ELEKTR YURITMALARNING O'TKINCHI JARAYONLARINI OPTIMAL BOSHQARISH ORQALI ELEKTR ENERGIYA TEJAMKORLIGIGA ERISHISH. 45

Y.O.Ochilov, R.J.G'aniboyev. ELEKTR TA'MINOTI TIZIMI SAMARADORLIGINI OSHIRISHDA TRANSFORMATORLARDAGI ENERGIYA ISROFI SARFINI KAMAYTIRISHNING AHAMIYATI TAHLILI. 50

В.П. Шарупич, П.В. Шарупич, С.В. Шарупич , Т.С. Шарупич, Гиамфи Ассале Эме Сезер, С.С. Шарупич ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ В ЕДИНОЙ КОНТИНЕНТАЛЬНОЙ НЕЙРОЭЛЕКТРОЭНЕРГОСИСТЕМЕ РОССИЙСКО-АФРИКАНСКОГО СОЮЗНОГО ГОСУДАРСТВА ПЛАНЕТАРНОЙ ПОДЗЕМНО-ПОДВОДНОЙ МНОГОУРОВНЕВОЙ НЕЙРОЭНЕРГОСИСТЕМЫ ПЛАНЕТЫ ЗЕМЛЯ ВЫСШЕЙ КАТЕГОРИИ НАДЕЖНОСТИ С ЧЕТЫРЬМЯ НЕЗАВИСИМЫМИ ИСТОЧНИКАМИ ЭНЕРГИИ НА 2026 ГОД И ДОЛГОСРОЧНУЮ ПЕРСПЕКТИВУ ДО 2530 ГОДА. РОССИЙСКО-АФРИКАНСКИЙ КЛЮЧ 56

М.Е. Ахмаджанова, Ш.В.Хамидов. ПРИМЕНЕНИЕ УСТРОЙСТВ FACTS В СОВРЕМЕННЫХ ЭНЕРГОСИСТЕМАХ. 60

D.U. Turapova. BILVOSITA TABIIY KONVEKSIYALI QUYOSH QURITGICHINING ISSIQLIK SAMARADORLIGI BO'YICHA TAJRIBAVIY TADQIQOT 723

D. Kodirov, R. Kobilov, A. Davirov, A. Eskuatova. EXPERIMENTAL PERFORMANCE EVALUATION OF A HYBRID SOLAR–WIND ENERGY SYSTEM UNDER VARIABLE OPERATING CONDITIONS 727

S.U. Mirzayorova. R.S. Mirzayeva, A.M. Choriyeva, M.Y. Choriyeva. KOMBINATSIYALASHGAN QUYOSH ENERGIYASI ASOSIDAGI KICHIK QUVVATLI QUYOSH SUV CHUCHUTGICH QURILMASINING ENERGETIK SAMARADORLIGINI BAHOLASH 751

U.O. Panjiyev. BINOLARNI SOVUTISH TIZIMIDA QUYOSH FOTOELEKTRIK MODULLAR YORDAMIDA ENERGIYA SAMARADORLIGINI OSHIRISH USULLARINI TADQIQ ETISH. 758

Г. Ш. Каримова. ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРЕПОДАВАНИЯ ПРЕДМЕТА «ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ» В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ 763

Д.У.Абдуҳамидов. ТОШКЕНТ ИҚЛИМИДА БАК-АККУМУЛЯТОРЛИ ҚУЁШ ИСИТИШ ТИЗИМЛАРИНИНГ ЭНЕРГЕТИК, ЭКОЛОГИК ВА ИҚТИСОДИЙ САМАРАДОРЛИГИ 768

B.A. Abdug'aniyev, A.X.Nematov, A.O. Boyitova. QUYOSH ENERGIYASINI ELEKTR ENERGIYASIGA AYLANTIRISHNING FIZIK ASOSLARI 773

Р.А. Мамедов, Г.Н. Узаков. РАЗРАБОТКА ПЛАВУЧЕЙ ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ С КИНЕТИЧЕСКОЙ ТУРБИНОЙ ДЛЯ СВОБОДНОПОТОЧНЫХ ВОДОТОКОВ 777

Р.А.Мамедов, Г.Н. Узаков. ВЛИЯНИЕ ПОВЫШЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОЛНЕЧНЫХ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАНЕЛЕЙ 783

R.A. Mamedov, J.J. Jamolov. SUV TAQSIMLASH GIDROTEXNIK INSHOOTLARIDAGI PAST BOSIMLI SUV OQIMLARI UCHUN GIDROENERGETIK QURILMANI OPTIMALLASHTIRISHNING ILMIY YONDASHUVLARI 789

В.Г. Дыскин, И.А. Юлдашев. У.Б Хамдамов, И.А. Хамдамова, Б.М. Ботиров М.А.Атоева. РАЗРАБОТКА ГРАДИЕНТНОГО КВИНТИЧЕСКОГО АНТИОТРАЖАЮЩЕГО ПОКРЫТИЯ ДЛЯ КРЕМНИЕВОГО ФОТОЭЛЕМЕНТА НА ОСНОВЕ СМЕСИ MGF_2 И ZNS 794

I.X. Tuychiyev, A.G'. Komilov. QUYOSH ISSIQLIK KOLLEKTORI QISMLARI UCHUN TIO_2/HDPE KOMPOZIT MATERIALLARINING MEXANIK XOSSALARINI BAHOLASH 797

M.Asqarov, N. Raximov. KAPILLYAR TUZILMALI G'OVAK MUHIT YORDAMIDA QUYOSH CHUCHUTGICHINING SAMARADORLIGINI OSHIRISH: UCH O'LCHOVLI SONLI TAHLIL VA EKSPERIMENTAL TASDIQLASH 800

Б.И. Камолов. СОВРЕМЕННЫЕ ГИБРИДНЫЕ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ, ИСПОЛЬЗУЮЩИЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ 804

J.A. Normuminov, B.B. Shayxov, S.I. Xamrayev. O'ZBEKISTONNING QUYOSH ENERGETIKASI RIVOJLANISHINING TEXNIK-IQTISODIY ASOSLARI VA INTEGRATSIYALASHGAN ENERGETIK MODELI. 809

Sh.K. Yaxshiboyev, Sh.V. Nasimov, B.N. Sattorov, J.A. Normuminov, B.B. Shayxov, S.I. Xamrayev. QUYOSH ENERGETIKASI ASOSIDA BARQAROR ENERGIYA TA'MINOTI TIZIMLARINI SHAKLLANTIRISHNING TEXNIK-IQTISODIY TAHLILI 818

CPM φ=0.65 – OPTIMAL (ushbu ish)	**83.7±2.2**	**2.41±0.12**	**14.8±0.8**	**62±12**	**6.1±0.5**	**–**
CPM φ=0.75 (ushbu ish)	79.1±2.9	2.18±0.11	13.2±0.7	88±15	7.2±0.6	–

5. Xulosalar

Kapillyar g'ovak membranali quyosh chuchutgichi uchun to'liq bog'langan uch o'lchovli chekli hajmlar modeli ishlab chiqildi, tasdiqlandi va global parametrik optimallashtirish uchun qo'llanildi. Asosiy xulosalar: Optimal CPM konfiguratsiyasi (φ = 0.65, d = 35 μm) standart sinov sharoitida issiqlik samaradorligi η = 83.7 ± 2.2% va kunlik hosildorlik 14.8 ± 0.8 kg m^{-2} $kunda^{-1}$ ko'rsatdi — an'anaviy tekis absorberga nisbatan mos ravishda 97.9% va 185% yuqori. Adaptiv ikkinchi tartibli FVM yechuvchi n ≈ 340 iteratsiyada yaqinlashadi, L2 xatolik 0.28%; FDM (4.82%), FEM (1.93%) va bir xil qadamli FVM (1.47%) dan aniqlik-xarajat nisbatida ustun. Uch o'lchovli tahlil nurlanish qiymatidan mustaqil $\varphi \approx 0.645$ da optimal g'ovaklilik tizmasi mavjudligini ko'rsatdi ($\partial^2 J/\partial\varphi^2$ = −0.84 kg m^{-2} h^{-1}) — ±0.05 ishlab chiqarish tolerantligi faqat 1.8% unumdorlik yo'qotishiga olib keladi. Kapillyar yon oqim kontsentratsion polyarizatsiyani 44.3% ga kamaytiradi (C/C_0 ni 1.88 dan 1.44 ga), TDS ni 480 ± 35 dan 62 ± 12 mg/L gacha tushiradi JST ichimlik suvi ko'rsatkichlaridan 8 baravar past. Model bashoratlari 25–75 °C ish diapazonida MAE = 1.9% (R^2 = 0.9974) aniqlikda tajriba bilan mos keladi.

Adabiyotlar

[1] WWAP. The United Nations World Water Development Report 2023. UNESCO, Paris, 2023.
[2] Elimelech M, Phillip WA. The future of seawater desalination. Science 2011;333:712–717.
[3] Tao P et al. Solar-driven interfacial evaporation. Nature Energy 2018;3:1031–1041.
[4] Wang Z et al. Paper-based membranes for solar-driven evaporation. J Mater Chem A 2017;5:16359.
[5] Chen C et al. Highly flexible and efficient solar steam generation device. Adv Mater 2017;29:1701756.

СОВРЕМЕННЫЕ ГИБРИДНЫЕ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ, ИСПОЛЬЗУЮЩИЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

Б.И. Камолов
ассистент кафедры «Энергетическая инженерия»
Каршинский государственный технический университет. Behzod0288@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены современные гибридные системы отопления жилых зданий с использованием возобновляемых источников энергии. Выполнен анализ эффективности интеграции теплового насоса, солнечного коллектора и автономной системы теплоснабжения для повышения энергетической эффективности и снижения потребления традиционных энергоресурсов. Исследовано влияние гибридной схемы теплоснабжения на коэффициент преобразования теплового насоса (COP), стабильность температурного режима и снижение эксплуатационных затрат. Установлено, что применение гибридной системы позволяет снизить энергопотребление на 28 %, повысить коэффициент COP теплового насоса с 2,7 до 4,0 и увеличить долю использования возобновляемых источников энергии до 61 %. Полученные результаты подтверждают перспективность применения автономных гибридных систем теплоснабжения для повышения энергоэффективности жилых зданий и снижения выбросов углекислого газа.

Ключевые слова. гибридная система отопления, тепловой насос, возобновляемые источники энергии, автономное теплоснабжение, энергоэффективность, солнечный коллектор, коэффициент COP, энергосбережение.

Abstract. This paper discusses modern hybrid heating systems for residential buildings using renewable energy sources. An analysis was conducted on the efficiency of integrating a heat pump, solar collector, and autonomous heating system to improve energy efficiency and reduce the consumption of conventional energy resources. The influence of the hybrid heating configuration on the coefficient of performance (COP) of the heat pump, temperature stability, and reduction of operating costs was investigated. The results showed that the application of the hybrid system reduced energy consumption by 28%, increased the heat pump COP from 2.7 to 4.0, and increased the share of renewable energy utilization up to 61%. The obtained results confirm the перспективность of autonomous hybrid heating systems for improving the energy efficiency of residential buildings and reducing carbon dioxide emissions.

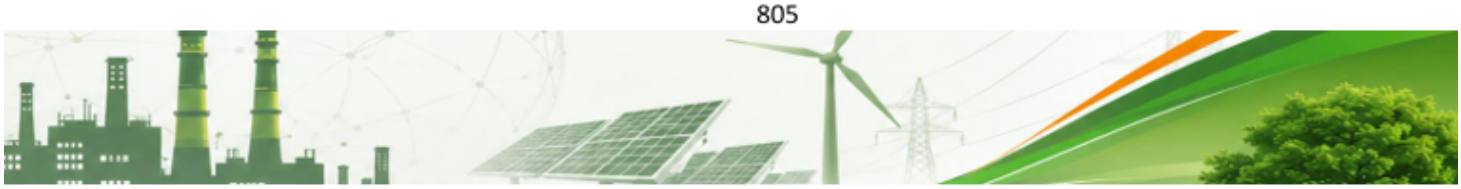
Keywords. hybrid heating system, heat pump, renewable energy sources, autonomous heating supply, energy efficiency, solar collector, COP coefficient, energy saving.

Annotatsiya. Maqolada qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanuvchi zamonaviy gibrid isitish tizimlari ko‘rib chiqilgan. Energetik samaradorlikni oshirish va an’anaviy energiya resurslari sarfini kamaytirish maqsadida issiqlik nasosi, quyosh kollektori hamda avtonom issiqlik ta’minoti tizimining integratsiyalash samaradorligi tahlil qilindi. Gibrid issiqlik ta’minoti sxemasining issiqlik nasosining COP koeffitsiyenti, harorat rejimi barqarorligi va ekspluatatsion xarajatlarni kamaytirishga ta’siri o‘rganildi. Tadqiqot natijalari gibrid tizim qo‘llanilganda energiya sarfi 28 % ga kamayishini, issiqlik nasosining COP koeffitsiyenti 2,7 dan 4,0 gacha oshishini hamda qayta tiklanuvchi energiya ulushi 61 % gacha yetishini ko‘rsatdi. Olingan natijalar avtonom gibrid isitish tizimlarining turar joy binolarida energetik samaradorlikni oshirish va karbonat angidrid chiqindilarini kamaytirishdagi istiqbolliligini tasdiqlaydi.

Kalit so‘zlar. gibrid isitish tizimi, issiqlik nasosi, qayta tiklanuvchi energiya manbalari, avtonom issiqlik ta’minoti, energetik samaradorlik, quyosh kollektori, COP koeffitsiyenti, energiya tejash.

Введение

В условиях современного роста мирового энергопотребления и необходимости сокращения выбросов парниковых газов особое внимание уделяется развитию энергоэффективных систем теплоснабжения жилых зданий. Значительная часть потребляемой энергии в жилом секторе расходуется на отопление, что обусловливает необходимость внедрения современных технологий, обеспечивающих снижение энергозатрат и повышение эффективности использования энергетических ресурсов[1-4]. В последние годы во многих странах мира активно развиваются системы теплоснабжения на основе возобновляемых источников энергии. Использование солнечной энергии, тепловых насосов и других альтернативных источников позволяет уменьшить зависимость от традиционных видов топлива, снизить эксплуатационные расходы и сократить негативное воздействие на окружающую среду. Одним из наиболее перспективных направлений является интеграция тепловых насосов в гибридные системы отопления жилых зданий. Теплонасосные системы характеризуются высокой энергетической эффективностью и возможностью работы в низкотемпературных режимах отопления. Коэффициент преобразования теплового насоса (COP) существенно превышает эффективность традиционных электрических систем теплоснабжения, что делает тепловые насосы перспективным решением для автономного отопления жилых зданий. Однако



эффективность работы тепловых насосов во многом зависит от климатических условий, температурного режима и стабильности тепловой нагрузки.

В связи с этим особый интерес представляют гибридные системы теплоснабжения, объединяющие тепловой насос, солнечный коллектор и дополнительные источники тепловой энергии в единую автономную систему отопления. Интеграция нескольких источников энергии позволяет повысить надежность теплоснабжения, увеличить долю использования возобновляемой энергии и обеспечить более стабильный режим работы системы. Несмотря на значительное количество исследований в области теплонасосных и гибридных систем отопления, вопросы комплексного анализа энергетической эффективности автономных гибридных систем теплоснабжения жилых зданий остаются недостаточно изученными. Недостаточно исследовано влияние интеграции возобновляемых источников энергии на коэффициент преобразования теплового насоса, снижение энергопотребления и повышение стабильности теплоснабжения в условиях автономной эксплуатации. В связи с этим исследование современных гибридных систем отопления жилых зданий с использованием возобновляемых источников энергии является актуальной научно-практической задачей, направленной на повышение энергетической эффективности, снижение эксплуатационных затрат и совершенствование автономных систем теплоснабжения[5-6].

Цель исследования. Целью исследования является анализ современных гибридных систем отопления жилых зданий с использованием возобновляемых источников энергии и обоснование эффективности интеграции теплового насоса в автономные системы теплоснабжения. В работе рассматриваются вопросы повышения энергетической эффективности, снижения энергопотребления и увеличения доли использования возобновляемых источников энергии в гибридных системах отопления. Также выполняется оценка влияния интеграции солнечного коллектора и теплового насоса на стабильность теплоснабжения и эксплуатационные характеристики автономной системы отопления жилых зданий.

Научная новизна исследования. Научная новизна исследования заключается в комплексном анализе современных гибридных систем отопления жилых зданий с интеграцией возобновляемых источников энергии и теплового насоса в автономную систему теплоснабжения. В работе исследованы особенности совместного функционирования солнечного коллектора, теплового насоса и низкотемпературной системы отопления в составе единой гибридной схемы теплоснабжения. Выполнен анализ влияния интеграции теплового насоса на энергетическую эффективность автономной системы отопления, коэффициент преобразования (COP) и стабильность теплового режима. Исследованы особенности работы гибридной системы в условиях низкотемпературного отопления и переменной тепловой нагрузки жилых зданий. В отличие от традиционных систем теплоснабжения предложенный подход позволяет повысить долю использования возобновляемых источников энергии, снизить энергопотребление и улучшить эксплуатационные характеристики автономной гибридной системы отопления. Также обоснованы перспективы оптимизации режимов работы гибридной системы для повышения энергетической эффективности и надежности теплоснабжения жилых зданий.

Методология исследования

Методология исследования основана на анализе энергетической эффективности автономной гибридной системы теплоснабжения жилого здания с использованием возобновляемых источников энергии. Исследуемая система

включает воздушно-водяной тепловой насос, солнечный коллектор, теплоаккумулирующий бак, гидронный контур отопления и дополнительный резервный источник теплоснабжения.

Воздушно-водяной тепловой насос рассматривается как основной источник тепловой энергии системы отопления. Солнечный коллектор используется для дополнительного нагрева теплоносителя и повышения общей энергетической эффективности системы. Теплоаккумулирующий бак предназначен для аккумулирования тепловой энергии и сглаживания температурных колебаний при переменной тепловой нагрузке. Гидронный контур отопления обеспечивает передачу тепловой энергии в помещения жилого здания в низкотемпературном режиме работы. Дополнительный электрический нагреватель используется в качестве резервного источника теплоснабжения при пиковых тепловых нагрузках.

Для оценки эффективности работы теплового насоса определялся коэффициент преобразования (COP) по следующему выражению [7-8]:

$$COP = \frac{Q_{out}}{W} \quad (1)$$

где Q_{out} - полезная тепловая мощность теплового насоса, Вт; W — потребляемая электрическая мощность компрессора, Вт.

Тепловая нагрузка здания определялась по уравнению теплопотерь:

$$Q = UA(T_i - T_o) \quad (2)$$

где U - коэффициент теплопередачи ограждающих конструкций, Вт/(м²·К); A — площадь поверхности теплообмена, м²; T_i - внутренняя температура помещения, °С; T_o - наружная температура воздуха, °С.

Эффективность солнечного коллектора рассчитывалась по следующему выражению:

$$\eta = \frac{Qu}{AcG} \quad (3)$$

где Qu - полезная тепловая энергия солнечного коллектора, Вт; Ac - площадь солнечного коллектора, м²; G - интенсивность солнечной радиации, Вт/м².

Общая эффективность гибридной системы теплоснабжения определялась по выражению[9-10]:

$$\eta_{sys} = \frac{Q_{useful}}{E_{input}} \quad (4)$$

где Q_{useful} - полезная тепловая энергия, переданная системе отопления, Вт; E_{input}- суммарные энергетические затраты системы, Вт.

Полученные результаты использовались для анализа влияния интеграции теплового насоса и возобновляемых источников энергии на энергетическую эффективность, стабильность теплоснабжения и снижение энергопотребления автономной гибридной системы отопления жилых зданий.

Результаты исследования и обсуждение

Результаты исследования показали, что применение гибридной системы отопления с использованием теплового насоса и возобновляемых источников энергии обеспечивает существенное повышение энергетической эффективности системы теплоснабжения жилого здания по сравнению с традиционной схемой отопления. Сравнительный анализ традиционной и гибридной систем отопления показал снижение общего энергопотребления системы с 100 % до 72 %, что свидетельствует о повышении энергетической эффективности автономной системы теплоснабжения. Полученные результаты подтверждают эффективность интеграции теплового насоса и солнечного коллектора в состав гибридной системы отопления.

Установлено, что коэффициент преобразования теплового насоса (COP) увеличивается с 2,7 до 4,0 благодаря совместной работе теплового насоса и солнечного коллектора. Повышение COP способствует снижению потребления электрической энергии и улучшению эксплуатационных характеристик системы.

Анализ доли использования возобновляемых источников энергии показал увеличение renewable contribution с 18 % до 61 %. Это связано с более эффективным использованием солнечной энергии и оптимизацией режимов работы гибридной системы теплоснабжения.

Также результаты исследования показали снижение выбросов углекислого газа (CO_2 emissions) с 100 % до 55 % по сравнению с традиционной системой отопления. Снижение выбросов обусловлено уменьшением потребления традиционных топливно-энергетических ресурсов и увеличением доли возобновляемых источников энергии в системе теплоснабжения.

Таблица 1

Сравнение энергетических характеристик традиционной и гибридной систем отопления

Параметр	Traditional system	Hybrid system
Energy consumption	100 %	72 %
COP	2.7	4.0
Renewable contribution	18 %	61 %
CO_2 emissions	100 %	55 %

Таблица демонстрирует преимущества гибридной системы отопления по сравнению с традиционной схемой теплоснабжения. Установлено, что интеграция теплового насоса и возобновляемых источников энергии способствует снижению энергопотребления, повышению коэффициента COP и уменьшению выбросов углекислого газа.

Заключение

1. Проведенный анализ показал, что применение гибридной системы отопления с использованием возобновляемых источников энергии способствует существенному повышению энергетической эффективности системы теплоснабжения жилых зданий.
2. Установлено, что интеграция воздушно-водяного теплового насоса в автономную систему отопления позволяет повысить коэффициент преобразования (COP) с 2,7 до 4,0, что обеспечивает снижение потребления электрической энергии и улучшение эксплуатационных характеристик системы.
3. Результаты исследования показали увеличение доли использования возобновляемых источников энергии с 18 % до 61 % благодаря совместному использованию солнечного коллектора и теплового насоса в составе гибридной системы теплоснабжения.
4. Анализ энергетических характеристик системы подтвердил снижение общего энергопотребления с 100 % до 72 % по сравнению с традиционной системой отопления, что свидетельствует о высокой эффективности гибридной схемы теплоснабжения.
5. Полученные результаты подтверждают, что применение автономной гибридной системы отопления обеспечивает повышение стабильности теплоснабжения, снижение выбросов углекислого газа и совершенствование современных энергоэффективных систем отопления жилых зданий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Hepbasli A., Kalinci Y. A review of heat pump water heating systems // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2009. – Vol. 13. – P. 1211–1229.
2. Kalogirou S. Solar Energy Engineering: Processes and Systems. – 3rd ed. – Academic Press, 2020. – 760 p.
3. Duffie J.A., Beckman W.A. Solar Engineering of Thermal Processes. – 5th ed. – Wiley, 2020. – 944 p.
4. Lund H., Østergaard P.A., Connolly D., Mathiesen B.V. Smart energy and smart energy systems // Energy. – 2017. – Vol. 137. – P. 556–565.
5. Chua K.J., Chou S.K., Yang W.M. Advances in heat pump systems: A review // Applied Energy. – 2010. – Vol. 87. – P. 3611–3624.

O'ZBEKISTONNING QUYOSH ENERGETIKASI RIVOJLANISHINING TEXNIK-IQTISODIY ASOSLARI VA INTEGRATSIYALASHGAN ENERGETIK MODELI

J.A. Normuminov[1], B.B. Shayxov[2], S.I. Xamrayev[3].

[2]Energiya samaradorligi va ta'lim ishlab chiqarish integratsiyasini rivojlantirish boshqarma yetakchi mutaxassisi t.f.f.d, (Phd) dotsent.

[2]Energiya samaradorligi va ta'lim ishlab chiqarish integratsiyasini rivojlantirish boshqarma boshlig'i o'rinbosari

[3]Qarshi davlat texnika universitet Energetika muhandsiligi kafedrasi t.f.f.d, (Phd), dostenti

Annotatsiya. Ushbu maqolada O'zbekistonda quyosh energetikasining hozirgi rivojlanish darajasi, tabiiy resurs salohiyati, texnik-iqtisodiy samaradorligi va milliy energetika tizimiga integratsiya jarayoni kompleks ilmiy tahlil qilinadi. Mamlakatning qulay geografik joylashuvi, yillik quyosh radiatsiyasi darajasining yuqoriligi (1400–2000 kWh/m^2) va meteorologik ko'rsatkichlarning barqarorligi quyosh energetikasini strategik ustuvor yo'nalishga aylantiruvchi asosiy omillar sifatida ko'rib chiqiladi. Tadqiqotda mavjud fotoelektr stansiyalarining ishlab chiqarish ko'rsatkichlari, texnologik samaradorligi, degradatsiya sur'atlari, issiqlik yo'qotishlar modeli va ishlab chiqarish tannarxi o'zaro bog'liq holda tahlil qilingan. LCOE ko'rsatkichi asosida O'zbekiston sharoitida quyosh elektr energiyasining iqtisodiy afzalliklari baholangan va kelajakdagi rivojlanish potensialini belgilovchi parametrlar aniqlangan. Bundan tashqari, energetik tizimning barqaror ishlashi uchun muhim bo'lgan tarmoqqa ulanish cheklovlari, reaktiv quvvat boshqaruvi, kuchlanish va chastota barqarorligi hamda energiya saqlash tizimlarining funksional roli matematik modellar yordamida asoslab berilgan. Taklif etilgan integratsiyalashgan energetik model yangi quyosh quvvatlarini optimal joylashtirish, ishlab chiqarish hajmlarini bashoratlash, tarmoq yuklamasi muvozanatini ta'minlash va umumiy energetik samaradorlikni oshirish imkoniyatlarini ochib beradi. Tadqiqot natijalari O'zbekistonning quyosh energetikasi bo'yicha uzoq muddatli strategik rivojlanish yo'nalishlarini belgilash, investitsion loyihalar samaradorligini oshirish va past uglerodli iqtisodiyotga o'tish jarayonini tezlashtirishda ilmiy-amaliy asos bo'lib xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: quyosh energetikasi, fotoelektr stansiyalar, LCOE, energetik tizim integratsiyasi, energiya saqlash tizimlari, reaktiv quvvat boshqaruvi, past uglerodli energetika, O'zbekiston.

Kirish

O'zbekistonda energetika tizimini modernizatsiya qilish, energiya xavfsizligini ta'minlash va past uglerodli iqtisodiyotga izchil o'tish davlat siyosatining ustuvor yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Aholi sonining o'sishi, sanoat tarmoqlarining kengayishi va elektr energiyasiga bo'lgan talabning yil sayin ortib borishi mavjud issiqlik elektr