



ВАЗОРАТИ МАОРИФ ВА ИЛМИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН
ДОНИШГОҶИ ТЕХНИКИИ ТОҶИКИСТОН
ба номи академик М.С. Осимӣ



МАВОДИ
КОНФЕРЕНСИЯИ ҶУМҲУРИЯВИИ ИЛМӢ-АМАЛИИ
СОҶИБИХТИЁРӢ ВА ТАЪМИНИ ИСТИҚЛОЛИЯТИ ЭНЕРГЕТИКӢ:
ДАСТОВАРДҶО ВА ДУРНАМОИ РУШД

МАТЕРИАЛЫ
РЕСПУБЛИКАНСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
СУВЕРЕНИТЕТ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ НЕЗАВИСИМОСТИ:
ДОСТИЖЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

MATERIALS
REPUBLICAN SCIENTIFIC-PRACTICAL CONFERENCE
OWNERSHIP AND PROVISION OF ENERGY INDEPENDENCE: ACHIEVEMENTS
AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT

Душанбе – 2024

Маводҳои конференсияи ҷумҳуриявии илмӣ-амалии дар мавзӯи “ СОҶИБИХТИЁРӢ ВА ТАЪМИНИ ИСТИҚЛОЛИЯТИ ЭНЕРГЕТИКӢ: ДАСТОВАРДҶО ВА ДУРНАМОИ РУШД” // Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ. Душанбе, 2024. 105 с.

Материалы республиканской научно-практической конференции “ СУВЕРЕНИТЕТ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ НЕЗАВИСИМОСТИ: ДОСТИЖЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ” // Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими. Душанбе. - 2024. - 105с.

Proceedings of the Republican scientific-practical conference on " OWNERSHIP AND PROVISION OF ENERGY INDEPENDENCE: ACHIEVEMENTS AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT" // Tajik Technical University named after M.S. Osimi. Dushanbe, 2024. 105 p.

ҲАЙАТИ ТАҲРИРИЯ	
Давлатзода Қудрат Қамбар	доктори илмҳои иқтисодӣ, профессор, ректори ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ
Абдуллозода Рамазон Толиб	номзади илмҳои техникӣ, дотсент, муовини ректори ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ оид ба илм ва инноватсия
Маҷидзода Тоҳир Саид	номзади илмҳои техникӣ, дотсент, муовини ректори ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ оид ба таълим, муовини аввал
Бозоров Шамсуддин Аломуддинович	номзади илмҳои техникӣ, дотсент, сардори раёсати илм ва инноватсияи ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ
Раҳимзода Ҷамшед Бобомурод	номзади илмҳои техникӣ, дотсент, декани факултети энергетикӣ ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ

EDITORIAL BOARD	
Davlatzoda Qudrat Qambar	Doctor of Economics, Professor, Rector of the TTU named after academician M.S. Osimi
Abdullozoda Ramazon Tolib	Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Vice-Rector for Science and Innovation of the TTU named after academician M.S. Osimi
Makhidzoda Tohir Said	Candidate of technical sciences, associate professor, deputy rector of TTU named after academician M.S. Osimi on education, first deputy
Bozorov Shamsuddin Alomuddinovich	Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Science and Innovation of TUT named after Academician M.S. Osimi
Rahimzoda Jamshed Bobomorod	candidate of technical sciences, associate professor, dean of the Faculty of Energy, TTU named after academician M.S. Osimi

Материалы публикуются в авторской редакции.

За содержание своих докладов и сообщений полную ответственность несут их авторы.

© Конференсияи ҷумҳуриявии илмӣ-амалии дар мавзӯи “СОҶИБИХТИЁРӢ ВА ТАЪМИНИ ИСТИҚЛОЛИЯТИ ЭНЕРГЕТИКӢ: ДАСТОВАРДҶО ВА ДУРНАМОИ РУШД”. Маводи конференсия. Матбааи Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ, Душанбе, 2024.

© Республиканская научно-практическая конференция “ СУВЕРЕНИТЕТ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ НЕЗАВИСИМОСТИ: ДОСТИЖЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ”. Материалы конференции. Издание Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими, Душанбе, 2024.

© Republican scientific-practical conference on " OWNERSHIP AND PROVISION OF ENERGY INDEPENDENCE: ACHIEVEMENTS AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT". Conference materials. Publication of the Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi, Dushanbe, 2024.

Оглавление

1. ЭНЕРГЕТИКА СТРАН ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ:.....	5
СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ	5
Л.С. Касобов, М.Ш. Раджабов	5
2. ЭНЕРГЕТИКАИ ДАВЛАТҶОИ ОСИӢИ МАРКАЗӢ:	10
ҶОЛАТ ВА ДУРНАМОИ РУШД.....	10
Л.С. Қасобов, М.Ш. Раҷабов	10
3. РУШДИ ҶАМКОРИҶОИ БАЙНАЛМИЛӢ ДАР САМТИ “ЭНЕРГИЯИ САБЗ”: НАҚШИ БАРГУЗОРИИ НАМОИШИ САӢӢРИ "ЭНЕРГЕТИКА ДАР ДАВРАИ ГУЗАРИШ – ТАЪМИНИ НЕРӢ БАРОИ ФАРДО" ДАР ДОНИШГОҶ.....	11
Р.Ҷ. Чурахонзода, О.У. Расулов.....	11
4. ҶАРАКАТДИҶАНДАҶОИ ЭЛЕКТРИКИИ МУОСИР	23
М.К. Раҳматов, С.Ҷ. Исоев.....	23
5.ИСТИФОДАИ СЕРВОҶАРАКАТОВАРҶО ДАР АВТОМАТИКУНОНИИ ТАҶҶИЗОТҶОИ ТЕХНОЛОГӢ.....	27
М.К. Раҳматов, С.Ҷ. Исоев.....	27
6. КОРКАРДИ СИСТЕМАИ ИДОРАКУНИИ ҶАРАКАТОВАРИ БАРҚӢ	29
С.Ҷ. Исоев, М.К. Раҳматов.....	29
7. МОҶИЯТ ВА САМАРАНОКИИ ИСТИФОДАИ ЗАХИРАҶОИ НЕРӢӢ ЭЛЕКТРИКӢ ДАР НОҶИЯИ МУРҶОБ.....	31
А.Я. Абдурахманов	31
8. ОЦЕНКА ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ МАЛЫХ ВОДОТОКОВ.....	36
Ф.Д. Арабов., Андалеби Н.....	36
9. МОДЕЛЬ РАЗВИТИЯ И УРОВЕНЬ ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ В СЕЛСКОЙ МЕСТНОСТИ.....	40
Ф.Д Арабов., Андалеби Н.....	40
10. ТАҶИЯИ МОДЕЛИ МАТЕМАТИКӢ БАРОИ ТАҶҚИҚ ВА МУАЙЯН КАРДАНИ ВАЙРОНШАВӢ ВА НУҚСОНҶОИ ҚИСМИ МЕХАНИКИИ ГИДРОАГРЕГАТИ НБО ХУРД, КИ БО ШАБАКА ПАРАЛЕЛ КОР МЕКУНАНД.....	44
Ш.Р. Гуламов, Б.Н.Шарифов	44
11. ИССЛЕДОВАНИЕ ПОГРЕШНОСТЕЙ КОСВЕННОГО МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ИЗОЛЯЦИИ.....	50
Д.Х. Насруллоев, С.Р. Рустамзода, Т.Р. Мухаммадиев	50
12. АНАЛИЗ И МЕРЫ ПОВЫШЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ РАЗВИВАЮЩЕЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ ТАДЖИКИСТАНА.....	55
Д.Х. Давлатов	55
13. ФОТОЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ ЭФФЕКТ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ АНТИМОНИДОВ КАДМИЯ И ЦИНКА.....	58
М. Сайдуллаева., З.Н. Ёдалиева.....	58
14. ТЕПЛООБМЕН В ПЛОСКОМ СОЛНЕЧНОМ КОЛЛЕКТОРЕ.....	62
Дж. А. Зарипов.....	62
15.КОЭФФИЦИЕНТИ АДСОРБСИЯИ ОҶАКИ НОШУКУФТА ВОБАСТА АЗ ВАҚТИ НАМНОККУНӢ ВА ҶАРОРАТ.....	65
Ҷ.А. Зарипов	65
16. ИМПУЛЬСНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ НА ОСНОВЕ КОЛЬЦЕВОГО.....	68

ГЕНЕРАТОРА ДЛЯ РАДИОИЗОТОПНОГО ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ	68
Б.Н. Рахимов, Дж.Б. Аминов.....	68
17. ПЕРЕНОСНАЯ РУСЛОВАЯ МИКРО ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ ДЛЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОПОТРЕБИТЕЛЕЙ	73
С.Х. Бегзода, А. Х. Солиев, Ф. М. Рахимов.....	73
18. ВОДОРОДНАЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ – ПЕРСПЕКТИВНАЯ ТЕПЛОЭЛЕКТРОЦЕНТРАЛЬ ДЛЯ ГОРОДА.....	76
С.А. Тагоев.....	76
19. МОДЕЛИРОВАНИЕ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МОДУЛЕЙ	78
Б.Н. Шарифов, Ш.Р. Гуламов, Э.А. Чалолзода	78
20. ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ УСТАНОВКАМИ	83
Б.Н. Шарифов, Ш.Р. Гуламов	83
21. ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ТАЛЛИЯ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ СУРЬМЯНО- РУТУТНЫХ СУЛЬФИДНЫХ КОНЦЕНТРАТОВ С УЧЕТОМ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ	88
¹ С.А. Гадоев, ¹ М.Н. Абдусалымова, ² А. Бадалов.....	88
22. ГИДРОАККУМУЛИРУЮЩАЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ: ПРЕИМУЩЕСТВО И НЕДОСТАТКИ.....	91
М.Ш. Раджабов, Л.С. Касобов	91

ЭНЕРГЕТИКА СТРАН ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Л.С. Касобов, М.Ш. Раджабов

(Таджик СГЭМ, город Душанбе, Республика Таджикистан)

Аннотация. В статье рассмотрены состояние и перспективы развития энергетики стран Центральной Азии, с учетом выработки и потребления электроэнергии. Оценено производство электроэнергии на ВИЭ с учетом ГЭС, в перспективе развития.

Ключевые слова: электропотребления, гидроэнергетика, установленная мощность, производство электроэнергии, возобновляемая энергетика.

Обеспечение устойчивого энергоснабжения является одним из основных стратегических приоритетов в XXI веке, важнейшим условием нормального функционирования всех сфер мировой экономики.

Ключевой для любого энергетического прогноза показатель – спрос на энергию – естественно определяется динамикой развития демографии и экономики региона или мира в целом. Очевидно, что основной драйвер роста энергопотребления – повышение благосостояния растущего населения.

С возрастанием населения региона и увеличением число предприятий решение проблемы энергоснабжения возможно лишь с оптимальным использованием энергоресурсов, эффективное управления режимами энергосистемы, регулированием баланса мощностей, и энергобезопасность страны.

Регион Центральной Азии включает пять стран: Казахстан, Кыргызстан, Таджикистан, Туркменистан и Узбекистан. Население региона общей численностью – почти 80 млн.

Электричество пришло в Центральной Азии в конце XIX-го века. Дальнейшее развитие электроэнергетики в стран Центральной Азии и в Советском Союзе было тесно увязано с индустриализацией и плановой электрификацией региона в целях промышленного и социального развития региона.

Энергосистемы стран региона составляли Объединенную энергетическую систему Центральной Азии (ОЭС ЦА), формирование которой было завершено в конце 80х годов 20 века, когда эти республики были частью СССР. Размещенные в Казахстане, Туркменистане, Кыргызстане, Узбекистане и Таджикистане 83 электростанции общей мощностью 25 ГВт были соединены линиями 220 и 500 кВ, обеспечивали перетоки электроэнергии между энергосистемами и работали параллельно с ЕЭС России.

В настоящее время производства электроэнергии в большом объёмом в стран Центральной Азии осуществляется с использованием традиционных технологий, т.е. на тепло и гидроэлектростанциях. Установленная мощность и производство электроэнергии в стран ЦА разные:

1. Производство электрической энергии в Казахстане осуществляют 222 электрических станций различной формы собственности. Общая установленная мощность электростанций Казахстана составляет 24641,9 МВт, располагаемая мощность — 20428,4 МВт (годовая выработка электроэнергии примерно 67 млрд.кВт*час);
2. Общая установленная мощность электростанций республики Узбекистан составляет более 18000 МВт (годовая выработка электроэнергии в порядке 67 млрд.кВт*час);
3. Общая установленная мощность электростанций республики Таджикистан составляет более 6000 МВт. (годовая выработка электроэнергии около 22 млрд.кВт*час);

4. Общая установленная мощность электростанций республики Кыргызстан составляет более 3920 МВт (годовая выработка электроэнергии более 15 млрд.кВт*час);
5. Электроэнергетика Туркменистана сегодня включает 12 электростанций общей установленной мощностью 6948,3 Мегаватт (годовая выработка электроэнергии в порядке 28 млрд.кВт*час).

В структуре потребления электрической энергии в 2022 году в Узбекистане большая часть 35,1% - приходилась на промышленность; аграрный сектор -18,4 %, жилой комплекс - 27,7 %, услуги – 9,3 %, энергетический сектор для собственного использования 7,6 % транспорт – 1,9 %.

Потребление электроэнергии в Казахстане за 2023 год составило 115,06 млрд. кВт*ч и увеличилось на 1,9 % в сравнении с 2022 годом.

Потребление электроэнергии в Кыргызстане в 2023 году достигло 17,2 млрд кВт·ч, что ранее, в 2022 году, республика использовала 15,9 млрд кВт·ч.

Потребление электроэнергии в Таджикистане в 2023 году достигло 21 млрд кВт·ч.

Следует отметить, что структура потребления электрической энергии по странам региона существенно отличается в зависимости от сектора промышленности стран.

Одним из крупных электропотребителей в ближайшем будущем в стран ЦА становится активное масштабное внедрение электромобилей. В электромобилях используются в основном литий-ионные батареи с энергопотребностью 50–70 Вт*ч, что этот показатель в среднем равно на 10 часовых электропотребности 2-3-х комнатных квартир.

Однако на фоне роста электропотребления и снижения топливно-энергетических ресурсов проблемы энергосбережения и энергобезопасность ещё будут актуально, и на каждого из потребителя электроэнергии диктуют на ее сбережении.

Гидроэнергетика ЦА

Гидроэнергетические ресурсы также неравномерно распределены по странам мира. Огромный гидроэнергетический потенциал Центральной Азии используется только на 10%. Водно-энергетический комплекс Центрально-Азиатского региона обладает крупнейшим энергетическим потенциалом. Экономический потенциал ЦА составляет примерно 460 млрд. кВт*ч/год

По степени освоения экономически эффективных гидроэнергетических ресурсов страны ЦА значительно разные.

В таблице 1 приведены данные об техническом и экономическом потенциале гидроэнергетических ресурсов рек и доля в гидропотенциале стран ЦА и степени его использования.

Таблица 1. Гидроэнергетические ресурсы Центральной Азии

Страны	Гидроэнергетические ресурсы (потенциал, млрд.кВт*ч/год)		Доля гидропотенциале ЦА	Степень использования экономического потенциала
	технический	экономический		
Таджикистан	317	317	67	6
Кыргызстан	99	99	21	14
Казахстан	30	27	6,3	29
Узбекистан	21	15	4,4	49

Туркменистан	6	2	1,26	0
Всего	473	460	100	98

Водные ресурсы Центральной Азии составляют около 6 % мировых ресурсов. Согласно исследовательскими данными экономический потенциал водных ресурсов страны Центральной Азии оценен в 460 млрд. кВтч. В Центральной Азии наибольший экономический потенциал сосредоточен в республике Таджикистан и Киргизии.

Крупнейшие электростанции стран ЦА

Расположение электростанций диктуется прежде всего потребностями экономики и населения страны, по возможности недалеко от основных потребителей энергии. Как следствие, строятся они в основном в традиционных промышленных районах и вблизи крупных городов. Исключением являются гидроэлектростанции, расположение которых диктуется в первую очередь природными условиями - наличием подходящих для строительства ГЭС участков на крупных реках. Самые мощные ГЭС расположены на реках, Вахш (Таджикистан) и Нарын (Кыргызстан) и в этом случае не электростанции следовали за потребителями, а потребители (в основном характеризующиеся высокой энергоемкостью предприятия по производству первичного алюминия) располагались близко с электростанциями.

Электростанцией с наибольшей установленной мощностью – 3000 МВт - в Центральной Азии Нурекская ГЭС, расположена в Таджикистане и Токтогульская ГЭС с установленной мощностью 1200 МВт в Кыргызстане.

В Узбекистане находится крупнейшая в регионе ЦА тепловая электростанция - Сырдарьинская ТЭС с установленной мощностью 3000 МВт. Электростанция работают на газовом топливе.

Таблица 2. Каскады ГЭС стран Центральной Азии.

Название ГЭС	Установленная мощность МВт. (состав оборудования)	Год ввода в эксплуатацию	Место расположения	Примечание
Нурекская	3000 (9x335)	1972-1979	Таджикистан, Вахшский каскад ГЭС	идет модернизация
Токтогульская	1200 (4x300)	1975	Кыргызстан, Нижнеларынский каскад ГЭС	идет модернизация
Курпская	800 МВт (4x200)	1981	Кыргызстан, Нижнеларынский каскад ГЭС	
Ташкумырская	450 МВт (x150)	1985	Кыргызстан, Нижнеларынский каскад ГЭС	

Бухтарминская	675 МВт (9x75)	1953-1966	Казахстан Иртышский каскад ГЭС	
Усть- Каменогорская	331,2 МВт (3x82,8, 1x9)	1952-1959	Казахстан Иртышский каскад ГЭС	
Шульбинская	702 МВт (6x117)	1987-1994	Казахстан Иртышский каскад ГЭС	
Шамалдысайска я	240 МВт (3x80)	1992-2002	Кыргызстан	
Учкурганская	180 МВт (4x45)	1961-1962	Кыргызстан	
Байпазинская ГЭС	600 МВт (4x150)	1985-1986	Таджикистан, Вахшский каскад ГЭС	
Рогунская	240 МВт	Вводы - 125 МВт - сентябрь 2018 года, 125 МВт - сентябрь 2019 года	Таджикистан, Вахшский каскад ГЭС	Проектная мощность - 3600 МВт.
Сангтудинская 1	670 МВт (4x165,5)	2008-2009	Таджикистан, Вахшский каскад ГЭС	
Сангтудинская 2	220 МВт (2x110)	2011	Таджикистан, Вахшский каскад ГЭС	
Головная (Сарбандская)	269 (6x35-45)	(1962-1963)	Таджикистан, Вахшский каскад ГЭС	Реконструкция: 1- 38 МВт (апрель 2023), 2- 39 МВт (ноябрь 2020), 3 - 49 МВт (март 2022), 4 - 45 МВт

				(2019), 5-49 МВт (ноябрь 2018) и 6-49 МВт (август 2019)
Перепадная	29,95 МВт (2x10,8 и 1x8,35)	1959	Таджикистан, Вахшский каскад ГЭС	
Центральная	15,1 МВт (2x7,55).	1964	Таджикистан, Вахшский каскад ГЭС	
Чарвакская	620,5 МВт (2x150, 1x155 и 1x165)	1963-1972	Узбекистан Чирчик-Бозсуйский каскад	
Ходжикентская	165 МВт (3x55)	1971-1977	Узбекистан Чирчик-Бозсуйский каскад	
Газалкентская	120 МВт (3x40)	1977-1982	Узбекистан Чирчик-Бозсуйский каскад	

По сведениям источники интернета на 8-м международном конгрессе "Гидроэнергетика. Центральная Азия и Каспий" было информировано, что в республике Узбекистан до 2030 года планируют построить 4 ГАЭС. Настоящее время специалисты «Узбекгидроэнерго» работают над технико-экономическим обоснованием проектов. Между тем по предварительным подсчетам мощность всех четырех объектов составит 1600 МВт. К активной реализации проектов планируют приступить уже в 2025 году.

Центральная Азия активно движется к устойчивому будущему, интегрируя возобновляемые источники энергии в свои национальные энергетические стратегии.

Доля генерации на ВИЭ в регионе Центральной Азии в последние годы существенно растет вследствие удорожания углеводородов, нехватки энергоресурсов и активных мер субсидирования строительства этих видов генерации.

В странах Центральной Азии, активно стимулируют развитие производства электроэнергии на ВИЭ, чтобы обеспечивать существенную долю внутреннего потребления особенно в сельской местности.

Правительство Казахстана поставило амбициозные цели: увеличить долю возобновляемых источников до 15 % к 2030 году и до 50 % к 2050 году.

Туркменистан активно инвестирует в солнечные и ветровые проекты, также подписав обязательства по сокращению выбросов метана в рамках Глобального обязательства по реализации метана, демонстрируя приверженность устойчивому развитию.

В 2030 году в Узбекистане намечается, что вырабатывать электроэнергии за счет: гидроэлектростанции 18,67 %, солнечные установки 17,55 % и ветровые электростанции 7,55 %.

Правительством республики Таджикистан поставлено задача масштабного использования ВИЭ в период до 2037 года с целью увеличения общим объеме производства чистой экологической электроэнергии на 100 % и переход к зелёной энергетике.

Производство электроэнергии на ВИЭ с учетом ГЭС, принимаемое в практике международной классификации, позволяет стран Центральной Азии входить в группу стран-лидеров, использующих источники возобновляемой энергии.

Выводы: В числе главнейших объектов гидроэнергостроительства ближайших несколько лет в перспективных планах отрасли в регионе ЦА является строительство ряд ГЭС, ГАЭС, развитие ВИЭ и модернизация и реконструкция существующих электростанций и электрических сетей наряду с строительством новых межгосударственных линий электропередачи.

Именно водохозяйственный эффект комплекса региона Центральной Азии позволит обеспечить орошение несколько тыс. гектаров новых земель и повысит водообеспеченность существующих много тыс. гектаров земель. Особо важным является то, что строительство ГЭС в регионе Центральной Азии создаст благоприятные условия для социального развития региона, обеспечит трудовую занятость много тыс. человек в предприятиях агропромышленного комплекса и положительно влияют на решения вопросы окружающей среду.

Потребность в электроэнергии согласно предварительным расчетам, исходя из перспективных показателей развития отраслей экономики, увеличения населения, и появления новых заводов в регионе Центральной Азии год за годом растёт.

Мы убеждены в том, что сотрудничество стран региона в совместное и разумное пути освоение уникальных водно-энергетических ресурсов региона, широкомасштабное использования ВИЭ станет решающим фактором обеспечения водно-энергетической независимости и продовольственной безопасности этих стран в недалёкой перспективе.

Литература

1. <https://centralasiacimateportal.org/ru/>
2. World Energy Council. Survey of Energy Resources. 2007. P. 310.
3. Азиатские энергетические сценарии 2030: монография. — М.: Магистр, 2012. С. 247.

ЭНЕРГЕТИКАИ ДАВЛАТҲОИ ОСИЁИ МАРКАЗӢ:

ҲОЛАТ ВА ДУРНАМОИ РУШД

Л.С. Қасобов, М.Ш. Рачабов

Аннотатсия: Дар мақола ҳолат ва дурнамои рушди энергетика дар кишварҳои Осӣи Марказӣ бо назардошти истеҳсол ва истеъмоли нерӯи барқ баррасӣ шудааст. Дар дурнамои рушд истеҳсоли нерӯи барқ аз манбаъҳои барқароршавандаи энергия бо назардошти нерӯгоҳҳои барқи обӣ арзёбӣ гардидааст.

Калидвожаҳо: истифодаи барқ, гидроэнергетика, тавоноии муқарраршуда, истеҳсоли энергияи электрикӣ, энергетикаи барқароршаванда.

**SECTOR OF CENTRAL ASIA COUNTRIES:
STATUS AND PROSPECTIVE DEVELOPMENTS**

L.S. Kasobov, M.Sh. Rajabov

Annotation: The article examines the state and prospects for the development of energy in the countries of Central Asia, taking into account the production and consumption of electricity. The production of electricity from renewable energy sources, taking into account hydroelectric power plants, has been assessed in the development perspective.

Key words: electricity consumption, hydropower, installed capacity, electricity production, renewable energy.

Маълумот оид ба муаллифон:

1. Қасобов Лоик Сафарович – н.и.т., дотсенти кафедраи неруғоҳҳои электрикии ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ. E – mail: loiknstu@mail.ru

2. Рачабов Мирзошариф Шарифович – Менечери лоиҳаи барқарорсозии НБО Норақ E – mail: mirzosharif.rajabov@tajiksgem.tj

**РУШДИ ҲАМКОРИҲОИ БАЙНАЛМИЛӢ ДАР САМТИ “ЭНЕРГИЯИ САБЗ”: НАҚШИ
БАРГУЗОРИИ НАМОИШИ САӢӢРИ “ЭНЕРГЕТИКА ДАР ДАВРАИ ГУЗАРИШ –
ТАЪМИНИ НЕРӢ БАРОИ ФАРДО” ДАР ДОНИШГОҲ**

Р.Ҷ. Ҷурахонзода, О.У. Расулов

(ДТТ ба номи академик М.С.Осимӣ, ш.Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон)

Аннотатсия: Баррасӣ ва таҳлили амиқи қоршиноси дохилию хориҷӣ баҳри таъмини истифодаи самараноки захираҳои табиӣ, ҷалби сармоягузорӣ, роҳандозии технологияи муосиру инноватсионӣ ва таҳкими ҳамкориҳои байналмилалӣ дар самти «иқтисоди сабз», инчунин вусъат бахшидани иқтидорҳои алтернативии истеҳсоли «энергияи сабз» аз ҳисоби манбаъҳои барқароршавандаи энергия, ҷалби тавачҷӯҳ ба масъалаи гузариши энергетикӣ глобалӣ тавассути технологияҳои иттилоотӣ дар Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ.

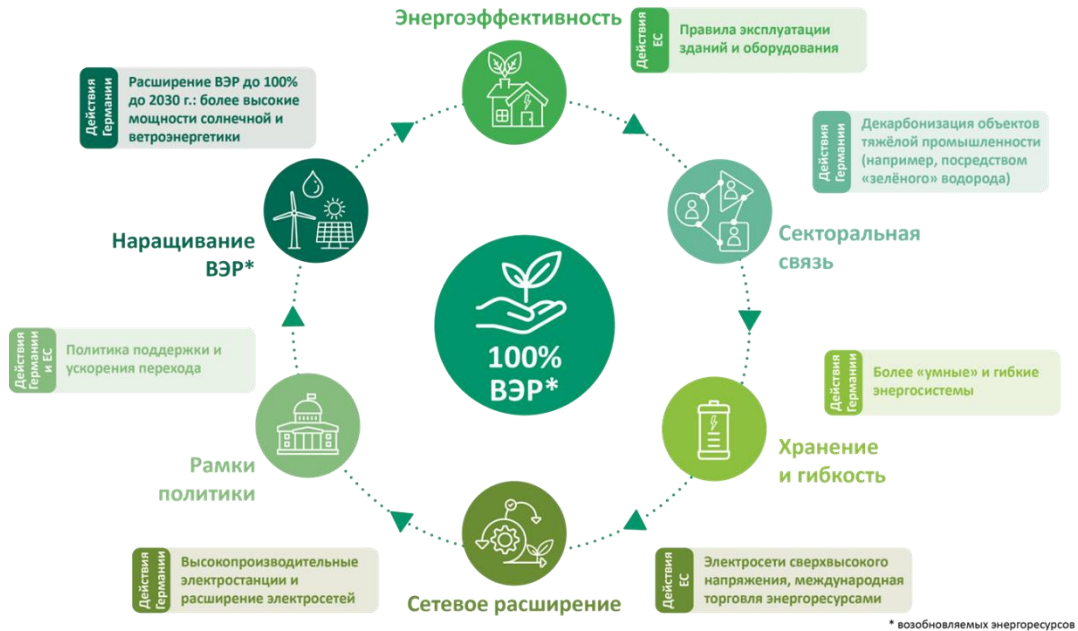
Калидвожаҳо: энергияи сабз, манбаъҳои барқароршаванда, иқтисоди сабз, энергетикӣ глобалӣ.

Ҷумҳурии Тоҷикистон сиёсати хориҷии хосеро пеша намудааст, ки он расман аз 31 декабри соли 2002 номи сиёсати «дарҳои қушод»-ро гирифт. Муваффақияти сиёсати хориҷӣ ва дипломатияи тоҷик, пеш аз ҳама, аз маҳорати барномарезӣ ва дурандешии Асосгузори сулҳу ваҳдати миллӣ – Пешвои миллат, Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон муҳтарам Эмомалӣ Раҳмон, анъанаҳои давлатдорӣ, арзишҳои фарҳангии маънавӣ ва касбияти қормандони ҳадамоти дипломатӣ вобаста мебошад.

Дар асоси дастуру ҳидоятҳои Асосгузори сулҳу ваҳдати миллӣ – Пешвои миллат, Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон муҳтарам Эмомалӣ Раҳмон, ҳамзамон татбиқи Стратегияи рушди «иқтисоди сабз» барои солҳои 2023-2037 баҳри таъмини истифодаи самараноки захираҳои табиӣ, ҷалби сармоягузорӣ, роҳандозии технологияи муосиру инноватсионӣ ва таҳкими ҳамкориҳои байналмилалӣ дар самти «иқтисоди сабз», инчунин вусъат бахшидани иқтидорҳои алтернативии истеҳсоли «энергияи сабз» аз ҳисоби манбаъҳои барқароршавандаи энергия, ҷалби тавачҷӯҳ ба масъалаи гузариши энергетикӣ глобалӣ тавассути технологияҳои иттилоотӣ дар Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ аз 28 феврал то

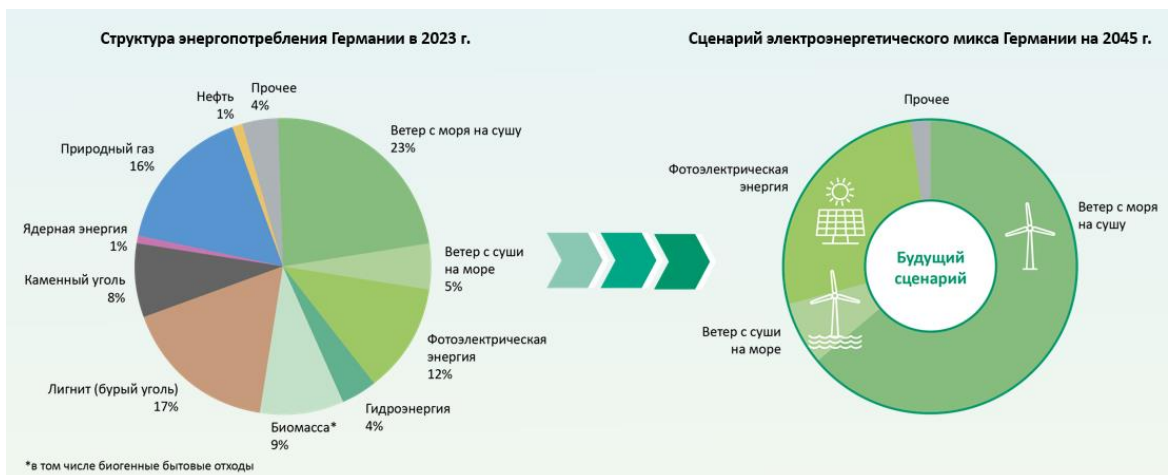
20 март бо ташаббуси Сафорати Ҷумҳурии Федералии Олмон дар Душанбе намоиши сайёри тахти унвони "Энергетика дар давраи гузариш – таъмини нерӯ барои фардо" баргузор гардид.

Дар рафти баргузори олимону коршиносон натиҷи корҳои илмӣ таҳқиқотро пешкаш намуда, усули гузариш ба энергияи сабزو ба шунавандагон пешкаш намуданд. Аз тарафи коршиносон унсурҳои зарури барои гузариш ба энергияи сабз ва усули фароҳамоварии заминаҳои мусоид барраси гардид (Расми 1).



Расми 1 – Компонентҳои зарури барои гузариш ба энергияи сабз

Аз ҷумла, ситемаи энергиятаъминкунии Ҷумҳурии Федералии Олмон дар соли 2023 ва сценарияи гузариш ба энергияи сабз то соли 2045 барои ин кишвар маъруза карда шуд (Расми 2), ки истифодаи таҷриба онҳо барои корҳои илмӣ муҳаққиқон ва олимони ҷавон муфид ба ҳисоб меравад.



Расми 2 – Сенарияи гузариш ба энергияи сабз то соли 2045 дар Ҷумҳурии Федералии Олмон

Дар намоиши илмӣ намояндагони Вазорати энергетика ва захираҳои оби Ҷумҳурии Тоҷикистон, Вазорати саноат ва технологияҳои нави Ҷумҳурии Тоҷикистон, Вазорати нақлиёти Ҷумҳурии Тоҷикистон, Вазорати маориф ва илми Ҷумҳурии Тоҷикистон, Кумитаи меъморӣ ва сохтмони назди Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон, Сафорати Ҷумҳурии Федералии Олмон дар

Душанбе, Сафорати Ҷумҳурии Фаронса дар Ҷумҳурии Тоҷикистон, Шоҳигарии Муттаҳидаи Британияи Кабир, ташкилоти GIZ, KfW, Иттиҳодияи Аврупо дар Тоҷикистон, Бонки Чаҳонӣ, Бонки Осӣи Рушд, маркази таълимоти касбии олмонӣ Симсон Прайвет Академӣ, ҚДММ “Технологияи сабз, Барги Сабз ва дигар ташкилоту созмонҳои байналмилалӣ ва намояндагони муассисаҳои таҳсилоти олии касбии Ҷумҳурии Тоҷикистон, ки дар ин самт қору фаъолият мекунанд, иштирок ва суҳанронӣ намуданд.



Расми 3 – Дар ақс маърузачиён Далер Ҷумба, Йорг Шуграф, Озан Севимли ва Мартин Лангер

Ректори Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик Муҳаммад Осимӣ Давлатзода Қудрат Қамбар меҳмонони олиқадрро барои ташриф ва суҳанронӣ дар қори конференсия, ки “Тузариши энергия: қалиди расидан ба бетарафии иқлим, аммо оё мо метавонем ба он омода бошем?” ном гирифта буд, ихзорӣ миннатдорӣ намуда, қайд намуданд, ки донишгоҳ бо истифода аз таҷрибаи беҳтарин роҳу усулҳои замонавии таълим ва расидан ба ҳадафҳои рушди устуворро тақвият дода, рушди таҳсилоти муҳандисиро дар раванди рақамишавии босуръат пайваста тақмил медиҳад.



Расми 4 – Суҳанронии Давлатзода Қудрат Қамбар ректори Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик Муҳаммад Осимӣ дар қори конференсия

Ректори Донишгоҳи техникий Тоҷикистон ба номи академик Муҳаммад Осимӣ Давлатзода Қудрат Қамбар меҳмонони олиқадрро барои ташриф ва суҳанронӣ дар кори конференсияи нахуст, ки “Гузариши энергия: калиди расидан ба бетарафӣи иқлим, аммо оё мо метавонем ба он омода бошем?” ном гирифта буд, ихзорӣ миннатдорӣ намуда, қайд намуданд, ки донишгоҳ бо истифода аз таҷрибаи беҳтарин роҳу усулҳои замонавӣ таълим ва расидан ба ҳадафҳои рушди устуворро тақвият дода, рушди таҳсилоти муҳандисиро дар раванди рақамишавӣи босуръат пайваста тақмил медиҳад.

Гуфта мешавад, ки ташкили намоиши мазкур маротибаи аввал дар минтақаи Осиёи Марказӣ ба ҳисоб рафта, чунин намоиш давоми солҳои 2022-2023 дар кишварҳои Миср, Аморати Муттаҳидаи Арабӣ, Баҳрайн, Уммон ва Тунис баргузор гардидааст.

Намоиш то санаи 20 март идома намуда, мавзӯҳо вобаста ба бахшҳои энергетика дар раванди гузариш тавассути технологияҳои иттилоотӣ, энергияи тавлидшаванда, самаранокии энергетикӣ дар бахши сохтмон, саноат, нақлиёт ва рушди устуворро матраҳ намуд. Мусаллам аст, ки яке аз роҳҳои ҳалли бомуваффақи мушкилоти марбут ба тағйирёбии иқлим рушди “иқтисоди сабз” мебошад, ки дар навбати худ зарурати рушди “энергияи сабз”-ро ба миён меорад.



Расми 5 – Қуттиҳои сайёри намоиши сайёри энергетикаи глобалӣ

Баландшавии ҳарорати ҳаҷонро ба таври назаррас то 2 дараҷа ва дар сурати имконпазир будан то 1,5 дараҷа коҳиш додан, яке аз ҳадафҳои муҳими ҷомеаи байналмилалӣ ба ҳисоб меравад. Барои ноил шудан ба ин ҳадаф, тамоми кишварҳо, ҷомеаи шахрвандӣ, таҳқиқотҳои илмӣ ва соҳаи тичорат якҷоя фаъолият бурда истодаанд.

Бо ин мақсад, тибқи таҳлилҳои мутахассисон то соли 2050 партовҳо дар соҳаи кишоварзӣ, саноат, нақлиёт ва бисёр соҳаҳои дигар бояд ба таври назаррас коҳиш дода шаванд. Гузариши ҳаҷонии энергетикӣ ҷавоб ба ин савол аст: оё чӣ гуна мо метавонем таъмини энергияро беҳатар, дастрас, бидуни партоб ва устувор гардонем?.

Гузариши ҳаҷонии энергетикӣ; имкониятҳо, ҳадафҳо ва мушкилот барои густариши истифодаи манбаъҳои барқароршавандаи энергия дар Тоҷикистон ва имкониятҳои ҳамкорӣ бо Осиёи Марказӣ; потенциали манбаъҳои барқароршавандаи энергия дар Осиёи Марказӣ ва имкониятҳо барои Тоҷикистон; ҳадафҳо ва тадбирҳо барои баланд бардоштани самаранокии энергия дар саноат; иқтидори гармидиҳии устувор ва самаранокии энергетикӣ биноҳо дар Осиёи Марказӣ; ҳадафҳо ва тадбирҳо оид ба баланд бардоштани самаранокии энергетикӣ биноҳо дар Тоҷикистон; ҳалли устувор барои густариш дар соҳаи нақлиёт; автобусҳои электронӣ барои Душанбе ва дурнамои лоиҳаҳои оянда, аз мавзӯҳои меҳварии баррасишавандаи намоиш аз нигоҳи коршинос ба ҳисоб мерафт.

Дар намоиш нақши Донишгоҳи техникий Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ дар пешбурди мавзуи гузариши энергетикӣ, ихтироъкорӣ, технологияҳои навини саноативу

сохтмонӣ ва муҳандисиву конструкторӣ, таъмини истиқлоли энергетикии кишвар, таъсиси долонҳои бузурги транзитӣ ва саноатикунони босуръати кишвар бо нерӯи пуриктидори кадрӣ ва илмию техникӣ чавобгӯ ба талаботи муосир ҳамчун донишгоҳи базавӣ муҳим арзёбӣ гардида, дар ин муассисаи олии бонуфуз вобаста ба рушди соҳаи нақлиёт ва коммуникатсия, энергетика, технологияи иттилоотӣ, шабакаҳои алоқа, сохтмон ва меъморӣ, радиотехника, металлургия, технологияи кимиёвӣ мутахассисон омода карда мешаванд.

Дар чараёни намоиш муаррифии барномаҳои коммуникатсионӣ-иттилоотӣ оид ба пешбурди самаранокии энергия дар миқёси ҷаҳон ба ҳамоиш гузошта шуда, дар баробари маърузачиён дар кори чамъомад намояндагони вазорату идораҳои дахлдори ҷумҳурӣ, намояндагони ВАО, ташкилотҳои ғайридавлатӣ, намояндагони корпусҳои дипломатӣ, шарикони рушд ва коршиносони дохиливу хориҷӣ ва устодону донишҷӯёни муассисаҳои таълимӣ ва таҳсилоти касбӣ иштирок ва аз он дидан намуданд, ки он аллакай ба худ хусусияти як ҷашни илмӣ – таҷрибавиро касб намуд.

Дар рафти баргузори намоиш конфронси навбатӣ доир ба масъалаҳои татбиқи принципҳои “иктисоди сабз”, роҳандозии технологияи муосири инноватсионӣ, ба инobatгирии таъсири тағйирёбии иқлим дар раванди тарҳрезии лоиҳаҳо ва бунёди иншооти сохтмонӣ, кам кардани партовҳои газҳои гулхонаӣ, баланд бардоштани энергиясамаранокӣ, ҷорӣ намудани технологияҳои сарфақунандаи энергия ва захираҳо дар соҳаи сохтмону саноат, ҳифзи муҳити зист, принципҳои асосии бамеъёрдарории гармимуҳофизии биноҳо, ҷорӣ намудани стандартҳои муосири гармингоҳдорӣ, рушди истифодабарии энергияи барқароршаванда дар биноҳо, иншоот ва корхонаҳои истеҳсоли, омода намудани мутахассисон ва ғайра мавриди муҳокимаи маърузачиён қарор гирифт.

Бори дигар ёдовар мешавем, ки намоиши мазкур аввалин маротиба дар Осиёи Миёна баргузор мегардад ва боиси ифтихор аст, ки он дар Ҷумҳурии Тоҷикистон бо дар назардошти зарфиятҳои илмиву таҷрибавӣ дар Донишгоҳи техникии Тоҷикистон бо иштироки ходимони давлатӣ ва меҳмонони оликадр баргузор шуда истодааст.

Конфронс, ки дар он ҳадафҳо ва тадбирҳо оид ба баланд бардоштани самаранокии энергия дар саноат; иқтидори гармидиҳии устувор ва самаранокии энергияи биноҳо дар Осиёи Марказӣ; ҳадафҳо ва тадбирҳо оид ба баланд бардоштани самаранокии энергияи биноҳо дар Тоҷикистон ва васеъ кардани миқёси ҳалли каммасрафи энергия дар асоси энергияи офтобии ғайрифаъл ва меъмории биоклиматӣ аз ҷониби маърузачиён баррасӣ шуд, барои кишвари мо мавузи марбута ва саривақтӣ буда, дар рушди соҳаҳои иқтисодиёти миллии мамлакат заминаи устувор хоҳад гузошт.

Инчунин, дар рафти баргузори намоиш доир ба масъалаҳои татбиқи принципҳои “иктисоди сабз”, роҳандозии технологияи муосири инноватсионӣ, ба инobatгирии таъсири тағйирёбии иқлим дар раванди тарҳрезии лоиҳаҳо ва бунёди иншооти сохтмонӣ, кам кардани партовҳои газҳои гулхонаӣ, баланд бардоштани энергиясамаранокӣ, ҷорӣ намудани технологияҳои сарфақунандаи энергия ва захираҳо дар соҳаи сохтмону саноат, ҳифзи муҳити зист, принципҳои асосии бамеъёрдарории гармимуҳофизии биноҳо, ҷорӣ намудани стандартҳои муосири гармингоҳдорӣ, рушди истифодабарии энергияи барқароршаванда дар биноҳо, иншоот ва корхонаҳои истеҳсоли, омода намудани мутахассисон ва ғайра мавриди муҳокимаи маърузачиён қарор гирифт.

Дар намоиш Ректори Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик Муҳаммад Осимӣ профессор Давлатзода Қудрат Қамбар бори дигар ёдовар шуд, ки донишгоҳ бо дарназардошти тағйирёбии иқлим ва густариши истифодаи манбаъҳои барқароршавандаи энергия дар Тоҷикистон барномаҳои таълимии ихтисосҳои самти мазкурро бо омӯзиши

таҷрибаи пешқадам такмил дода, мутахассисони баландхатисоси самтро барои баланд бардоштани самаранокии энергетикӣ соҳаҳои хоҷагии халқ омода намуда, ҷиҳати дар соли 2032 ноил гардидан ба яке аз ҳадафҳои муҳими Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон - пурра аз ҳисоби манбаҳои барқароршавандаи энергия истеҳсол намудани неруи барқ ва дар соли 2037 ба «кишвари сабз» табдил додани Тоҷикистон ҳамаҷониба саҳми арзанда хоҳад гузошт.

Вобаста ба мавзӯи намоиш ҳамкориҳои донишгоҳ бо корхонаҳои истеҳсоли дар самти ҳамгироии илму истеҳсолот, татбиқи натиҷаи корҳои илмӣ-таҳқиқотӣ дар истеҳсолот ва таъмини хатмкунандагон бо ҷойи кори доимӣ омили муҳими омодакунии кадрҳои баландхатисоси соҳаҳои муҳандисӣ ва саҳмгузори дар татбиқи ҳадафҳои рушди миллӣ ба ҳисоб рафта, раванди таълим ва корҳои илмӣ-таҳқиқотии устодону унвонҷӯи донишгоҳ ва мавзӯҳои рисолаи хатми бакалаврӣ ва магистрии донишҷӯёну магистрантони ихтисосҳои 143010505-Манбаҳои барқароршавандаи ғайрианъанавии энергия, 1430101-Неругоҳҳои барқӣ, 170040103-Сохтмон ва истифодабарии неругоҳҳои оби барқӣ, 170040304-Истифодабарии оқилона ва ҳифзи захираҳои обӣ дар самти “энергияи сабз” амалӣ мешаванд ва хатмкардагони донишгоҳ дар иншооти азими аср қору фаъолият намуда, саҳми худро барои расидан ба истиқлоли комили энергетикӣ мерасонанд.

Бо мақсади омода намудани мутахассисони равияи муҳандис-энергетикӣ дараҷаи баланди касбӣ дошта ва мутобик ба талаботи байналмилалӣ, барномаи таълимии ихтисоси 1-430101 – Неругоҳҳои барқии кафедраи неругоҳҳои электрикӣ соҳиби нишони Аккредитатсияи Аврупоии сифати таҳсилоти муҳандисӣ (EURACE®) гардид. Ноил гаштан ба ин нишон нишондиҳандаи дараҷаи баланди омодакунии кадрҳо дар Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ мебошад, ки ин ба хатмкунандагони ихтисоси номбурда имконияти бо ҷои кор таъмин шудан дар Федератсияи Русия ва дигар давлатҳои Аврупо ро медиҳад. Инчунин, дар донишгоҳ бо мақсади тарбия намудани мутахассисони соҳаи техника ва технологияи муосир дар шароити иқтисоди бозаргонӣ ва ҷавобгӯ ба талаботи бозори меҳнати кишвар барномаҳои таълимии муштарак 2+2 бо муассисаҳои таҳсилоти олии касбии хориҷ фаъолият мекунанд.

Хулоса

Дар рафти баргузориҳои чунин намоиши сатҳи баланд ва баррасии масъалаҳои глобалии энергетикӣ, махсусан тағйирёбии босуръати иқлим, дар доираи ҳамкориҳо бо ташкилоту корхонаҳои дохилию хориҷӣ Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик Муҳаммад Осимӣ бо истифода аз таҷрибаи беҳтарин роҳу усулҳои замонавии таълим ва расидан ба ҳадафҳои рушди устуворро тақвият дода, рушди таҳсилоти муҳандисиро дар раванди рақамишавии босуръат пайваста такмил медиҳад.

Адабиётҳо:

- 1.Publication in the newspaper "Young Engineer" by the university
<https://www.facebook.com/share/p/eyH9zuUtsPt6vhPu/?mibextid=oFDknk>
- 2.Publication on the television by the Tajikistan TV channel
<https://www.facebook.com/share/v/P9uTBowuU7XCMLVf/?mibextid=oFDknk>
- 3.Publication on the University's website
<https://www.facebook.com/share/p/sNBVJBcss5if3tmy/?mibextid=oFDknk>
- 4.Publication on the page of the German Embassy in Dushanbe
<https://www.facebook.com/share/v/vEQSaHrjAGvDrzkG/?mibextid=oFDknk>
- 5.Publication on the television by the Tajikistan TV channel
<https://www.facebook.com/share/v/2DZmbSXV9fDoVCAR/?mibextid=oFDknk>

- 6.Publication on the University's website
<https://www.facebook.com/share/p/g4cRnHjJzjqFxD/?mibextid=oFDknk>
- 7.Publication in the newspaper "Young Engineer" by the university
<https://www.facebook.com/share/p/pXZxtXkcXNcrhhf9/?mibextid=oFDknk>
- 8.Publication on the World Bank website
<https://www.facebook.com/share/p/fhebgEkyRuSy1iw/?mibextid=oFDknk>.
- 9.Publishing on the European Union website
<https://www.facebook.com/share/v/YUif9oBcj8kaQnHC/?mibextid=oFDknk>
10. Publication on the website of the branch of Lomonosov Moscow State University in Dushanbe
<https://www.facebook.com/share/p/CYEEYairFRvsrbbq1/?mibextid=oFDknk>
- 11.Publication on the University's website
<https://www.facebook.com/share/p/38TXThYuuWGg6Zxh/?mibextid=qi2Omg>
- 12.Publications on the television by the Tajikistan TV channel
<https://www.facebook.com/share/v/nu1FDmna4xyy4AaE/?mibextid=oFDknk>

Маълумот дар бораи муаллифон:

- 1. Чурахонзода Рауф Чурахон** - номзади илмҳои техникӣ, муаллими калони кафедраи “БФИ ва Э”, Донишгоҳи техникӣ Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ. Суроға: 734042, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Душанбе, хиёбони акад. Рачабовҳо, 10. Телефон: (+992) 904606661. E-mail: raufjurakhon@gmail.com
- 2. Расулов Окил Умаркулович** - доктор PhD, дотсенти кафедраи “БФИ ва Э”, Донишгоҳи техникӣ Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ. Суроға: 734042, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Душанбе, хиёбони акад. Рачабовҳо, 10. Телефон: (+992) 904606661. E-mail: raufjurakhon@gmail.com

PERSPECTIVE OF USE RENEWABLE ENERGY SOURCES IN AUTONOMOUS POWER SUPPLY SYSTEMS ON THE TERRITORY OF THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN

Saidzoda Khushdil Said

Tajik Technical University named after
academic M.S. Osimi

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Electric Supply, Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi

Abstract – The article develops an algorithm for choosing the optimal configuration of the circuit and equipment of an autonomous electrical complex based on windmill according to reliability criteria and technical and economic indicators. Based on the example of rural consumers located on the territory of the Republic of Tajikistan, the energy indicators of the complex are substantiated using meteorological observation databases, as well as real technical parameters of electrical equipment.

Keywords – *renewable energy sources, windmill, autonomous electrical complex, feasibility study.*

I. INTRODUCTION

In 2023, the Republic of Tajikistan (RT) celebrated the 32nd anniversary of its sovereign development. Over these years, the country has built and reconstructed 287 small and large hydroelectric power stations, 1 thermal power plant, 1.5 thousand kilometers of high-voltage power lines, 50 high-voltage step-down substations, and in total, 75 percent of the country's energy system infrastructure was repaired. However, the problem of reliable and high-quality power supply to some territories, including mountainous regions, still remains acute in social, technical and economic aspects. Electrical supply to such places can be carried out either through a centralized power supply,

or through the creation of autonomous electrical complexes based on renewable energy sources (RES), the most promising of which are the sun and wind [1]. This decision has a significant impact not only on the implementation of specific technical solutions, but also on the development of “green energy” in the country in accordance with current legislation (Law of the Republic of Tajikistan dated September 19, 2013 No. 1018 “On Energy Saving and Energy Efficiency” and Law of the Republic of Tajikistan dated January 12, 2010 "On the use of renewable energy sources."

The purpose of the presented work is to create an algorithm for selecting equipment for an autonomous electrical complex (EC) based on windmills (WM), which helps to justify, based on technical and economic criteria, decisions made at the design stage of the complex.

Let's consider the use of an algorithm for selecting equipment for an autonomous electronic control system using the EC in remote mountainous regions of the country, in particular those located in the Fayzabad region. For a more precise example, we will consider only the settlement of Kangeli with 389 households and analyze the climatic characteristics of the wind for the placement of an autonomous EC based on a WM.

II. ANALYSIS OF CLIMATIC TERRAIN AND ASSESSMENT OF CONSUMER CHARACTERISTICS

Fayzabad district is located in the Rasht Valley, 60 km east of Dushanbe at an altitude of 1111 m from sea level, coordinates 38°31'33.04" north latitude (N), 69°13'36.79" east longitude (E). In the north and west it borders with the Vakhdat district, in the east with the Rogun region, in the south with the Nurek district of Khatlon region. The area of the district is 874.11 km². The population as of January 1, 2022 is 111,700. The regional center is the urban-type settlement of Fayzabad, located 50 km east of the city of Dushanbe.

The settlement of Kangeli for 389 households was chosen as the object for supplying electrical energy.

According to data from the electrical networks of the Fayzabad district of the branch of OJSC Distribution Electric Networks, existing power lines are characterized by high wear and tear (about 60%). Average monthly electricity consumption is approximately 56.353 kW·h.

III. ANALYSIS OF THE WIND POTENTIAL OF THE CONSUMER LOCATION

An important characteristic of any territory is the average wind speed for a certain period (month, year) and the frequency of various gradations of wind speed. Average wind speed \bar{V}_{wind} is defined as the arithmetic mean obtained from a number of wind speed V_i measurements taken at regular intervals over a period Δt of time T , the duration of which can vary from a few seconds to many years.

Then, the formula for determining the average wind speed for the period will look like this [1]:

$$\bar{V}_{wind} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n V_i, \text{ m/s} \quad (1)$$

where n is total number of wind speed measurements; i - serial number of the measurement; V_i - corresponding value of wind speed, m/s.

Let's analyze the wind potential of the area of the Kangeli settlement. To evaluate the characteristics, data from the global meteorological system and the NASA Prediction of Worldwide Energy Resources (NASA POWER) database were used [4]. The average annual wind speed was: maximum 6.75 m/s; minimum 4.67 m/s. A diagram of average monthly wind speeds constructed from a series of speed observations and a series of three-hour wind speed observations is shown in Fig. 1.

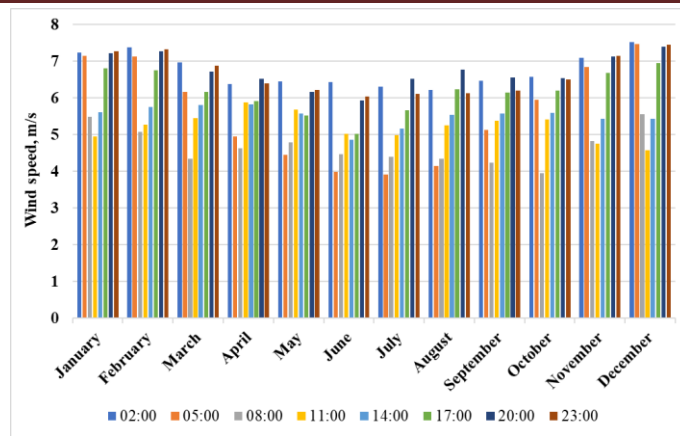


Fig. 1. Diagram of average monthly wind speeds for typical hours from January 1, 2022 to December 31, 2022, in m/s.

IV. SELECTION OF A CIRCUIT DIAGRAM FOR AN AUTONOMOUS ELECTRICAL COMPLEX BASED ON A WINDMILLS

The most common and optimal option for the power supply circuit of the selected facility is to connect an autonomous electrical power supply system through an auxiliary AC bus, as shown in Fig. 2 [6].

In the autonomous EC scheme, consisting of two wind turbines with a power of 150 kW each, one diesel generator set with a power of 150 kW and one block of 24 gel lead-acid storage battery (SB) with a power of each 200 A·h. The batteries are designed for 10-hour autonomous operation in the event of wind generator failure. An autonomous EC operates as follows: WM1 is a working windmill, WM2 is a permanent backup windmill (permanent reserve), which is switched on and off using an automatic switch.

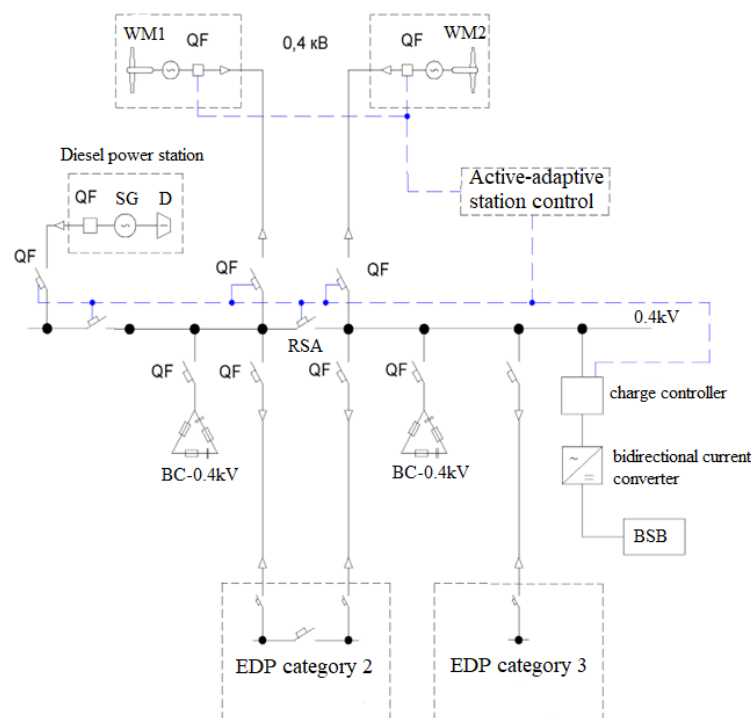


Fig. 2. Single-line diagram of the power supply of the facility from an autonomous EC based on a WM: RSA - reserve supply automatic transfer device; EDP- electrical distribution panel; BC – block capacitor; BSB - block storage battery.

V. SELECTION OF MODEL AND DETERMINATION OF WINDMILL OUTPUT PARAMETERS

The WM generator electric power P_{WM} (kW) is calculated from the following formula [6]:

$$P_{WM} = \xi \cdot \pi \cdot R^2 \cdot 0.45 \cdot V_{wind}^3 \cdot \rho \cdot \eta_{gen} \cdot \eta_{conv} / 1000 \quad (2)$$

As a result of calculations according to (2), a Nordtank-150 wind turbine [7] with a rated power of 150 kW was chosen to evaluate the efficiency. In table 1 shows the results of calculating the electrical energy generated by a wind turbine with a power of 150 kW.

According to the data in table 1, the annual amount of electricity generated by the Nordtank-150 wind turbine is 377,994 kW·h, which is almost one time less than the annual electricity consumption of the village of Kangeli. However, to provide consumers with the necessary amount of electricity, it would be more expedient to install two 150 kW wind turbines. Then their total annual electricity generation will be 755,988 kW·h, which exceeds the required electricity consumption by 0.10% and corresponds to a good installed capacity utilization factor (IUR) equal to 28.7%.

TABLE I. Dependence of electricity generation on the Nordtank-150 WM on wind speed (compiled based on [7])

Wind speed range	Average wind speed, m/s	Probability of wind speed, %	Number of hours per year, h	WM power, kW	Electricity production, kW·h
0 - 2 м/с	1,0	9.5	832.2	0.0	0
3 - 6 м/с	4,5	52.2	4577.1	10.0	45771
7 - 10 м/с	8,5	31.0	2715.6	85.0	230826
11 - 14 м/с	12,5	7.0	613.2	160.0	98112
15 - 18 м/с	16,5	0.25	21.9	150.0	3285
19 - 25 м/с	22,0	0.0	0.0	140.0	0
Total		100.0			377 994.0

VI. ASSESSING THE TECHNICAL-ECONOMIC FEASIBILITY OF IMPLEMENTING THE WINDMILL

The following indicators are used in the study: discounted payback period (DPP), net present value (NPV), discounted profitability index (DPI), internal rate of return (IRR), and discounted total cost of ownership (DTCO) [1, 8].

We will analyze the economic efficiency of using an autonomous EC based on a WM in the area of the village of Kangeli. When making calculations, the following initial data are entered:

- data on the cost of wind turbines and their components were obtained from official websites, catalogs of manufacturing companies and from sellers in Russian rubles;
- exchange rates were taken into account as of 02/20/2023 according to the National Bank of the Republic of Tajikistan: 1 ₸= 0.1425 Tajik somoni;
- based on the Decree of the Government of the Republic of Tajikistan dated August 31, 2022 No. 449, electricity tariffs for users, including the population, including VAT, are set at 0.2651 somoni / kW·h.

In table Table 2 shows data on the cost of a set of equipment and associated costs for commissioning the Nordtank-150 wind turbine, as well as some of its technical characteristics.

In table Table 3 shows the values of indicators for assessing the efficiency of using WM for various values of the electricity tariff (provided that the tariff remains unchanged throughout the entire

calculation period). According to the data in Fig. 3 and table. 3, we can note the fact that with an increase in the electricity tariff, profit formation proceeds faster, the NPV value increases, and the DPP decreases.

TABLE II. Data on the cost of a set of equipment for an autonomous EC [7, 9, 10]

Component of an autonomous EC	Price per piece, thousand rubles.	Quantity, pcs.	Cost, thousand rubles.
WM Nordtank-150	2702.47	2	5404.94
Controller ENERGYWIND 10 kW	20.0	30	600.0
Lead-acid batteries Ritar Power RA-12-200 (12 V, 200 Ah)	15.4	24	369.6
Inverter MAP-Hybrid 20 kW	303.7	14	4251.8
Mast kit (41 m)	119.4	2	238.8
Cost of autonomous EC			10865.14
Capital costs of an autonomous EC			14124.68

During the technical and economic calculation, due to the lack of an average tariff value, consumers of the object under consideration were classified into groups consisting of the population, educational institutions, industrial and non-industrial users. With the tariff value for the first group (0.2651 somoni / kW·h) it is economically ineffective (NPV = 4209.17 thousand somoni, DPP = 20.17 years), but is quite relevant from a social point of view due to restrictions, limits and shutdowns electricity. For the second group (0.4551 somoni / kWh), it is economically feasible (NPV = 13834.03 thousand somoni, DPP = 8.26 years). Also, for the third group (0.2651 somoni / kW·h), it is economically feasible and effective (NPV = 21303.21 thousand somoni, DPP = 5.62 years).

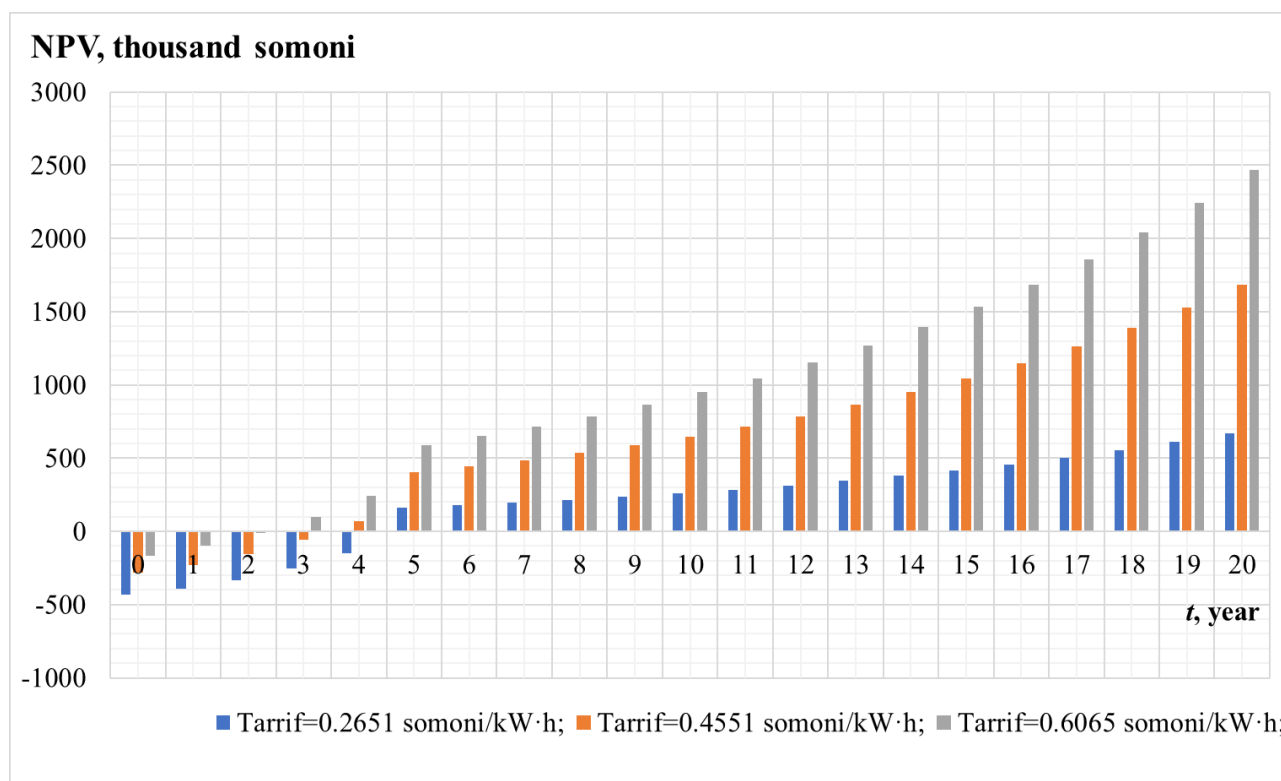


Fig. 3. Net present value during the service life of an autonomous EC for different electricity tariff values

TABLE III. Indicators for assessing the effectiveness of use autonomous EC based on WM

Tariff, somoni /kW·h	NPV, thousand somoni	DPP, year
0.2651	4209.17	20,17
0.4551	13834.03	8,26
0.6065	21303.21	5,62

VII. CONCLUSIONS

Based on this assessment, the potential possibilities for using wind energy resources in different settlements of the region were identified, among which the most promising one was identified - the settlement of Kangeli. The energy characteristics generated by the selected wind turbines are calculated, including for different wind speeds, based on wind parameters such as wind flow power and average speed. An algorithm has been developed for selecting the optimal configuration of an autonomous electrical complex based on wind power plants according to the criteria of technical and economic indicators, based on calculating net discounted income and determining the discounted payback period.

REFERENCES

1. R.V. Andreev. Wind power plant for an autonomous low-power electrical complex // Scientific and Technical Journal of the St. Petersburg State Polytechnic University. 4(207) ' 2014. pp. 49-60.
2. Denisov R.S. On the issue of substantiating the composition and parameters of wind-diesel power plant equipment // Alternative energy and ecology. 2014. No. 11 (151). pp. 72-77.
3. P.A. Khlyupin., G.N. Ispulaeva. Development of an algorithm for selecting an autonomous power supply system based on wind generators // Power and energy equipment. Autonomous systems. Volume 2, Issue 1, 2019. P.8-16.
4. NASA [Electronic resource] // URL: <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/> (access date: 01/20/2023).
5. Vaskov A.G., Deryugina G.V., Malinin N.K. Wind energy: textbook. M.: MPEI Publishing House, 2016. 384 p.
6. Elbazurov A.R. Adaptation of methods for probabilistic assessment of reliability parameters of optimal modes of using renewable energy sources for the power supply system of a livestock complex in the Chechen Republic: dissertation. Ph.D. tech. Sciences: 2.4.2 / Elbazurov Abdul Ruslanovich. – Moscow, 2022. – 159 p.
7. Wind generator Nordtank-150 [Electronic resource] // StroyVitrina. – Access mode: <http://www.stroyvitrina.ru/items/vetrogenerator-nordtank-150-210921> (date of access: 01/20/2023).
8. Sangov Kh.S., Tsyruk S.A., Mikheev D.V., Sharafeddin K.F. Economic efficiency of using a wind power plant for power supply to remote rural consumers of the Republic of Tajikistan // In the collection: Fedorov readings - 2019. Under the general editorship of B.I. Kudrina, Yu.V. Matyunina. 2019. pp. 330-344.
9. Charge controllers for wind generators EnergyWind [Electronic resource]. – Access mode: <https://energywind.ru/katalog/kontrollery-zarjada-dlja-vetrogeneratora> (access date: 01/20/2023).
10. Ritar - battery manufacturer. URL: <http://www.ritarpower.com/>. (Date of access: 01/25/2023).

**РАЗВИТИЕ МЕЖДУНАРОДНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА ПО НАПРАВЛЕНИЮ
"ЗЕЛЕНАЯ ЭНЕРГИЯ": РОЛЬ ПРОВЕДЕНИЯ ПЕРЕДВИЖНОЙ ВЫСТАВКИ"
ЭНЕРГИЯ В ПЕРЕХОДНЫЙ ПЕРИОД –ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ НА ЗАВТРА " В
УНИВЕРСИТЕТЕ**

Р.Дж. Джурахонзода, О.У. Расулов

Аннотация: Проведен углубленный обзор и анализ отечественного и зарубежного опыта для обеспечения эффективного использования природного капитала, привлечения инвестиций, внедрения современных и инновационных технологий, а также укрепления международного сотрудничества в области «зеленой экономики». Рассмотрены вопросы расширения альтернативных мощностей по производству «зеленой энергии» за счет возобновляемых источников энергии и привлечения внимания к проблеме глобального энергетического перехода с использованием информационных технологий в Таджикском техническом университете имени академика М.С. Осими.

Ключевые слова: зеленая энергия, возобновляемые источники энергии, зеленая экономика, глобальная энергетика.

**DEVELOPMENT OF INTERNATIONAL COOPERATION IN THE FIELD OF
"GREEN ENERGY": THE ROLE OF THE MOBILE EXHIBITION "ENERGY IN
TRANSITION – ENERGY SUPPLY FOR TOMORROW" AT THE UNIVERSITY**

R.J. Jurakhonzoda, O.U. Rasulov

Annotation: This paper provides an in-depth review and analysis by both domestic and foreign experts to ensure the effective use of natural capital, attract investments, introduce modern and innovative technologies, and strengthen international cooperation in the field of the "green economy." It also explores the expansion of alternative capacities for the production of "green energy" through renewable energy sources, highlighting the challenges of the global energy transition through the use of information technology at the Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi.

Key words: green energy, renewable energy sources, green economy, global energy transition.

ҲАРАКАТДИҲАНДАҶОИ ЭЛЕКТРИКИИ МУОСИР

М.К. Раҳматов, С.Ҷ. Исоев

Роҳбари илмӣ н.и.т., дотсент М.М.Ҷаборов

*(Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ,
ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон)*

Аннотатсия: Дар кори мазкур доираи истифодаи ҳаракатоварҳои муосир дар автоматикунонии таҷҳизотҳои технологӣ барраси шудааст.

Калидвожаҳо: сервоҳаракатоварҳо, скалярӣ, векторӣ, табдилдиҳандаи басомад.

Дар ҷаҳони технологияҳои навин, ки дар он маҳсулноки, дақиқият ва устувории мустаҳкам нақши калидиро мебозад, ҳаракатовари электрикӣ ҷузи ивазнашавандаи асосии тамоми соҳаҳои саноат баҳисоб меравад.

Дар баробари ин сол аз сол талабот нисбат ба истехсолот, эътимодноки ва устувори меафзояд ва ин боиси пайдоиши технологияҳои нави ҳаракатоварҳои электрикӣ мегардад.

Айни замон технологияҳои нави ҳаракатоварҳои электрикӣ дар бисёр дастгоҳҳои саноатӣ во меҳуранд, онҳо сурати баланди қорӣ, маҳсулнокии баланд ва устувории хубро таъмин менамоянд. Ин технологияҳои нави ҳаракатоварҳои электрикиро шартан ба 3 ғуруҳ тақсим кардан мумкин аст.

1. Идоракунии басомадии ҳаракатоварҳои электрикӣ (Frequency Drive);

- Идоракунии басомадии ҳаракатоварҳои электрикӣ бо технологияи векторӣ (Vector Frequency Drive);
- Сервоҳаракатдиҳандаи электрикӣ

Ҳаракатоварҳои электрикии басомадӣ бо идоракунии скалярӣ

Ҳаракатоварҳои электрикии басомадӣ бештар дар муҳаррикҳои асинхронӣ истифода мешаванд. Бо туфайли технологияи идоракунии скалярӣ U/f дар табдилдиҳандаи басомад имкон фароҳам меояд, ки басомадро тағир дод ва ин боиси тағир додани сурати гардиши ротор мегардад.

Дар баробари тағир додани басомад шиддат бояд ҳатман тағир дода шавад, яне $U/f = \text{const}$ ниғаҳ дошта шавад. Ин таносуб доимии бузургии қувваи электромагнитии муҳарикро дар ҳудуди идоракунии сурати ҳаракат таъмин менамояд.

Ин навъи ҳаракатоварҳои электрики арзиши нисбии паст доранд, аммо дақиқияти танзими сурати ҳаракати муҳарикро дар борҳои гуногун то ҳатогии 10% таъмин карда метавонанд, ки нишондиҳандаи хуб ба ҳисоб меравад. Чунин тарзи идоракунии муддати дароз дар механизмҳои гуногун муддати дароз истифода мешаванд.

Ҳаракатоварҳои электрикии басомадӣ бо технологияи $U/f = \text{const}$ дар суратҳои паст маҳдудият доранд, ки танҳо то сурати гардиши 400 – 500 гар/дақ истифода бурда мешаванд.

Ба ин маҳдудият нигоҳ накарда ҳаракатоварҳои электрикии басомадӣ, ки дар асоси таҳнологияи скаляри кор мекунанд, элементи муҳими системаҳои идоракунии боқи мемонанд. Схемаи пайвасти табдилдиҳандаи басомад дар расми 1 оварда шудааст.

Бад аз солҳои 1980 таҳнологияи нави идоракунии ҳаракатоварҳои электрикии басомадӣ пайдо гардид, ки онро технологияи векторӣ мегуянд.

Бо истифода аз микроконтроллерҳо имкон аст, ки бузургии қувваи электромагнитии муҳаррики асинхрониро бо дақиқияти калон идора намуд. Ҳатто имкон аст, ки ин корро дар суратҳои паст анҷом дод. Таҳнологияи идоракунии вектори имкон медиҳад, ки муҳаррики асинхрониро наздик ба монанди сервоҳаракатдиҳандаҳо идора намуд. Аммо инертсияи калони муҳаррикҳои асинхронӣ омилҳои асосии таъсири манфии он дар речаҳои динамикӣ мегардад



Расми 1 – Схемаи вали табдилдиҳандаи басомад бо муҳаррики асинхронӣ

Ҳаракатоварҳои электрикии басомадӣ бо идоракунии векторӣ

Ҳангоми идоракунии ҳаракатоварҳои электрикии басомадӣ бо технологияи векторӣ агар датчики алоқаи баракс истифода нашавад, идоракунии сурати ҳаракати ротор танҳо то бузургиҳои 200 – 300 гар/дақ таъмин карда мешавад.

Дар баробари истифодаи датчики алоқаи баракс (энкодер) дар ҳаракатовари электрикӣ имконияти идоракунии сурати гардиш ротор то ба сифр мерасад ва ин имкон медиҳад, ки идоракунии мавқегиро амали сохт.

Сервоҳаракатдиҳандаи электрикӣ

Давраи нави тарақиёти соҳаи ҳаракатоварҳои электрикӣ ин системаҳои сервоҳаракатдиҳандаи электрикӣ ба ҳисоб мераванд.

Сервоҳаракатдиҳандаи электрикӣ – ин муҳаррики чараёни тағирёбанда бо магнитҳои доими мебошанд, ки онҳо дорои инертсияи хурд ва қувваи электромагнитии баланд мебошанд.

Ногуфта намонад, ки барои татбиқи ин технология системаи идоракунии мурақаб истифода бурда мешавад. Аммо ин мурақабӣ дақиқияти сурати гардиш, қувваи электромагнитӣ ва кунҷи гардиши роторро таъмин менамояд.

Ягон маҳдудият барои барои чунин ҳаракатоварҳои электрикӣ ин кам будани иқтидори онҳо мебошанд. Шакли умумии муҳаррикҳои севогӣ дар расими 2 оварда шудааст.



Расми 2 – Сервомуҳаррик

Муқоисаи намудҳои гуногуни ҳаракатоварҳои электрикии навҳои гуногун дар ҷадвали №1 оварда шудааст.

Ҷадвали №1 Муқоисаи намудҳои гуногуни ҳаракатоварҳои электрикӣ:

Бузурги	Ҳаракатоварҳои электрикии басомадӣ бо идоракунии скалярӣ	Ҳаракатоварҳои электрикии басомадӣ бо идоракунии векторӣ	Сервоҳаракатдиҳандаи электрикӣ
Дақиқияти танзими сурат	Миёна	Баланд	Хело баланд
Характеристикаҳои динамикӣ	Миёна	Баланд	Хело баланд
Моменти электромагнитии бароҳандози	Миёна	Баланд	Хело баланд
Маҳсулноқӣ	Миёна	Баланд	Хело баланд
Нарх	Миёна	Баланд	Хело баланд
Истифодабарӣ	Барои масълаҳои стандартӣ	Барои масълаҳои мурақаб	Барои масълаҳои дақиқ

Хулоса

Ҳаракатоварҳои электрикии басомадӣ бо идоракунии скалярӣ барои саноат ва корхонаҳо имконияти сарфаи энергия электрикиро фароҳам меорад.

Ҳаракатоварҳои электрикии басомадӣ бо идоракунии векторӣ бошад дақиқияти баланд ва имконияти амали намудани масъалаҳои мураккабро фароҳам меорад.

Масъалаҳои, ки тавасути ҳаракатоварҳои электрикии басомадӣ бо идоракунии скалярӣ ва вектори ҳал карда намешуд, бо истифода аз сервоҳаракатдиҳандаи электрикӣ ҳал намуда мешаванд.

Адабиётҳо

1. Панкратов В.В. Тенденции развития общепромышленных электроприводов переменного тока на основе современных устройств силовой электроники// Силовая интеллектуальная электроника. Специализированный информационно-аналитический журнал. 2005, №2, с. 27-31.

2. Корельский Д.В., Потапенко Е.М., Васильева Е.В. Обзор современных методов управления синхронными двигателями с постоянными магнитами// Науковий журнал "Радіоелектроніка. Інформатика. Управління", 2001. - с. 155-159.

3. Padmaraja Yedamale. Brushless DC (BLDC) Motor Fundamentals (AN885). - Microchip Technology Inc., 2003.

4. J. Cros et al. A novel current control strategy in trapezoidal EMF actuators to minimize torque ripples due to phase commutation// EPE Eur. Conf. Power Electron., Applicat. (EPE): Brighton, U.K. -Vol. 4, 1993, P. 266-271.

СОВРЕМЕННЫЙ АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ

М.К. Рахматов, С.Х. Исоев

Научный руководитель к.т.н., доцент Джаборов М.М.

Аннотации: В работе приведено обзор современных электроприводов применяемых в автоматизации оборудования технологии.

Ключевые слова: сервоприводы, скалярный, векторный, преобразователь частоты.

MODERN AUTOMATED ELECTRIC DRIVE

M.K. Rahmatov, S.H. Isoev

Scientific supervisor PhD in engineering sciences, associate professor Jaborov M.M.

Abstract: The paper provides an overview of modern electric drives used in automation equipment technology.

Keywords: servo drives, scalar, vector, frequency converter.

Маълумот оид ба муалиф

1. **Раҳматов Муборакшо Каримшоевич** – магистранти кафедраи “Ҳаракатдиҳандаҳои автоматикунонидашудаи электрикӣ ва мошинаҳои электрикӣ”, ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ.

2. **Исоев Саидбек Ҳақназарович** – магистранти кафедраи “Ҳаракатдиҳандаҳои автоматикунонидашудаи электрикӣ ва мошинаҳои электрикӣ”, ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ.

**ИТИФОДАИ СЕРВОҲАРАКАТОВАРҲО ДАР АВТОМАТИКУНОНИИ
ТАҶҲИЗОТҲОИ ТЕХНОЛОГӢ**

М.К. Раҳматов, С.Ҳ. Исоев

Рохбари илмӣ н.и.т., дотсент Ҷаборов М.М.

*(Донишгоҳи техникаи Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ,
ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон)*

Аннотатсия: Дар кори мазкур тафсири истифодаи сервоҳаракатоварҳо дар автоматикунонии таҷҳизотҳои технологӣ барраси шудааст.

Калидвожаҳо: сервоҳаракатоварҳо, асинхронӣ, синхронӣ, табдилдиҳандаи басомад.

Прогресси техникӣ ва рақобат боиси пай дар пай афзудани самаранокии меҳнат ва баланд шудани дараҷаи автоматикунонии таҷҳизотҳои технологӣ мегардад. Ин боиси зиёд гардидани талабот ба ҳаракатоварҳои электрикӣ идорашаванда нисбат ба бузургиҳои ба монанди ҳудуди идоракунии сурати ҳаракат, дақиқии мавқеғӣ ва қобилияти изофаборӣ зиёд мешавад.

Барои таъмин намудани ин талаботҳо, таҷҳизоти баландтехнологии хозиразамони ҳаракаовари электрикӣ коркард шудаст, ки сервоҳаракатоварҳо ном дорад. Ин навъи сервоҳаракатоварҳо ҳудуди калони идоракунии сурати гардиши ва қобилияти изофабории баландро таъмин менамояд.

Аз қувваи ҷараёни доимӣ ба қувваи ҷараёни тағирёбанда

Муддати тӯлонӣ дар ҳаракаоварҳои электрикӣ идорашаванда бештар муҳаррикҳои ҷараёни доимӣ истифода мешуданд. Ин аз он вобаста буд, ки идоракунии сурати гардиши ин муҳаррикҳо ба осони амали карда мешуд. Барои идора намудани сурати гардиш, идоракунии шиддат зарур буд, ки он бо истифода аз таҷҳизотҳои тиристорӣ ва транзисторӣ ба роҳ монда мешуданд.

Камбудии асосии чунин ҳаракаоварҳои электрикӣ ин системаи четка ва коллектори муҳаррики ҷараёни доими мебошад, ки эътимоднокии ҳаракаовари электрикиро паст мекунад.

Тарақиёт дар соҳаи электроника ва пайдо гардидани элементҳои нави электротехникӣ дар самти сервоҳаракатоварҳо тағироти кулиро ба амал оварданд. Дастоварҳои охир дар соҳаи ҳаракатоварҳои электрикӣ тағирёбанда имконият медиҳад, ки қонунҳои муракабӣ идоракуниро бо истифода аз микроконтроллерҳо ва транзисторҳои қуввагии баландсурат амали намуд. Инчунин магнитҳои доимии ҷадид барои мишинаҳои синхронӣ, боиси беҳтар гардидани мушахасиятҳои ин мошинаҳо гардидаст.

Ҳамаи он боло гуфташуда сабабгори гузариш ба муҳаррикҳои ҷараёни тағирёбанда дар соҳаи истеҳсолот гардидаст.

Сервоҳаракатоварҳои асинхронӣ

Муҳаррикҳои асинхронӣ аз ҳама бештар дар истеҳсолот истифода мешаванд, ки пеш аз ҳама ин аз сохти конструксионии одди он ва эътимоднокии хуб дошта вобаста мебошад. Дар баробари ин бояд қайд намуд, ки ин мошинаҳо аз нуқтаи назари идоракунии сурати гардиши ротор ва моменти электромагнитӣ яке аз мошинаҳои муракаб ба ҳисоб меравад. Истифодаи микроконтроллерҳои ҷадид бо идоракунии векторӣ ва датчикҳои рақамӣ имконият медиҳад, ки идоракунии сурати гардиши роторро дар ҳудуди додашуда ва дақиқияти онро таъмин намояд.

Ан замон табдилдиҳандаи басомад таҷҳизоти дастраст барои муҳандисон мебошад. Табдилдиҳандаи басомад бо истифода аз транзисторҳои қуввагӣ ва микроконтроллер сохта шудааст. Бо истифода аз табдилдиҳандаи басомад сервоҳаракатоварҳои асинхронӣ сохта, имконияти ҳалли масъалаҳои автоматикунии истеҳсолот ва сарфи энергияи электрикиро ба роҳ монда машавад.

Сервоҳаракатоварҳои синхронӣ

Сервоҳаракатоварҳои синхронӣ – аз муҳаррики синхронии ротораш аз магнитҳои доими сохташуда ва датчикҳои фотоэлектрикии кучи ротор соҳа мешавад. Яке аз бартириҳои он, кам будани маҷси ротор мебошад, ки барои ба ҳаракат овардани ротор моменти электромагнитии хурд лозим мешавад.

Идоракунии сервоҳаракатоварҳои синхронӣ бо истифода аз табдилдиҳандаи басомад бениҳоят сурати баланди кори даранд ва онҳоро бештар дар самтҳои зерин истифода мешаванд:

- идоракунии мавқеғӣ бо дақиқати баланд;
- идоракунии моменти электромагнитӣ бо дақиқати баланд;
- танзими сурати ҳаракат бо дақиқати банд.

Яке аз истехсолкунандагони сервоҳаракатоварҳои синхронӣ ҷадид аз тарафи ширкатҳои Mitsubishi Electric (Япония) -и Sew-Eurodrive (Германия) истехсол карда мешаванд.

Хулоса

Сервоҳаракатоварҳои асинхронӣ дар асоси табдилдиҳандаи басомад имконият медиҳад, ки бо дақиқати калон эътимодки ва маҳсулнокии технологияро таъмин намояд.

Дар ҳолати балан будан талабот нибат ба зудкори ва идоракунии моменти электромагнитӣ бояд аз сервоҳаракатоварҳои синхронӣ истифода намуд. Сервоҳаракатоварҳои синхронӣ имконият медиҳанд, ки сурати гардиши роторро дар ҳудуди 6000 гар/дақ бе тағиёбии моменти электромагнитӣ таъмин намояд.

Адабиётҳо

1. Панкратов В.В. Тенденции развития общепромышленных электроприводов переменного тока на основе современных устройств силовой электроники// Силовая интеллектуальная электроника. Специализированный информационно-аналитический журнал. 2005, №2, с. 27-31.

2. Корельский Д.В., Потапенко Е.М., Васильева Е.В. Обзор современных методов управления синхронными двигателями с постоянными магнитами// Научный журнал "Радиоэлектроника. Информатика. Управление", 2001. - с. 155-159.

3. Padmaraja Yedamale. Brushless DC (BLDC) Motor Fundamentals (AN885). - Microchip Technology Inc., 2003.

4. J. Cros et al. A novel current control strategy in trapezoidal EMF actuators to minimize torque ripples due to phase commutation// EPE Eur. Conf. Power Electron., Applicat. (EPE): Brighton, U.K. -Vol. 4, 1993, P. 266-271.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕРВОПРИВОДОВ ПРИ АВТОМАТИЗАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ

М.К. Рахматов, С.Х. Исоев

Научный руководитель к.т.н., доцент Джаборов М.М.

Аннотация: В работе приведено обзор развития применение сервоприводов в автоматизации оборудования технологии.

Ключевые слова: сервоприводы, асинхронный, синхронный, преобразователь частоты.

USING SERVO DRIVES IN AUTOMATION OF EQUIPMENT

M.K. Rahmatov, S.H. Isoev

Scientific supervisor PhD in engineering sciences, associate professor Jaborov M.M.

Abstract: The paper provides an overview of the development of the use of servo drives in automation equipment technology.

Keywords: servo drives, asynchronous, synchronous, frequency converter.

Маълумот оиди муалифон

1. Раҳматов Муборакшо Каримшоевич – магистранти кафедраи “Ҳаракатдиҳандаҳои автоматикунонидашудаи электрикӣ ва мошинаҳои электрикӣ”, ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ.

2. Исоев Саидбек Ҳақназарович – магистранти кафедраи “Ҳаракатдиҳандаҳои автоматикунонидашудаи электрикӣ ва мошинаҳои электрикӣ”, ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ.

КОРКАРДИ СИСТЕМАИ ИДОРАКУНИИ ҲАРАКАТОВАРИ БАҶҚ

С.Ҳ. Исоев, М.К. Раҳматов

Рохбари илмӣ н.и.т., дотсент Ҷаборов М.М.

*(Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ,
ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон)*

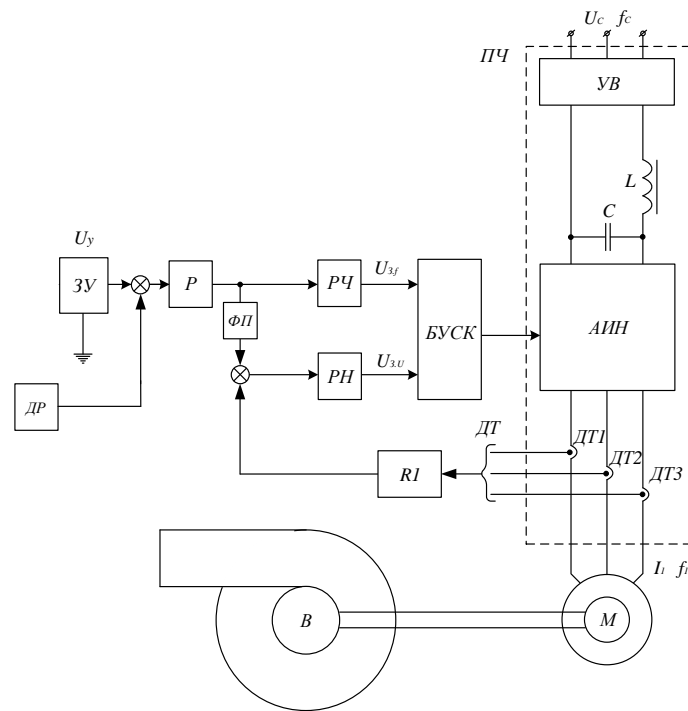
Аннотатсия: Дар кори мазкур лоиҳаи табдилдиҳандаи басомадӣ бо муҳаррикӣ асинхронӣ барои насоси дудкаши анҷом дода шудааст.

Калидвожаҳо: насоси дудкаш, муҳаррики асинхронӣ, табдилдиҳандаи басомад, коркард.

Айни замон дар Ҷумҳурии Тоҷикистон як ҳолате ба вучуд омадааст, ки марказҳои гарму барқидии бениҳоят эҳтиёҷ ба аз таъмири ҳамаи таҷҳизотҳоро дорад ва махсусан қисматҳои идоракунии онҳо. Таҷҳизотҳои ин марказҳо зиёда аз 20-30 сол мешавад, ки кор мекунад ва бениҳоят кӯҳна гаштаанд. Яке аз роҳҳои бартараф намудани ин ҳолат дар марказҳои гармидиҳӣ ин истифодаи технологияҳои нав мебошад. Истифодаи технологияҳои нав имконият медиҳад, ки ба таври максималӣ сифати идоракунии таъмин намуд. Инчунин сифати нави технолоҷиро ба даст овардан мумкин аст. Ҳоло дар тамоми дунё аз ҳама зиёдтар ба таври тағирдиҳии басомад идоракунии мошинаи асинхрониро ба роҳ монда шудааст. Ин усули идоракунии на танҳо аз нуқтаи назари сарфаи энергия электрики омухта мешавад, инчунин аз нуқтаи назари хубгардони ва осонгардони идоракунии равандҳои технолоҷӣ омухта мешаванд. Ҳоло бошад идоракунии мошинаҳои асинхронӣ бо усули тағирдиҳии басомад дар истеҳсолотҳои давлатҳои тараққикарда зиёда аз 30 сол истифода мешаванд. Дар муддати вақт пояи илми ва методии ин соҳа гузошта шудааст. Инчунин корҳои методӣ таҳқиқотӣ барои боз мукаммал гардонидани системаи идоракунии ҲЭ омухта мешавад. Таҷрибаҳои бисёрсолаи ба дастомада имкон медиҳад, ки барои системаи ҲЭ як қатор стандартҳо қабул намоем. Ба ҳамаи инҳо нигоҳ накарда як омил муҳимро бояд қайд намуд, ки бисёр системаҳои насосҳо, вентиляторҳо ва компрессорҳо идоранашиаванда мебошанд ва аз навсозиро талаб менамоянд. Барои ҳама аз навсозии насоси дудкаш бо истифодаи табдилдиҳандаи басомадӣ яке аз вазифаҳои муҳими технолоҷӣ мебошад. Дар ин ҳолат сарфаи энергия зиёд гардида масъалаҳои сарфачӯии энергия ҳал мешавад. Инчунин сифати кори технолоҷӣ хуб гардида муҳлати кори агрегатҳо зиёд мегардад.

Мақсади кор ин сохтани системаи муҳаррики асинхронӣ бо табдилдиҳандаи басомадӣ барои насоси дудкаш мебошад.

Лоиҳаҳои схемаи васли структуравии ҳаракатдиҳандаи электрикӣ



Расми 1 – Схекаи функционалии ҳаракатдиҳандаи электрикӣи насоси дудкаш

Системаи идоракунии ҳаракатдиҳандаи электрикӣи насоси дудкаш аз элементҳои зерин иборат аст: датчик, барои чен намудани бузургии фишор дар дохили деги буғи; регулятор, ки дар даромади он фақияти сигналҳои додашуда ва ченкардашуда дода мешавад; инчунин дар схема алоқаи баракс аз бузургии қувваи ҷараён муҳаррик ба хотири пушонидани афтиши шиддат дар муқовимати автӣи печайи статор, дохил карда мешавад. Бузургии сигнали алоқаи баракс аз ҳисоби ҚХЭ-и статор ҳисоб карда шуда, ба дохили регуляторӣ шиддат дода мешавад. Нигоҳдории фишор дар дохили деги буғи тавасути тағир додани сурати ҳаракати муҳаррики асинхронии насоси дудкаш таъмин карда мешавад, ки дар навбати худ муҳаррик бо ёрии табдилдиҳандаи басомади идора карда мешавад. Дар блоки идоракунии калидҳои қуввагӣ сигналҳо аз регуляторҳои шиддат ва басомад дода мешавад, ки дар асоси ин сигналҳо импульсҳои идракуни истехсол карда ба транзисторҳои қуввагии табдилдиҳандаи басомадӣ дода мешаванд. Схекаи функционалии сохташуда да расми 1 оварда шудааст.

Дар қори мазкур лоиҳаи табдилдиҳандаи басомадӣ бо муҳаррикӣ асинхронӣ барои насоси дудкаши анҷом дода шудааст. Дар рафти қор, ҳисоби бузургиҳои насоси дудкаш, ҳисоби иқтидори насоси дудкаш, интиҳоби табдилдиҳандаи басомадӣ, интиҳоби датчики фишор ба анҷом расонида шудааст.

Хулоса

Натиҷаи таҳлили речаи қории насоси дудкаш нишон дод, ки барои таъмин намудани талаботҳои технолгӣ идоракунии скалярӣ кофи буда, қонуни идоракунии муҳаррики асинхронӣ аз рӯи $U/f = \text{const}$ истифода намудан зарур аст.

Адабиётҳо

1. Башарин А.В., Новиков В.А., Соколовский Г.Г. Управление электроприводами: Учебное пособие для вузов. - Л.: Энергоиздат, Ленингр. Отд-ние, 1982.

2. Чернышев А.Ю., Ланграф С.В., Чернышев И.А. Исследования систем скалярного частотного управления асинхронным двигателем: Учебно-метод. пособие. /Томск. Политехн. Ун-т. - Томск: Изд-во ТПУ, 2004. - 29с.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА

С.Х. Исоев, М.К. Рахматов

Научный руководитель к.т.н., доцент Джаборов М.М.

Аннотации: В работе приведено проектирование система автоматического управления электропривода димососа с преобразователем частоты.

Ключевые слова: дымомос, асинхронный двигатель, преобразователь частоты, разработка.

DEVELOPMENT OF AN AUTOMATIC CONTROL SYSTEM FOR AN ELECTRIC DRIVE

S.H. Isoev, M.K. Rahmatov

Scientific supervisor PhD in engineering sciences, associate professor Jaborov M.M.

Abstract: The work presents the design of an automatic control system for an electric drive of a pump with a frequency converter..

Keywords: pump, asynchronous motor, frequency converter, development.

Маълумот оиди муаллифон

1. Исоев Саидбек Ҳақназарович – магистранти кафедраи “Ҳаракатдиҳандаҳои автоматикунонидашудаи электрикӣ ва мошинаҳои электрикӣ”, ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ.

2. Рахматов Муборакшо Каримшоевич – магистранти кафедраи “Ҳаракатдиҳандаҳои автоматикунонидашудаи электрикӣ ва мошинаҳои электрикӣ”, ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ.

МОҲИЯТ ВА САМАРАНОКИИ ИСТИФОДАИ ЗАХИРАҲОИ НЕРҶӢ ЭЛЕКТРИКӢ ДАР НОҲИЯИ МУРҶОБ

А.Я. Абдурахманов

(ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ ш. Душанбе Ҷумҳурии Тоҷикистон)

Ф.Н. Қувватов, Н.Х. Одинаев

(Донишқадаи энергетикӣи Тоҷикистон, ш. Кушониён)

Аннотатсия: Дар баробари истифодаи густурдаи манбаъҳои анъанавии энергия дар ҷаҳони муосир кӯшишҳо барои ҷалби захираҳои энергия ба истилоҳ ғайрианъанавӣ (ё алтернативӣ) ба муомилоти иқтисодӣ сураат мегиранд. Дар ин мақола навъҳои манбаъҳои алтернативии энергия ва афзалиятҳо ва нуқсонҳои онҳо ҳангоми истифодаи шароити иқлимӣ чуғрофии минтақа баррасӣ мешаванд.

Калидвожаҳо: манбаъҳои алтернативии энергия, офтоб, релеф, гидроген, гелии, самаранокӣ захираҳои гидроэнергетика.

Самаранокӣи гидроэнергетика баҳогузори карда мешавад аз рӯи маълумотҳо ва нишондодҳои захираҳо ва ба ин монанди табиӣ инчунин бо якчанд нишондодҳои дараҷавӣ яъне бо равандҳои гузариши физикавӣ, техникавӣ ва маишию иқтисодиашон. Баҳогузори карда мешавад се категория баҳогузори карда мешавад: роэнергетика ё ин ки захираи пурраи неруе, ки дарёҳо доранд.

-самаранокӣи навардӣи гид

-техникӣ қисми навардии асли ҳосилшавандае, ки ба даст оварда мешавад бо ёрии воситаҳои маълумии техникӣ.

-иктисоди қисми самаранокии техникӣ, ки аз худ карданаши аз рӯи нишондодҳои иқтисоди беҳтаринанд ва мақсаднок.

Бо ин маҷмуи ҳисоб карда мешавад, ҳамаи вазни оби ҷоришаванда барои истеҳсоли нерӯи электрикӣ (бе талафот ҳангоми тағирёбии нерӯи гидравлики ба нерӯи электрики).

Самаранокии техникӣ захираҳои гидроэнергетикӣ ҷаҳон баланд дар сол баҳогузори карда ба 35 трилион кВт·соат. Захираҳои техникӣ гидроэнергетики ҳама вақт кам ҳастандаз назариявӣ, чунки он ҷо талафот ба назар гирифта мешавад [1].

Захираҳои потенциали гидроэнергетикӣ Тоҷикистон дар як сол 527,06 миллиард киловатт-соатро ташкил медиҳад, ки танҳо 4-5 ҷузъи он истифода мешавад. Нерӯи офтоб. Имрӯз нерӯи офтоб бисёртар ба кор мебаранд, чунки яке аз манбаҳои муҳими нерӯи энергияи барқароршаванда мебошад ва барои тавлиди нерӯи электрии ва гарми лозим аст. Дар зери моҳият ва истифода инро мефаҳмонад.

Моҳият. 1 Манбаи барқароршаванда. Нерӯи офтоб аз нури офтоб ҳосил мегардад инчунин манбаи аз ҷиҳати экологии тоза ва бемаҳдуд аст.

2. Ба муҳити зист зарар намерасонад ва ҳосилшавии партовҳо ба атмосфера ки гази карбонро дорост кам мекунад.

Фотовол (PV). Панелҳои офтоби нури офтобро ба худ гирифта ва табдил медиҳадонро ба нерӯи электрикӣ. Яъне муқимии истифодаи онро дар хонаҳо, корхонаҳо ва нерӯгоҳҳои офтоби муҳайё месозад.

Гармидиҳии офтоби. Ин низоме мебошад ки барои гарм кардани об ё ҳаво аз нерӯи офтоб онҳоро дар гармкунакҳои обии офтоби ва низом, гармидиҳии хонаги ба кор мебаранд.

Нерӯгоҳҳои офтоби ин нерӯгоҳҳо нерӯи офтобро барои истеҳсоли нерӯи электрики дар миқёси калон ба кор мебаранд. Онҳо метавонанд аз панелҳои фотоволташ ки ё низомии консентратсияи офтоби истифода кунанд.

Энергетикаи офтоби ин соҳаи илмию техникӣ буда усулҳо ва воситаҳои истифодаи нурафкании офтобро ё ки радиатсияи онро дар бар мегирад барои истеҳсол кардани нерӯҳои электрики, гарми ва дигар намудҳои нерӯ инчунин истифодаи онро дар хоҷагии халқ. Офтоб монанди дигар ситораҳо аз худ газҳои доғкардашударо мегузорад. Дар таркибаш 82% гидроген, 17% гелии, дигар элементҳо усулҳо 1% ташкил медиҳанд. Дар дохили офтоб миқёси зиёдагии фишор баланд буда ҳарорати 15-20 млн градус мерасад. Замин аз офтоб тақрибан дар масофаи 150 млн.км ҷойгир аст.

Нурафкани офтоб дар сатҳи замин вобастаги дорад аз бисёр омилҳо ба монанди; -аз арзҳои ҷойгиршави дар макон (арзҳои тулию-пахни) аз хусусиятҳои ҷойгиршавии географияи минтақавияш, ҳолати атмосферӣ, баландии офтоб нисбати уфуқиаш ва ғ. [2].

Дар Тоҷикистон хабар медиҳад, ки дар Мурғоб як нерӯгоҳи нави офтобии (расми 1) 220 киловатт ифтидох ёфт. Ин нерӯгоҳ бузургтарин нерӯгоҳи барқи офтобӣ дар Тоҷикистон ва баландтарин нерӯгоҳи офтобӣ дар ҷаҳон хоҳад буд. Лоиха ҳамчунин як нерӯгоҳи гибридии нерӯи барқро бо иқтидори 180 киловатт-соат дар бар мегирад”, - омадааст.



Расми 1 – Нерӯгоҳи офтобии Мурғоб

Гуфта мешавад, ки бо ба кор даромадани ин нерӯгоҳ беш аз 6 ҳазор нафар сокинони шаҳри Мурғоби Вилояти Мухтори Кӯҳистони Бадахшон ба нерӯи барқ дастрасӣ пайдо карданд. «Зиёда аз 6 ҳазор нафар бар асари релефи мушкил дар баландии 3600 метр аз манбаи барқи «Помир Энержи» ва шабакаҳои миллӣ чун шуданд. Нерӯгоҳи нави офтобии Мурғоб нерӯи барқи рӯзонро 50 дарсад афзоиш медиҳад. Ин на танҳо ба таври қобили мулоҳиза сифати зиндагии сокинонро беҳтар мекунад, балки ба рушди кулли иқтисодии минтақа мусоидат хоҳад кард [3].

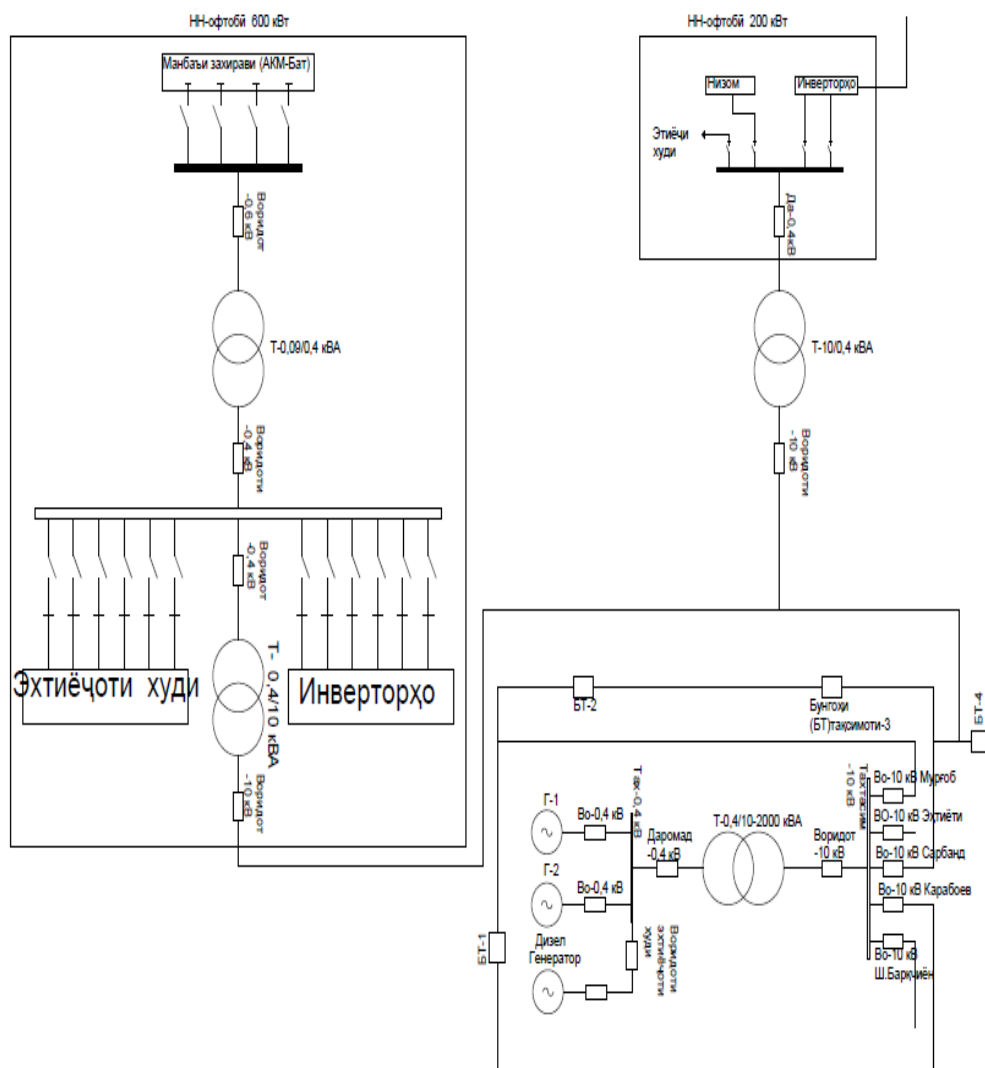
Гуфта мешавад, ки нерӯгоҳи нави офтобӣ натиҷаи мустақими ҳамкорӣҳои муваффақи ҳукумати Тоҷикистон, USAID ва ширкати «Помир Энерҷӣ» мебошад.

"Бо дархости Вазорати энергетика ва захираҳои оби Тоҷикистон USAID лоиҳаи нерӯи офтобӣ дар Мурғобро барои муқаммал кардани нерӯгоҳи барқи обии Тоҷикистон (собиқ Оқсу) 1,5 мегаватт ва илова кардани энергияи тоза ва барқароршаванда ба шабакаҳои барқи маҳаллӣ дастгирӣ намуд.

Ба ноҳияи Мурғоби Помир (Тоҷикистон) омада, гуё ба тарафи дури Моҳ фуруд омада истодаед. Кӯҳҳои Помир яке аз баландтаринҳо дар ҷаҳон мебошанд. Дар ин ҷо деҳаҳои дурдаст мавҷуданд, ки сокинони онҳо дар баландии зиёда аз 3,600 метр / 11,800 фут зиндагӣ мекунанд. Минтақа хушк, хушк ва хеле хунук аст. Ҳарорат аз моҳи ноябр то март мунтазам то -50 дараҷа гарм / -58 дараҷа Фаренгейт паст мешавад.

Лоиҳаи USAID Энергияи Оянда дар ҳамкорӣ бо Ҳукумати Тоҷикистон ва Помир Энерҷӣ нерӯгоҳи барқи офтобии Мурғобро бо иқтидори 200 киловатт (кВт) насб кард, ки бузургтарин нерӯгоҳи офтобии кишвар ва баландтарин дар Осиёи Марказӣ мебошад.

Муҳимтар аз ҳама, нерӯгоҳи барқи офтобии Мурғоб дар баробари манбаи дигари барқароршавандаи энергия, нерӯгоҳи мавҷудаи Тоҷикистон кор мекунад. Ин ду нерӯгоҳҳои энергетикӣ тоза дастрасии тамоми сол ба деҳаҳои ҳамсоя бо нерӯи барқи доимиро таъмин хоҳанд кард.



Расми 2. Пайвасти неругоҳи барқи офтоби дар ноҳияи Мурғоб

Барои таъмини муваффақияти лоиҳа, гурӯҳи лоиҳаи USAID оид ба Энергияи Оянда якдилона бо дастаи «Помир Энержӣ» дар насб ва ба кор андохтани неругоҳи офтобии Мурғоб ҳамкорӣ кард. Ба тӯфайли ин ҳамкорию беназир коргарони «Помир энержӣ» мустақилона идора кардани неругоҳро ёд гирифтанд. Онҳо инчунин малака, сирри тиҷоратӣ ва қобилиятҳоро барои бунёди ин неругоҳҳои офтобӣ дар саросари минтақа ба даст оварда, ба Тоҷикистон дар иҷрои ӯҳдадорихоӣ худ оид ба таъмини нерӯи тозаӣ боэътимод ба шахрвандонаш кумак карданд. Дастаи лоиҳаи USAID «Энергияи оянда» ва «Помир Энержӣ» 28 октябри соли 2020 неругоҳи барқи офтобии Мурғобро ба истифода доданд ва худӣ ҳамон рӯз неругоҳ ба таъмини сокинони минтақа бо нерӯи барқ шурӯъ кард.

Ҳукумати вилояти Вилояти Мухтори Кӯҳистони Бадахшон (ВМКБ) аз ин дастоварди назаррас рӯзи 11 ноябр дар маросими ифтитоҳи он, ки дар он намояндагони ҳукуматҳои миллӣ ва минтақавии Тоҷикистон, USAID, Бунёди Оғохон ва ширкати Помир Энерҷӣ ширкат доштанд, таҷлил карданд. Таъсири мусбати дастрасии доимӣ ба нерӯи барқ ба сокинони Мурғобро наметавон кам кард. То насби неругоҳи офтобӣ корхонаҳо дар фасли зимистон ба далели қатъи нерӯи барқ натавонистанд пурра фаъолият кунанд. Истгоҳи нави Мурғоб 50% афзоиши нерӯи барқи рӯзонро ифода мекунад - маъноӣ онро дорад, ки сокинон акнун метавонанд дар давоми рӯз ба фаъолият машғул шаванд, кӯдакон метавонанд дар мактабҳои тафсон таҳсил кунанд ва дар тамоми сармоҳи тӯлонӣ ва саҳт тамоми хонаҳо нерӯи барқ ва

гармӣ дошта бошанд. моҳҳои зимистон [5]. Ғайр аз ин, хоҷагиҳо дигар барои ҷустуҷуи ҳезум барои пухтупаз вақти зиёд сарф намекунанд. Ҳамкориҳои USAID бо Ҳукумати Тоҷикистон ба Мурғоб субот ва шукуфой оварда, барои пурра электриконидани минтақаи Помир роҳ кушод.

ХУЛОСА

Дар ояндаи наздик офтоб чун манбаи равшани ва гарми таъминкунанда барои ҳаёт дар рӯи Тоҷикистон доништа мешавад. Тоҷикистон замима гирифтааст, ки тасоли 2030 истифодаи неругоҳҳои офтобирот то ба 10 ҷисади неруи электрикӣ расонад ва барои ин Вазорати энергетика ва захираҳои оби Ҷумҳурии Тоҷикистон тасмим гирифтааст, ки неругоҳҳои барқи офтобиро ҳар чӣ зудтар сохта ба истифода диҳад.

Адабиётҳо

1. Возобновляемая энергетика в контексте регионального развития: учебное пособие / Е.И. Голубева, С.В. Киселёва, Н.И. Чернова, Ю.Ю. Рафиковаи др.; под общей ред. Е.И. Голубевой и С.В. Киселёвой. – М.: Издательство «Наука», 2021. – 248 с.: табл., ил. – ISBN 978-5-907279-40-7.
2. Преобразование солнечной энергии в электрическую. Абдкрахмонов А.Я., Одинаев Н.Х., Абдуллоев И.Т., Абдуллоев Б.Т. Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. 2019. № 1. С. 163-169
3. Ноҳияи Мурғоб // Энциклопедияи советии тоҷик. — Душанбе. : «Главная редакция Таджикской советской энциклопедии», 1984. — Т. 5. (тадж.)
4. Ноҳияи Мурғоб // Энциклопедияи Миллии Тоҷик. — Алматы : «Сарредаксияи илмии Энциклопедияи Миллии Тоҷик», 2015. — Т. 5. (тадж.)
5. Вилояти Мухтори Кӯҳистони Бадахшон // Энциклопедияи Миллии Тоҷик. — Алматы : «Сарредаксияи илмии Энциклопедияи Миллии Тоҷик», 2013. — Т. 2. (тадж.)

СУЩНОСТЬ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ В МУРГОВСКОМ РАЙОНЕ

А.Я. Абдурахманов, Ф.Н. Кувватов, Н.Х. Одинаев

Аннотация: Наряду с широким использованием традиционных источников энергии в современном мире предпринимаются усилия по привлечению в хозяйственные операции так называемых нетрадиционных (или альтернативных) энергетических ресурсов. В данной статье рассматриваются виды альтернативных источников энергии, их преимущества и недостатки при использовании географических климатических условий региона.

Ключевые слова: альтернативные источники энергии, солнце, местность, водород, гелий, эффективность гидроэнергетических ресурсов.

ESSENCE AND EFFICIENCY OF USE OF ELECTRICAL ENERGY RESOURCES IN MURGOB DISTRICT

A.Ya. Abdurakhmanov, F.N. Kuvvatov, N.Kh. Odinaev

Abstract: Along with the widespread use of traditional energy sources in the modern world, efforts are being made to attract the so-called non-traditional (or alternative) energy resources to economic transactions. This article discusses the types of alternative energy sources and their advantages and disadvantages when using the geographical climatic conditions of the region.

Keywords: alternative sources of energy, sun, terrain, hydrogen, helium, efficiency of hydropower resources.

Маълумот оиди муллифон :

1. Абдурахманов Абдукарим Якубович – доктори и.т., корманди калони илмий-дотсенти кафедраи “Ҳаракатдиҳандаҳои автоматикунонидашудаи электрикӣ ва мошинҳои электрикӣ” ДТТ ба номи академик М.С.Осимӣ

Маълумоти шахсӣ: [E-mail: up_energy@mail.ru](mailto:up_energy@mail.ru)

2. Қувватов Фарух Назриалоевич – ассисенти кафедраи “Автоматонии ҳаракатоварҳои барқӣ”-ӣ Донишқадаи Энергетикии Тоҷикистон

Маълумоти шахсӣ: [E-mail: farukh.kuvatov@bk.ru](mailto:farukh.kuvatov@bk.ru)

3. Одинаев Неқадам Хушқадамович – н.и.т, саромӯзгори кафедраи “Автоматонии ҳаракатоварҳои барқӣ”-ӣ Донишқадаи Энергетикии Тоҷикистон

Маълумоти шахсӣ: [E-mail: onk.tj@mail.ru](mailto:onk.tj@mail.ru)

ОЦЕНКА ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ МАЛЫХ ВОДОТОКОВ

Ф.Д. Арабов., Андалеби Н.

руководитель А.К. Киргизов

(ТТУ имени академика М.С. Осими, город Душанбе, Республика Таджикистан)

Аннотация. В данной работе были рассмотрены проблемы проектировки гидроэлектростанций Горно-Бадахшанской Автономной области. Был предложен анализ расчёта эффективности запасов водных ресурсов. Предлагается учитывать гидрологические особенности рек при проектировке новых станций.

Ключевые слова: проектирование гидроэлектростанций, гидрорежим рек, гидроресурсы Памира, модуль среднегодового стока, логарифмическая зависимость, коэффициент редукции, гарантированная мощность.

Территория Горно-Бадахшанской Автономной Области (ГБАО) до настоящего времени в гидрологическом отношении изучена слабо и крайне неравномерно. Этот регион ещё намного отстаёт по гидрологической изученности от других частей территории Таджикистана расположенные далеко от сети гидрометрических пунктов, слабо изучены также некоторые элементы гидрологического режима рек (температура, химический состав, твёрдый сток, ледообразование и другое) [1]. На рис.1 приведена схема расположения гидрологических постов на реках Памир до 1993 года.

Тем не менее, открытые в конце 70-х и начале 80х годов пункты наблюдений на притоках основных рек Гунт, Шохдара, Пяндж и Бартанг позволяют внести больше ясности в понимании гидрологического режима [2]. Кроме того на данных постах накоплены результаты ряды наблюдений достаточной продолжительности, что позволяют, получить надёжные данные для многих отраслей экономики, особенно при проектировании гидроэнергетических объектов, особенно малых ГЭС. Анализ исследований. Первые гидрометеорологической службы, краткосрочного наблюдения на малых реках Памира проводились сотрудниками научно - исследовательского отдела энергетики АН Таджикистана. Этими наблюдениями, продолжавшимися 1-2 года, были охвачены более 30 малых рек Западного Памира [5,7].

Водосборы рек расположены в пределах высочайших горных вершин Памира, имеющих среднюю высоту 5,0-5,5 км и отдельными вершинами более 7,0 км. Такое высокогорное положение определяет особенности формирования стока и условий поступления воды в русло. Влияние рельефа выражается в косвенном воздействии на такие метеорологические элементы, как осадки, температура воздуха, интенсивность испарений, являющиеся ведущими факторами стока. Как известно, территории Бадахшана принято делить на Западный и Восточный Памир.

Последний регион характеризуется высокогорным аккумулятивным ледниковым рельефом, обилием выровненных площадей.

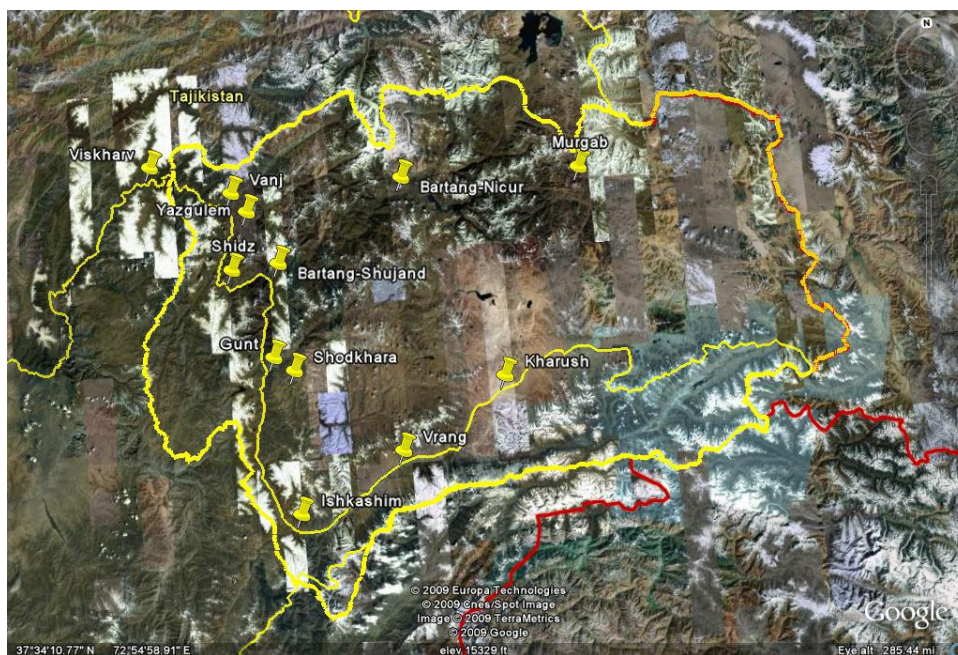


Рисунок 1 - Схема расположения гидрологических постов на реках Памира

Согласно [4] средняя высота Восточного Памира составляет 4,95 км. Здесь почти повсеместно вечная мерзлота. Благодаря своему внутри горному положению район получает очень незначительное количество осадков около 100 мм в год. Основным источником питания рек является многочисленные малые ледники и вечные снега, расположенные на гребнях хребтов. Реки представлены верховьями Бартанга, Гунта и их притоками, а также притоками бессточных озер Каракуль и Рангуль.

Большинство рек Восточного Памира совершенно не изучено, но в силу того, что в зимний период практически все они перемерзают на период от 3-х до 5 – 6 месяцев практического интереса для гидроэнергетики они не представляют. Район Западного Памира характеризуется резко расчлененным рельефом. Фирновая линия располагается здесь на высотах 4 – 4,8 км и поэтому высотные гребни хребтов несут на склонах большое количество ледников и вечных снегов. Достаточно велико и количество осадков – от 600 – 800 мм в нижней зоне, до 2000мм в верхней зоне гор. В пределах района текут реки Пяндж, Гунт, Шахдара, Бартанг, Ванч, Язгулем, Обихумбоу и др. по типу питания, согласно классификации В.Л. Шульца [8] практически все они являются ледниковыми – снеговыми. Исключение составляет наиболее западные притоки Пянджа – Обихумбоу, Обиравноу и др., имеющие снеговое – ледниковое питание.

Норму годового стока неизученных горных рек, согласно [6], следует определить по районным зависимостям стока с высотой местности. Однако для территории Памира такой зависимости при подготовке [4] получить не удалось из-за недостаточности материалов наблюдений. Впрочем, не удалось получить ее и в настоящее время, хотя количество гидрометрических постов почти удвоилось. Возможно, это связано со сложностью рельефа, различными геологическими условиями, ориентацией склонов и т.п. Результат работы. Предложенные авторами [5] метод связи нормы стока со средневзвешенной высотой и исследованием бассейна дает, к сожалению, слишком большие ошибки. Была использована логарифмическая зависимость модуля среднегодового стока от площади водосбора,

предложенная в [8]. Благодаря увеличившемуся числу пунктов наблюдений удалось получить зависимость вида:

$$M_0 = \frac{A}{F^{0,16}} \quad (1)$$

где коэффициент А, представляет собой модуль элементарного стока, который меняется по территории Памира следующим образом:

Восточный Памир – 5,25;

Бассейн р. Шохдара – 27,5;

Бассейн р. Бартанг – 30,9;

Притоки р. Пяндж от озера Зоркуль до владения р. Бартанг – 33,1;

Бассейн р. Гунт – 38,0;

Притоки р. Пяндж от р. Бартанг до р. Язгулем (включительно) – 52,5;

Притоки р. Пяндж ниже р. Язгулем, включая бассейн р. Ванч – 75,9.

Следует подчеркнуть, что для Восточного Памира зависимость получена из соображений, что коэффициент редуции $\Pi = 0,16$, характерен в целом для Памира. Для построения зависимости использовались результаты расчетов методом моментов расчетных гидрологических характеристик согласно [3]. При этом изменчивость среднегодового стока на Памире относительно невелика и коэффициент вариации изменяется в пределах 0,12 – 0,25. Это напрямую связано с преобладающим ледниковым – снеговым типом питания, т.к. ледники являются мощным фактором, регулирующим сток.

Расчет распределения стока по сезонам и внутри сезонов выполнен согласно требованиям [5] для изученных рек. Для рек, где наблюдения не проводилось, использовалось расчетное распределение стока, предложенное в [6]. Проработка по расчетам максимального стока для неизученных рек Памира выполнена на основе данных [1]. Кроме того в [7] сделан достаточно подробный и критический анализ имеющихся способов расчета максимального стока. Имеется и свой вариант расчета в [4]. Но серьезная проблема большинства способов возникает с определением слоя стока за половодье, практических способов, определения которого для исследуемой территории пока не существует.

В соответствии с рекомендацией В.Л. Шульца [8], нами была определена зависимость модуля максимального стока от среднемноголетнего стока и от площади водосбора. В результате была получена зависимость вида:

$$q_1^{\%} = \frac{32.5M}{(P + I)^{0,16}} \quad (2)$$

Средняя погрешность расчета составляет 26 % при наибольшей величине 66 %, что вполне отвечает требованиям проектирования. Впрочем, таков же порядок погрешности и для других методов.

Коэффициенты перехода $K_p^{\%}$ для получения расчётных модулей максимального стока других обеспеченностей составляет 1,07,0,88,0,82 и 0,74 для $P=0,5\%,3\%,5\%$ и 10%.

Общая характеристика межени в бассейне р. Амударья приводится в [6], однако в этой же работе из-за недостатка исходных данных не удалось, получить зависимости минимального стока от средневзвешенной высоты водосбора для территории области. Впрочем, относительно минимального стока следует сказать, что единственно надёжным критерием суждения о его величине можно считать лишь данные фактических наблюдений, хотя бы кратковременных.

В соответствии с [5] представляют средние расходы за 30 дней с наименьшим стоком различной обеспеченности. Очевидно, что меженный сток подвержен наименьшей изменчивости, что позволяет за кратковременный период наблюдения получить достоверные данные, о чем говорилось выше. С другой стороны практически невозможно как то районировать меженный сток в силу существенного влияния на него гидрологических условий, зачастую различных даже в соседних бассейнах малых рек.

Что касается Восточного Памира, то в связи с промерзанием, в меженный период сток, как правило, отсутствует.

Выводы. В целом, межень на реках Памира отличается устойчивостью. В этот период происходит постоянный спад уровней воды, минимальные значения их наблюдаются в марте апреле. Периодически ход уровней подвергается резким колебаниям из-за перекрытых русел рек лавинами или зажорам, связанных шуга ходами. При этом сток может отсутствовать в течение нескольких часов, а то и суток в случае перекрытия русла лавиной. На малых реках уровни, после просачивания воды через снежник, как правило, постепенно повышаются и сток восстанавливается.

В случае возникновения зажоров могут произойти резкие подъемы до 0,5 – 1,5 м. Как правило, это бывает в начале межени, при переходе температуры воздуха через 00С, когда происходит интенсивное ледообразование.

Другой особенностью меженного периода является суточный ход уровня. Амплитуда суточных колебаний уровня, как правило, составляет несколько сантиметров, не на фоне низкой водности они влекут колебания расходов воды на 10 – 20% и более.

Таким образом, можно сделать выводы: гидрологические режимы рек следует учитывать при определении гарантированных мощностей на стадии разработки технико-экономических обоснования малых ГЭС.

Литература

1. Использование гидроэнергетических ресурсов малых водотоков ГБАО средствами малой гидроэнергетики. – Душанбе, 1995. – Кн. 1:Климатоэнергетическое обоснование. Главтаджикгидромет. – 1995.
2. Гидроэнергетические ресурсы Таджикской ССР. - Л.: Недра, 1965.
3. Определение расчётных гидрологических характеристик: СНиП.2.01.14-83. Госстрой СССР. - М.: Стройиздат, 1985.
4. Ресурсы поверхностных вод СССР // Средняя Азия. Бассейн реки Амударьи. - 1971. – Т. 14, вып. 3.
5. Трестман А. Г. Определение годового стока на неизученных створах рек Памира / А. Г. Трестман // Доклад АН Тадж. ССР. - 1959. - Т. II, №4.
6. Указание по определению расчетных величин годового стока и его внутригодовое распределения. Госстрой СССР: СН-371-67. - Л., Гидрометиониздат, 1968.
7. Усков Ю. С. Некоторые результаты исследования гидрологического режима малых рек Памира / Ю. С. Усков. НИО энергетики. 1971. - Т. III.
8. Шульц В. Л. Реки Средней Азии. Ч. I, II / В. Л. Шульц. – Л.: Гидрометиониздат, 1968.

АРЗЕБИИ РЕЧАҶОИ ГИДРОЛОГИИ ДРЁҶОИ ХУРД

Ф. Д. Арабов., Н. Андалеби, роҳбар А. К. Қирғизов

(ДТТ ба номи академик М. С. Осимӣ, шаҳри Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон)

Аннотатсия: Дар ин кор мушкилоти лоиҳакашии нерӯгоҳҳои барқи оби вилояти Мухтори Кӯхистони Бадахшон баррасӣ карда шуд. Таҳлили ҳисобкунии самаранокии захираҳои об пешниҳод карда шуд. Пешниҳод карда мешавад, ки хусусиятҳои гидрологии дарёҳо ҳангоми тарҳрезии истгоҳҳои нав ба назар гирифта шаванд.

Калидвожаҳо: Тарҳрезии нерӯгоҳҳои барқи обӣ, речаи гидрологии дарёҳо, захираҳои гидрологии Помир, модули миёнаи солонаи маҷро, вобастагии логарифмӣ, коэффитсиенти редуксия, иктидори кафолатдодашуда.

ASSESSMENT OF HYDROLOGICAL REGIMES OF SMALL WATER COURSES

Arabov F.D., Andalebi N., head Kirgizov A.K.

(TTU named after academician M.S. Osimi, Dushanbe, Republic of Tajikistan)

Abstract. In this work, the problems of designing hydroelectric power plants in the Gorno-Badakhshan Autonomous Region were considered. An analysis of the calculation of the efficiency of water resources was proposed. It is proposed to take into account the hydrological features of rivers when designing new stations.

Keywords: design of hydroelectric power plants, river hydroregime, Pamir hydroresources, average annual flow module, logarithmic dependence, reduction coefficient, guaranteed capacity.

Маълумот оид ба муаллифон

1. **Арабов Фируз** – докторанти PhD и кафедраи Нерӯгоҳҳои электрикӣ

Маълумот шахсӣ:

E-mail: firuz@mail.ru

2. **Андалеби Навруз** – унвончуи кафедраи Нерӯгоҳҳои электрикӣ

Маълумот шахсӣ:

E-mail: andalib@mail.ru

МОДЕЛЬ РАЗВИТИЯ И УРОВЕНЬ ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ В СЕЛСКОЙ МЕСТНОСТИ

Ф.Д Арабов., Андалеби Н

руководитель А.К. Киргизов

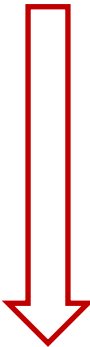
(ТТУ имени академика М.С. Осими, город Душанбе, Республика Таджикистан)

Аннотация. Цель работы заключается в определении уровня электрификации сельского населения с учётом повышения уровня жизни в сельских местностях. А также рассмотрены приходы к следующим этапам электрификации в зависимости от технологических прогрессов в сельской местности.

Ключевые слова: спрос, электроэнергия, гидроэлектростанция, потребитель.

Ситуация со спросом на электроэнергию сильно различается в зависимости от уровня жизни целевых районов электрификации. Скорость прогресса электрификации различается в зависимости от различных характеристик целевого района. Таблица 1 показывает характеристики спроса на электроэнергию, которые обычно постепенно увеличиваются после электрификации местности.

Таблица 1 Характеристики спроса на электроэнергию для электрификации сельской местности

Этап электрификации	Время использования	Суточный коэффициент нагрузки (%)	Ежемесячное потребление домохозяйств	Цель использования	
	Нет электрификации	ночь	-	освещение	
	начальный период после электрификации	Ранний вечер	5~25%	10~30 кВтч	освещение
	Следующий этап	Время для ужина	25~35%	20~50 кВтч	Освещение и радио или ТВ
	Общие	24-часовое использование	Около 50%	Более 50 кВт·ч	Освещение и радио или ТВ, электроинструменты

Кривые изменения суточного графика нагрузки показаны на рисунке 1

Как показывает приведённый выше рисунок, вполне вероятно, что суточная нагрузка будет меняться по мере развития электрификации [1].

Поскольку уровень жизни в районах, подлежащих электрификации, в целом низок, сразу после электрификации спрос на электроэнергию будет оставаться низким всего несколько часов в день, в основном для использования для освещения, прослушивания радио и т. д. Однако, как только они начнут получать выгоду от электричества, спрос на него будет расти, пока не будет экономических ограничений [2].



Рисунок 1. Кривая изменения графика нагрузки

Сначала это будет использоваться для освещения и прослушивания радио, а когда экономическая мощность вырастет, будет использоваться телевидение, и продолжительность использования электроэнергии увеличится. Кроме того, столовые и рынки в селе начнут использовать холодильники для сохранения продуктов, что приведёт к круглосуточному

непрерывному использованию электроэнергии [3]. Скорость перехода к следующему этапу зависит от скорости развития региона. Организация, реализующая проекта, должна обратить внимание на следующие пункты:

- Масштаб объекта электроснабжения сильно различается в зависимости от того, какой этап в таблице 1 выбран при решении об электрификации.
- Предвидеть развитие и изменение района и определить период, в течение которого первоначальный объект может обеспечиваться электроэнергией.

Связь между уровнем электрификации и комбинацией вспомогательной системы генерации

В случае, когда гидроэлектроэнергия является основным источником энергии для электрификации сельской местности, роль гидроэнергетики будет зависеть от того, будет ли источником электроэнергии только гидроэнергетика или в сочетании будет применяться вспомогательная система генерации [4.5].

Таблица 1. Масштаб электрификации и сочетание вспомогательной генерирующей системы

Пункт	Случай: Поставка только гидроэлектроэнергии	Случай: Сочетание вспомогательной генерирующей системы
1. Масштаб электрификации	Масштаб деревни (2~3 сотни домохозяйств)	Масштаб небольшого города (тысяча домохозяйств)
2. Тип энергии.Источник	Только гидроэнергия	Гидроэнергия со вспомогательной системой
3. Части поставки в соответствии со спросом Гидроэнергетика должна покрывать весь спрос	- В случае руслового типа реки гидроэнергетика обеспечивает базовую нагрузку	- В случае типа пруда с ежедневным регулированием гидроэнергетика обеспечивает как пиковый спрос, так и базовую нагрузку.
4. Масштаб установленной мощности	Относительно небольшой (примерно 10~100 кВт)	Относительно большой (200~300 кВт и более)
(Основная причина) Масштаб объекта установлен на уровне постоянного сброса в сухой сезон, поскольку для спроса потребуется постоянная подача электроэнергии.	Вспомогательная система генерации доступна в сухой сезон, поэтому ограничений по масштабу объекта меньше	По сравнению с поставкой только гидроэлектроэнергии ожидается большая выработка, поскольку в сезон дождей имеется достаточный сброс реки.
5. Годовой фактор растений	95% примерно	60~75% примерно
(Основная причина)	Поскольку масштаб объекта установлен, как указано выше, он может вырабатывать	В сезон дождей гидроэлектростанция может вырабатывать максимальную мощность.

	максимальную мощность большую часть времени.	В сухой сезон подача гидроэлектроэнергии уменьшается из-за меньшего речного стока. В целом годовой коэффициент мощности станции составляет около 60–75%.
6. Избыточная энергия	50~80%	Почти ничего
(Основная причина)	Поскольку электричество особенно используется во время ужина и раннего вечера, днем его использование невелико.	Выработка электроэнергии относительно мала по сравнению с максимальным спросом, поэтому ее избыток едва ли есть.
7. Фактический годовой фактор растений	15~45% приблизительно	60~75% приблизительно

Литература

1. Будзко, И.А. Электроснабжение сельского хозяйства / И.А. Будзко, Т.Б. Лещинская, В.И. Сукманов. – М.: Колос, 2000. – 536 с.
2. Костюченко, Л.П. Проектирование систем сельского электроснабжения: Учеб. пособие, 2-е изд., испр. и доп./ Л.П. Костюченко, А.В. Чебодаев; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2005. – 184с.
3. Электрические системы. Электрические сети: Учеб. для электроэнерг. спец. вузов / В.А. Веников, А.А. Глазунов, Л.А. Жуков и др.: Под ред. В.А. Веникова, В.А. Строева. – 2-е изд., перераб. И доп. – М.: Высш. шк., 1998. – 511с.
4. Поспелов, Г.Е. Электрические системы и сети. Проектирование: Учеб. пособие для вузов. – 2-е изд., испр. и доп. / Г.Е. Поспелов, В.Т. Федин. – Мн.: Высш. шк., 1988. – 308с.
5. Жулев, А. Н. Применение изолированных проводов на ВЛ 0,4 кВ для повышения технического состояния и надежности / Жулев А.Н. // Энергетик – 2003. - № 5 с. 23-

МОДЕЛИ ТАРАҚЌИЁТ ВА ДАРАЧАИ ЭЛЕКТРИКУНОНИИ ДЕХОТ

Ф.Д. Арабов, Андалеби Н., роҳбар А.К. Кирғизов

(ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ, Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон)

Аннотатсия. Мақсад аз кор муайян кардани дараҷаи электриконидаи аҳолии деҳот бо назардошти баланд шудани дараҷаи зиндагонии деҳот мебошад. Марҳилаҳои минбаъдаи электрикони қишлоқ низ вобаста ба прогресси техникӣ ба назар гирифта мешаванд.

Калидвожаҳо: талабот, нерӯи барқ, нерӯгоҳи барқӣ обӣ, истеъмолкунанда.

DEVELOPMENT MODEL AND LEVEL OF ELECTRIFICATION IN RURAL AREAS

F.D. Arabov, Andalebi N., head A.K. Kirgizov

(TTU named after academician M.S. Osimi, Dushanbe, Republic of Tajikistan)

Abstract. The purpose of the work is to determine the level of electrification of the rural population, taking into account the increase in the standard of living in rural areas. And also considered the arrival at the next stages of electrification depending on technological progress in rural areas.

Keywords: demand, electricity, hydroelectric power station, consumer.

Маълумот оид ба муаллифон

3. Арабов Фироз – докторанти PhD и кафедраи Неругоҳҳои электрикӣ

Маълумот шахсӣ:

E-mail: firuz@mail.ru

4. Андалеби Навруз – унвончуи кафедраи Неругоҳҳои электрикӣ

Маълумот шахсӣ:

E-mail: andalib@mail.ru

ТАҲИЯИ МОДЕЛИ МАТЕМАТИКӢ БАРОИ ТАҲҚИҚ ВА МУАЙЯН КАРДАНИ ВАЙРОНШАВӢ ВА НУҚСОНҲОИ ҚИСМИ МЕХАНИКИИ ГИДРОАГРЕГАТИ НБО ХУРД, КИ БО ШАБАКА ПАРАЛЕЛ КОР МЕКУНАНД

Ш.Р. Гуламов, Б.Н. Шарифов

(ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ, шаҳри Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон)

Аннотатсия. Дар мақола модели математикӣ барои таҳқиқи вайроншавӣ ва нуқсонҳои қисмҳои механикии гидроагрегатҳои НБО-и хурд, ки бо шабака параллел кор мекунад, пешниҳод карда мешавад. Инчунин модели пешниҳодшуда имкон медиҳад, ки вайроншавӣ ва нуқсонҳои қисмҳои механикии гидроагрегатро бо усули ғайримустақим муайян намояд. Муайян намудани падоиши нуқсонҳои механикии гидротурбина дар марҳилаҳои аввали пайдошавӣ имкон медиҳад, ки оқибати вайроншавиҳои механикиро кам намояд.

Калидвожаҳо: турбинаи обӣ, генератори синхронӣ, назорати параметрҳои электрикӣ ва механикӣ, схемаи функционалӣ, системаи муҳофизатӣ.

Яке аз самтҳои рушди электроэнергетикаи алтернативӣ истифодаи дастгоҳҳои ягона барои тақдир додани энергияи гидравликӣ ба энергияи электрикӣ мебошад. Сабабҳои асосии истифодаи чунин гидроагрегатҳо инҳоянд: набудани шабакаҳои анъанавии барқӣ дар минтақаҳои дурдаст ва душворгузар, эътимоднокии таъминоти барқ дар шабакаҳои дароз бо тавоноии кам, афзоиши арзиши энергияи электрикӣ мебошад.

Одатан чунин гидроагрегатҳои дар ҷойҳои дурдаст ва доманакуҳо, дур аз шабакаҳои электрикӣ насб карда мешаванд. Пас аз насб ва ба кор даровардан, чунин гидроагрегатҳо, бинобар сабаби дар ноҳияҳои дурдаст қарор доштан, одатан бо хизматрасонии таҳассусӣ таъмин намешаванд. Ба ғайр аз ин чунин гидроагрегатҳо дастгоҳҳои хеле мураккаби электротехникӣ мебошанд, ки мошинҳои гидравликӣ ва электрикии бо ҳам пайваस्तшударо дар бар мегиранд [1].

Маълум аст, ки барои назорат аз речаҳои садамавии дар қисми механикии муштамаи электротехникӣ, ки дар сохтори худ мошини электрикӣ дорад, усулҳои ғайримустақимро истифода бурдан мумкин аст, ки ба ченкунии параметрҳои электрикии системаи электротехникӣ асос ефтаанд [2, 3].

Барои таҳияи модели математикии гидротурбинаи бо кубури фишор ҳосилкунанда ва генератори синхронӣ дар речаҳои садамавӣ аз ҷониби муаллиф чунин фарзия пешниҳод карда мешаванд [4, 5].

- Самаранокии система барои тамоми доираи танзим доимӣ қабул карда мешавад;
- танай кубури фишор ҳосилкунанда мутлақ саҳт;

- доимӣ будани микдори об;
- тақсимои индуксияи магнитии ва қувваи электромагнити печай статор ва ангезишӣ мошин беохир қабул карда мешавад, ки имкон медиҳад принсипи гузоришро ҳангоми муайян кардани майдони магнитии натиҷавӣ дар фазои ҳавой истифода шавад;
- падидаи ҷойивазкунии қувваи ҷараён дар печаҳои статор ва печай ангезиш ба назар гирифта намешавад;
- дилаки ферромагнитӣ ва печаҳои мошин симметрӣ мебошанд, яъне дилаки ферромагнитӣ дар ҳама тақсимои қутбҳо якхела аст, печҳои статор ва ангезиш барои ҳама қутбҳои мошин якхелаанд, дар атрофи сатҳи ротор тақсим карда шудаанд ва печҳои демпферӣ метавонанд бо контурҳои итисоли кутоҳ мутамарказ дар тири уфуқи ва амудии ротор ҷудо карда шаванд;
- печай сефазаи статори мошин комилан симметрӣ қабул карда мешавад;

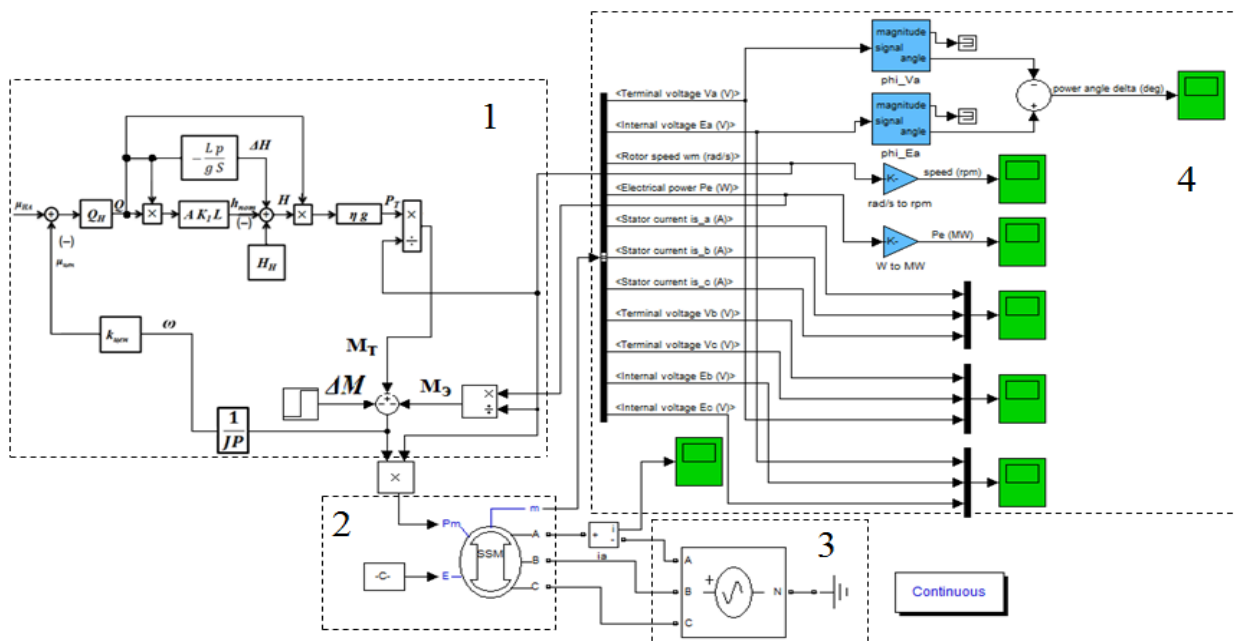
$$\left\{ \begin{array}{l} P_T = 9,81HQ\eta_T; \\ H = H_H + \Delta H - h_{\text{пот}}; \\ \Delta H = -\frac{L}{gS} \frac{dQ}{dt}; \\ h_{\text{пот}} = Ak_1LQ^2; \\ \mu = \mu_{\text{на}} - \mu_{\text{цен}}; \\ \mu_{\text{цен}} = k_{\text{цен}}\omega; \\ k_{\text{цен}} = \frac{\Delta Q}{Q_H\omega_H}; \\ -U_a = r_1i_a + \frac{d\psi_a}{dt}; \\ -U_b = r_1i_b + \frac{d\psi_b}{dt}; \\ -U_c = r_1i_c + \frac{d\psi_c}{dt}; \\ U_f = \frac{d\psi_f}{dt} + r_fi_f; \\ 0 = \frac{d\psi_{kd}}{dt} + r_{kd}i_{kd}; \\ 0 = \frac{d\psi_{kq}}{dt} + r_{kq}i_{kq}; \\ J \frac{d\omega}{dt} = M_T - M_3 - \Delta M; \\ M_3 = \frac{3}{2}(\psi_a i_q - \psi_q i_a), \end{array} \right. \quad (1)$$

дар ин ҷо: P_T – тавоноии гидротурбина; H – фишори об дар кубури фишори; Q – харочоти об, ки аз гидротурбина мегузарад; η_T – ККФ гидротурбина; $H_H = \text{const}$ – фишори номиналии кубури фишорӣ НБО-и хурд; $h_{\text{пот}}$ – талафоти фишор дар кубури фишори; ΔH – зарбаи гидравликӣ (зарбаи фишори), баландшавии динамикӣ ۽ пастшавии фишор мебошад, дар кубури фишори, ки аз таъсири қувваҳои инертсионии ҳангоми режимҳои гузариши кори гидротурбина ба вучуд меояд; L – дарозии кубури фишори; S – масоҳати буриши кундалангии кубури фишори; g – суръати афтиши озод; A – муқовимати мушаххас барои қубурҳои пулоди; k_1 – коэффитсиенти ислоҳи муқовимати мушаххас барои қубурҳои пулоди; μ – муқовимати гидравликии гидротурбина; $\mu_{\text{на}}$ – муқовимати гидравликӣ, аз кушодани дарвозаи кубури фишорӣ вобаста аст; $\mu_{\text{цен}}$ – муқовимати гидравликӣ, ки бо таъсири қувваи марказгурез вобаста аст; $k_{\text{цен}}$ – коэффитсиенти гузариши об тавассути гидротурбина; ω_H – суръати кунҷии гардиши гидроагрегат; U_a, U_b, U_c – шиддатҳои истехсолшаванда дар фишангҳои статори ГС; ψ_a, ψ_b, ψ_c – селбандии печай статор; i_a, i_b, i_c – қувваҳои ҷараёнҳои печаҳои статор; r_1 – муқовимати фаъоли печаҳои статор; r_f – муқовимати фаъоли печай ангезиш; U_f – шиддат дар фишангҳои печай ангезиш; i_f, ψ_f – қувваи ҷараён ва селбандии печай ангезиш; ψ_{kd}, ψ_{kq} – селбандии печай

демпферӣ дар тирҳои уфуқӣ ва амууди; gkd, gkq – муқовимати фаъоли печайи демпферӣ дар тирҳои уфуқӣ ва амууди; ikd, ikq – қувваи ҷараени печайи демпферӣ дар тирҳои уфуқӣ ва амууди; J – моменти инерсияи қисмҳои даврзанандаи гидроагрегат; M_T – моменти гидротурбина ҳангоми гузариши об тавассути агрегат; $M_э$ – моменти электромагнитии генератори синхронӣ; ΔM – моменти бо вайроншавии механикӣ дар вали гидроагрегат ба вучуд омада; ω – суръати гардиши ротори гидроагрегат

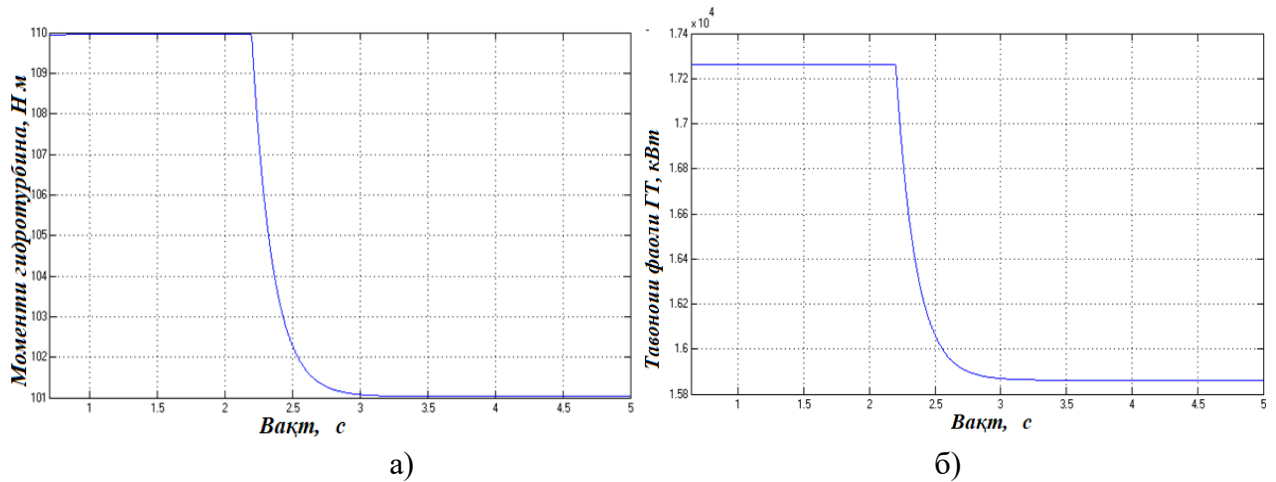
Тавсифи пурраи математикии гидротурбина бо кубури фишор ҳосилкунанда ва генератори синхронӣ бо печаҳои демпферӣ бо дақиқияти кофӣ бо системаи муодилаҳои дифференсиалии зерин муайян карда мешавад [4-6] бо он фарқ мекунад, ки дар муодилаи ҳаракати ҳаракатоварҳо лаҳзаи бо вайроншавии механикӣ алоқаманд ё ба гидротурбина ворид шудани ҷисми бегона ба назар гирифта мешавад. Панҷ муодилаи аввал турбинаи гидротехниро бо кубури фишордорро тавсиф мекунад. Муодилаи 8-13 генератори синхрониро тасвир мекунад. Муодилаи чордахум қисми механикии гидроагрегатро тасвир мекунад. Муодилаи понздаҳум мувозинати моменти электромагнитии генератори синхрониро тасвир мекунад.

Дар асоси системаи муодилаҳои дифференсиалӣ (1) схемаи сохтори модели математикии гидроагрегати НБО-и хурд тартид дода шудааст (расми 1). Қайд кардан ҷоиз аст, ки НБО-и хурд бо шабака параллел кор карда истодааст. Дар асоси схемаи сохтори модели математикии гидроагрегати НБО-и хурд бо истифода аз барномаи Matlab модели имитатсионии он тартиб дода шудааст. Ин модел имкон медиҳад, ки лаҳзаи пайдоиши нуқсонҳоро дар қисми механикии гидроагрегати НБО-и хурд тадқиқ намуда, онро сабт намояд.

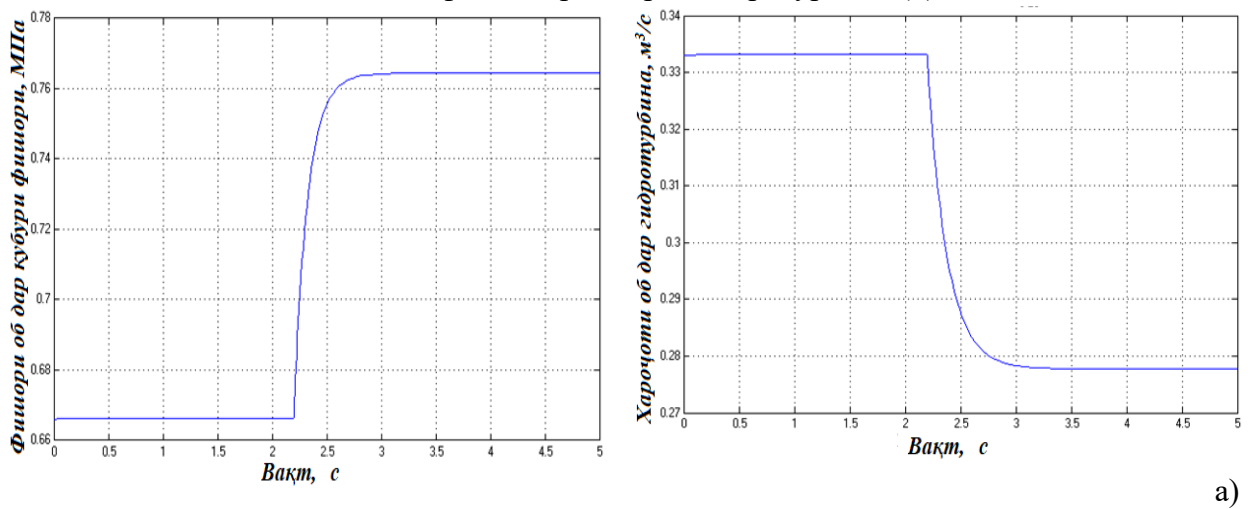


Расми 1 – Схемаи сохтори модели математикии гидроагрегати НБО-и хурд, ки бо шабака параллел кор мекунад

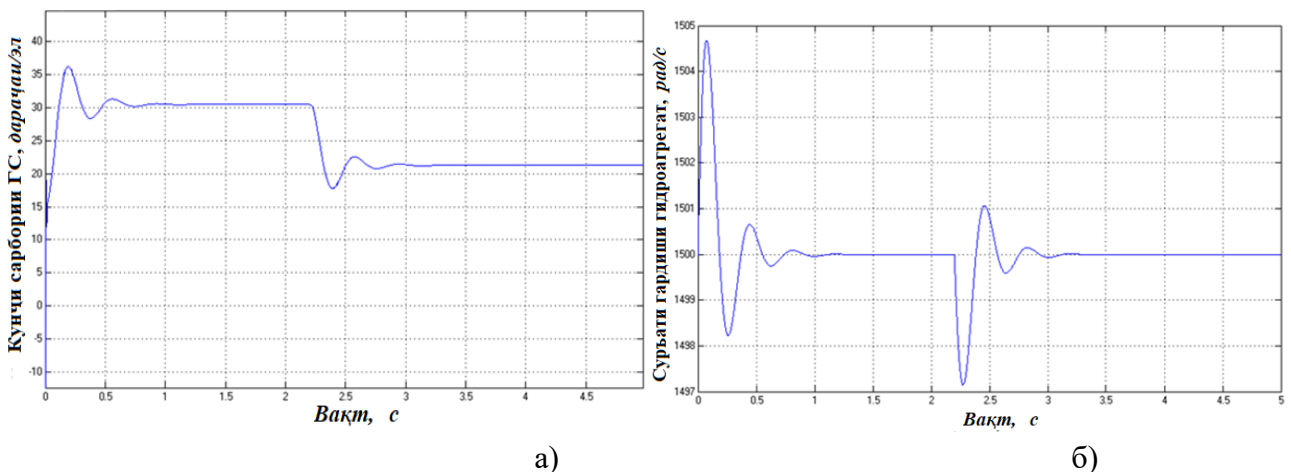
Графикҳои равандҳои гузариш модели математикии гидроагрегати НБО-и хурд, ки бо шабака параллел кор дар расмҳои 2 – 5 оварда шудаанд.



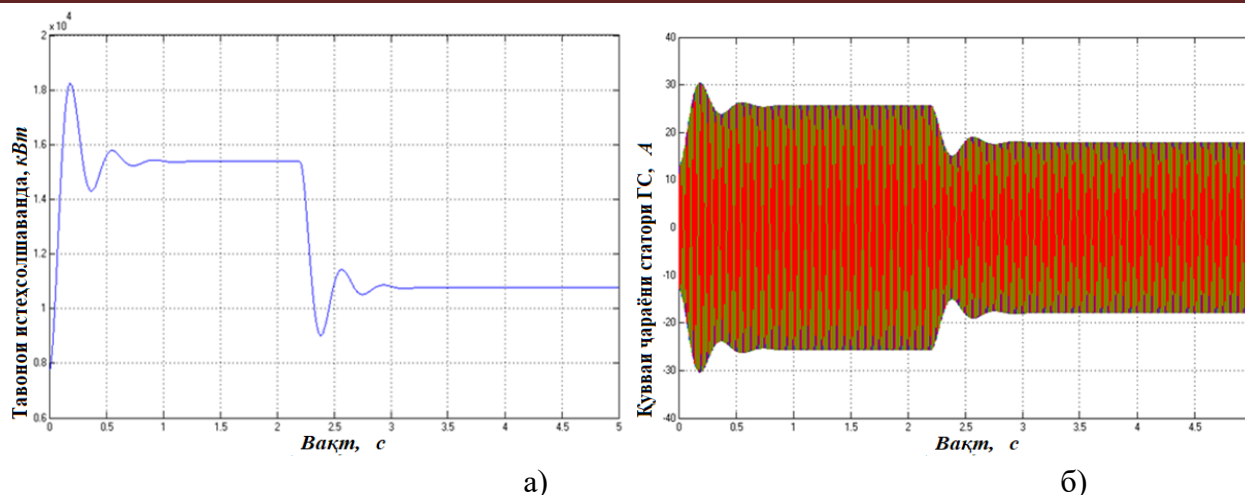
Расми 2 – Графикҳои равандҳои гузариш тағйиребии моменти гидротурбина (а) ва тавоноии фаъол дар наварди гидротурбина (б)



Расми 3 – Диаграммаҳои равандҳои гузариши тағйиребии фишори об дар кубури фишори (а) ва хароҷоти об, ки тавассути турбинаҳои чорӣ мешавад (б)



Расми 4 – Графикҳо равандҳои гузариши тағйиребии кунҷи борбандии генератори синхронӣ (а) ва суръати гардиши гидроагрегат (б)



Расми 5 – Графикҳои равандҳои гузариши тағйиребии тавоноии истеҳсолшаванда (а) ва қувваи ҷараени сефазаи статори ГС (б)

Аз равандҳои гузариш, ки бо вайроншавии механикӣ алоқаманд аст, дар сурати моменти муқовимати вайроншавии доимӣ будан (расмҳои 2 5) бармеояд, ки дар лаҳзаи пайдоиши вайроншавии механикӣ ё ба гидротурбина ворид шудани ҷисми бегона моменти механикӣ гидротурбина ба генератори синхронии МТ кам шуда, тавоноии фаъоли гидротурбинаи РГТ кам мешавад, инчунин хароҷоти оби тавассути гидротурбинаи гузаранда Q кам шуда, фишори об дар дар кубури фишорӣ H зиёд мешавад, кунҷи бори генератори синхронӣ θ кам мешавад, тавоноии истеҳсолшаванда РСГ ва қувваи ҷараени генератори синхронӣ I кам мешавад. Тағйироти дар боло овардашуда ба шакли баробарӣ зерин навишта шудааст:

$$\Delta M \uparrow = \begin{cases} M_T < M_{UT} \\ P_T < P_{UT} \\ Q < Q_y \\ H > H_y \\ \theta < \theta_y \\ P_{CG} < P_{UCG} \\ I < I_y \end{cases} \quad (2)$$

дар ин ҷо: M_{UT} – арзиши муқарраршудаи моменти гидротурбина; P_{UT} – арзиши муқарраршудаи тавоноии гидротурбина; Q_y – арзиши муқарраршудаи хароҷоти об, ки тавассути гидротурбина мегузарад; H_y – арзиши муқарраршудаи фишор дар кубури фишорӣ; P_{UCG} – арзиши муқарраршудаи тавоноии генератори синхронӣ; I_y – арзиши муқарраршудаи қувваи ҷараени статори генератори синхронӣ.

Аз графикҳои равандҳои гузариш дар расмҳои 2 то 5 ва баробарии 2 дида мешавад, ки тағйиребии параметрҳои гидроагрегатро метавонад бо схемаҳои назорати ва автоматикаи гидроагрегат сабт карда мешавад ва барои таҳияи системаҳои нави муҳофизати гидроагрегатҳо аз вайроншавии механикӣ ё ба гидротурбина ворид шудани ҷисми бегона истифода шавад.

Усули пешниҳодшудаи муайянкунии ғайримустақими вайроншавии қисми механикӣ гидрогенератор тавассути назорати параметрҳои электрикӣ, механикӣ ва гидравликии гидрогенератор имкон медиҳад, ки оқибатҳои вайроншавии механикӣ дар марҳилаҳои аввал муайян карда шаванд ва оқибатҳои вайроншавии механикӣ бо муайян намудан дар лаҳзаҳои аввал кам намуд. Модели математикии турбина ва генератори синхронӣ, ки бо шабака параллел кор мекунад, ва графикҳои гирифташудаи равандҳои гузариши гидроагрегат дар лаҳзаҳои пайдоиши вайроншавӣ ва нуқсонҳои қисмҳои механикӣ имкон медиҳанд, ки пайдоиши вайроншавии механикӣ дар қисми механикӣ гидротурбин омӯхта шавад. Дар асоси тағйиребии

параметрҳои гидроагрегат дар лаҳзаи пайдоиши вайроншавии механикӣ имкон медиҳад, ки пайдоиши вайроншавии механикӣ сабт карда шавад.

Адабиётҳо

1. Кипервассер М.В., Гуламов Ш.Р. Разработка системы защиты гидроагрегатов, работающих на автономную нагрузку, от механических поломок // М.В Кипервассер., Ш.Р. Гуламов / Вестник Чувашского университета. 2016 г. – №3 (142). – с. 68-75.
2. Кипервассер М.В. Методика автоматического распознавания аварийных ситуации механического оборудования, сопряженного с электрической машиной // М.В Кипервассер / Автоматизированный электропривод и промышленная электроника: Сборник научных трудов Четвертой Всероссийской научно-практической конференции, г. Новокузнецк: изд-во СибГИУ, 2010 г. – С. 245-247.
3. Асарин А. Е. Водозергетические расчеты // А. Е. Асарин, К. Н. Бестужева / М. – Энергоатомиздат, 1986. 224 с.
4. Гуламов Ш.Р . Идентификация неисправностей механической части Гидрогенератора малых ГЭС путем контроля его параметров // Ш.Р. Гуламов, К.Х. Гуломзода, Р.Х. Диёрзода, М.И. Сафаров / Политехнический вестник. Серия Энергетика 2022.№4. – С. 30-37
5. Копылов И.П. Электрические машины: Синхронные машины: Учебное пособие // И.П. Копылов, И.Л. Осин, Ю.Г. Шакарян /. – М.: Высшая школа, 1990. – 304 с.

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЕ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛОМОК И ДЕФЕКТОВ МЕХАНИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ГИДРОАГРЕГАТА МОЛОЙ ГЭС, РАБОТАЮЩИХ ПАРАЛЛЕЛЬНО СЕТЬЮ

Ш. Р. Гуламов, Б.Н. Шарифов

Аннотация. В работе представлено математическая модель для исследования поломок и дефектов механической части гидроагрегатов малой ГЭС, работающих параллельно сетью, которая позволяет определить косвенным способом поломок и дефектов в механической части гидроагрегата. Выявление возникновения механических дефектов в гидротурбине на ранних стадиях, позволяет уменьшить последствия механических повреждений.

Ключевые слова: гидротурбина, синхронный генератор, контроль электрических и механических параметров, функциональная схема, система защиты.

DEVELOPMENT OF A MATHEMATICAL MODEL FOR RESEARCH AND DETERMINATION OF FAILURES AND DEFECTS IN THE MECHANICAL PART OF THE HYDRAULIC UNIT OF MOLAY HPP, OPERATING IN PARALLEL TO THE NETWORK

Gulamov Sh.R.,Sharifov B.N.

Annotation. The work presents a mathematical model for studying breakdowns and defects in the mechanical part of hydraulic units of a small hydroelectric power station, operating in parallel with a network that makes it possible to indirectly determine breakdowns and defects in the mechanical part of a hydraulic unit. Identification of the occurrence of mechanical defects in a hydraulic turbine at an early stage allows to reduce the consequences of mechanical damage.

Keywords: hydraulic turbine, synchronous generator, control of electrical and mechanical parameters, functional diagram, protection system.

Маълумот оид ба муаллифон:

1. **Гуламов Шухрат Раҳматуллоевич** – н.и.т., ассистенти кафедраи ҲАЭ ва МЭ, ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ

E-mail: Shuhrat_83_1@mail.ru

2. Шарифов Бохирджон Насруллоевич – муаллими калони кафедраи ҳаракатдиҳандаҳои автоматикунонидашудаи электрикӣ ва мошинҳои электрикии ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ.

Маълумоти шахсӣ:

E-mail: bohir.sharifov89@gmail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОГРЕШНОСТЕЙ КОСВЕННОГО МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ИЗОЛЯЦИИ

Д.Х. Насруллоев, С.Р. Рустамзода, Т.Р. Мухаммадиев

(ТТУ имени академика М.С. Осими, г. Душанбе, Республика Таджикистан)

Аннотасия: В данной статье рассмотрены погрешности косвенного метода определения параметров распределительной электрической сети относительно земли, основанного на подключении к одной из фаз дополнительной емкости. Проведенное исследование погрешностей определения параметров сети относительно земли показало, что в зависимости от несимметрии в сети и изменении величины и вида нагрузки они не превышают 8,3 %. Данный метод может быть использован в карьерных распределительных электрических сетях (КРС) с изолированной нейтралью.

Ключевые слова: карьерная распределительная электрическая сеть, дополнительная емкость, параметры сети относительно земли

Основной причиной аварий на открытых горных работах является неудовлетворительное состояние электроустановок и сетей [1-5]. При решении вопросов повышения безопасности и надежности карьерного электроснабжения и оборудования необходимо уделять первостепенное внимание контролю изоляции как всей электросистемы, так и ее элементов [2, 6-9].

В процессе эксплуатации возникает необходимость периодического определения сопротивления изоляции фаз сети относительно земли в КРС напряжением 6 кВ. Указанные параметры можно определить либо аналитически, либо экспериментально.

В настоящее время существуют достаточно простые и точные формулы для расчета величины тока замыкания на землю и сопротивления изоляции в общепромышленных сетях с изолированной нейтралью по величине длины воздушных и кабельных линий, электрически связанных между собой.

Однако на открытых горных работах, где условия работы сетей электроснабжения значительно отличаются от условий промышленных стационарных сетей, где сопротивление изоляции относительно земли зависит в большей мере от условий окружающей среды и условий эксплуатации и где имеется большое число энергоемкого оборудования, применение этих формул дает значительные погрешности в получаемых результатах (30 %, в некоторые случае большее) [2].

Экспериментальные измерения в сетях проводятся либо прямым, либо косвенным методами. Для прямого метода производят искусственное металлическое замыкание одной из фаз на землю, что крайне нежелательно по целому ряду причин. При металлическом замыкании на землю при переходном процессе возникают перенапряжения на здоровых фазах относительно земли. В этом случае возможен переход однофазного замыкания в двухфазное замыкание на землю в различных точках сети. На корпусах электрооборудования возникают потенциалы опасные для обслуживающего персонала, устранить которые простыми средствами не представляется возможным.

Исходя из условия обеспечения электробезопасности обслуживания, целесообразно пользоваться косвенными методами измерения. Проведенный анализ существующих методов [10-15]. показал, что в настоящее время на практике в сетях с изолированной нейтралью для определения параметров изоляции используются либо подключение дополнительной активной проводимости, либо подключение дополнительной емкости.

Недостатки при подключении активной проводимости: невозможность определения параметров изоляции сети относительно земли отдельных фаз; отсутствие доступных промышленных образцов высоковольтных активных проводимостей, пригодных для использования в установках напряжением выше 1000 В: дополнительная активная проводимость должна обладать способностью рассеивать значительную мощность (10 кВт и выше), в результате чего неизбежен значительный температурный дрейф параметров дополнительной активной проводимости, что существенно увеличит погрешность результатов измерений.

Указанные выше недостатки устраняются при использовании метода определения параметров изоляции, основанного на подключении к одной из фаз дополнительной емкости. В качестве дополнительной емкости целесообразно использовать силовые конденсаторы, применяемые в конденсаторных установках, предназначенных для компенсации реактивной мощности и регулирования напряжения, кроме того, изменение параметров дополнительной емкости в процессе измерений минимально.

С целью оценки влияния на точность определения параметров изоляции фаз сети относительно земли нами была разработана компьютерная модель с использованием «Matlab / Simulink» (рис.1) [16-18], а также проверена ее адекватность. Следует отметить, что основу составляет компьютерная модель и их блоки, которые подробно рассмотрены в [19, 20].

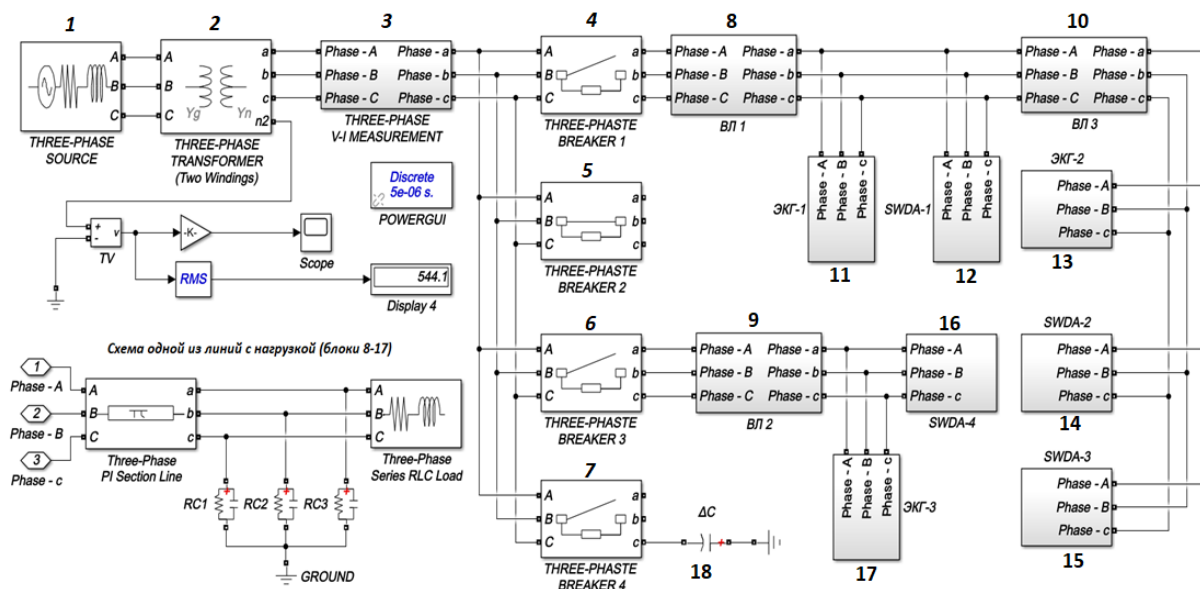
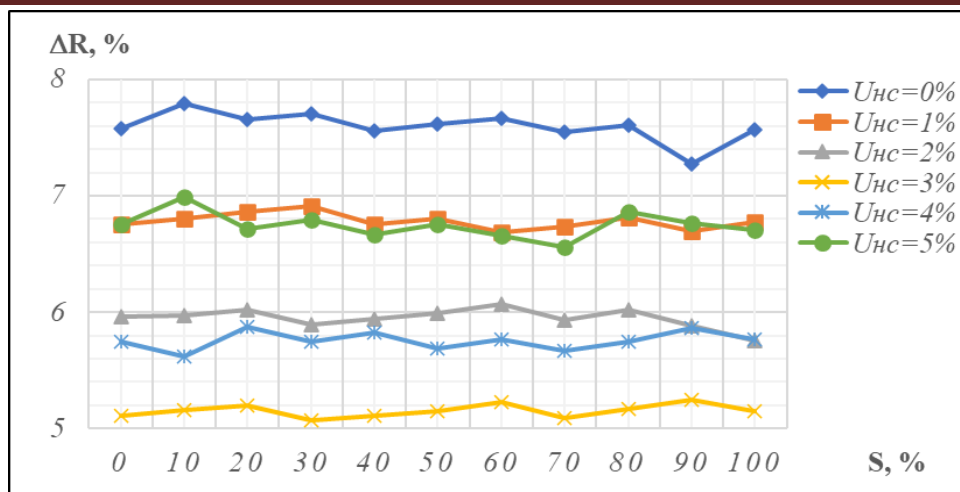


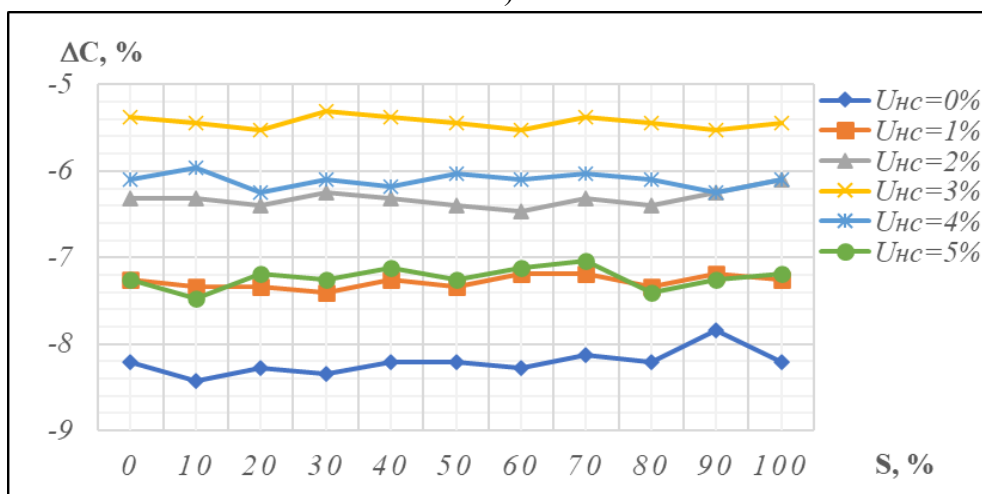
Рисунок 1 – Общий вид разработанной компьютерной модели

На разработанной модели проведены исследования влияния различных факторов на результаты определения параметров изоляции косвенным методом, основанном на подключении к одной из фаз дополнительной емкости.

Исследования погрешностей определения параметров изоляции фаз сети относительно земли проводились по методике, приведенной в [2]. На рис. 2 показано влияние характера и величины нагрузки при изменении ее от 0 до 100 % и несимметрии в сети от 0 до 5 % на точность измерения составляющих сопротивления изоляции фаз сети относительно земли.



а)



б)

Рисунок 2 – Зависимости погрешностей ΔR (а) и $\Delta C\phi$ (б) при изменении полной нагрузки от 0 до 100% и несимметрии в сети от 0 до 5 %

Исследования на разработанной компьютерной модели показали, что при несимметрии в сети, а также при изменении величин и характера нагрузки погрешность в определении параметров изоляции не превышает 8 %.

Подключение дополнительной ёмкости не приводит, практически, к перенапряжениям в сети, не создаёт опасной ситуации для персонала, а получаемые при этом данные хорошо совпадают с фактическими значениями. Выполненные исследования на компьютерной модели распределительной электрической сети с изолированной нейтралью позволили предложить методику определения параметров изоляции фаз сети относительно земли. Таким образом, с помощью данного метода можно определить суммарную емкость сети относительно земли, сопротивление изоляции фазы сети относительно земли, а также активную и емкостную составляющие тока однофазного замыкания на землю.

Литература

1. Гладилин Л.В., Щуцкий В.И., Бацезев Ю.Г., Чеботаев Н.И. Электробезопасность в горнодобывающей промышленности / – М.: Недра, 1977. – 327 с.
2. Сидоров, А.И. Теория и практика системного подхода к обеспечению электробезопасности на открытых горных работах: Дис. докт. техн. наук: 05.26.01 / Сидоров

Александр Иванович. – Челябинск, 1993. – 444

3. Щуцкий В.И., Сидоров А.И., Ситчихин Ю.В., Бендяк Н.А. Электробезопасность на открытых горных работах / – М.: Недра, 1996. – 266 с.

4. Сидоров А.И., Бобоев Х.Д. Исследование погрешностей косвенного метода измерения параметров изоляции фаз сети относительно земли на имитационной модели // Безопасность труда в промышленности. – 2020. – № 9. – С. 24–29.

5. Щуцкий В.И., Маврицын А.М., Сидоров А.И., Ситчихин Ю.В. Электробезопасность на открытых горных работах / – М.: Недра, 1983. – 192с.

6. Бобоев Х.Д., Богданов А.В. Параметры изоляции относительно земли в карьерных распределительных сетях горнодобывающих предприятий Республики Таджикистан // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика. – 2021. – Т. 21. – № 1. – С. 29–37.

7. Лапченков К.В., Дубовой А.В., Сидоров А.И. Определение параметров изоляции относительно земли с изолированной нейтралью косвенным методом // Технологии, методы, средства: тез. докл. рег. науч.-техн. конф. – Норильск: НИИДИ, 1996. – С.42.

8. Boboev K., Sidorov A., Davlatov A Evaluation of Indirect Methods for Determining the Isolation Parameters of the Network Phases Relative to the Ground on a Computer Model // 2021 International Ural Conference on Electrical Power Engineering (UralCon), 2021, pp. 556–560.

9. Бендяк Н.А., Сидоров А.И., Свигврис А.И. Определение параметров изоляции с изолированной нейтралью [Текст] / Н.А. Бендяк, // Проблемы электробезопасности в народном хозяйстве: тез. докл. научн-практ. конф. – Челябинск, 1991. – С. 18 – 19.

10. Сидоров А.И., Бендяк Н.А., Степанов С.Н. Определение параметров сетей с изолированной нейтралью относительно земли // Контроль изоляции в распределительных сетях: тез. докл. научн-практ. конф. – Челябинск, 1992. – С. 12.

11. Сидоров А.И., Бобоев Х.Д., Медведева Ю.В., Саъдуллозода Ш.С. Исследование косвенных методов определения параметров изоляции на компьютерной модели // Вестник Научного центра ВостНИИ по промышленной и экологической безопасности. – 2021. – № 1. – С. 47–54.

12. Бобоев Х.Д., Аверьянов Ю.И., Богданов А.В., Кравчук И.Л. Организация контроля изоляции в распределительной сети карьера «Тарпор» // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Энергетика». – 2021. – Т. 21, № 4. – С. 57–65.

13. Boboev K., Sidorov A., Khanzhina O. Determining Ground Insulation Parameters in Quarry Distribution Networks of Mining Companies in Tajikistan // 2020 International Ural Conference on Electrical Power Engineering, (UralCon), 2020, pp. 344–348.

14. Бобоев, Х.Д. Анализ методов контроля изоляции в карьерных сетях напряжением 6 кВ // Техносферная безопасность в XXI веке: сборник научных трудов магистрантов, аспирантов и молодых ученых, Иркутск, 26–27 ноября 2019 года. – Иркутск: ИРНТУ, 2019. – С. 234–239.

15. Бобоев Х.Д. Обзор методов и средств поддержания состояния изоляции распределительных электрических сетей // Электрооборудование: эксплуатация и ремонт. – 2022. – № 1. – С. 46–50.

16. Бобоев, Х.Д. Сравнительный анализ различных методов определения параметров изоляции фаз сети относительно земли в программной среде MATLAB/Simulink // Безопасность жизнедеятельности глазами молодежи: сборник материалов VI Всероссийской студенческой конференции (с международным участием): в 2 т., Челябинск, 22–23 апреля 2021 года. – Челябинск: Издательский центр Южно-Уральского государственного университета (НИУ),

2021. – С. 22–24.

17. Бобоев Х.Д. Анализ и оценка косвенных методов определения параметров изоляции сетей напряжением выше 1000 В // Электрооборудование: эксплуатация и ремонт. – 2021. – № 10. – С. 46–50.

18. Сидоров А.И., Бобоев Х.Д. Анализ методов исследования параметров изоляции электрических сетей напряжением 6 кВ // Экология. Риск. безопасность: материалы Всероссийской научно-практической конференции, Курган, 29–30 октября 2020 года. – Курган: КГУ, 2020. – С. 273–275.

19. Сидоров А.И., Бобоев Х.Д. Имитационная модель карьерной распределительной сети напряжением 6 кВ // Научный поиск: материалы двенадцатой научной конференции аспирантов и докторантов, Челябинск, 17–19 марта 2020 года. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ (НИУ), 2020. – С. 18–23.

20. Сидоров А.И., Бобоев Х.Д. Компьютерная модель карьерной распределительной сети // Безопасность технологических процессов и производств: Труды III Международной научно-практической конференции, Екатеринбург, 26 мая 2021 года. – Екатеринбург: УГГУ, 2021. – С. 85–87.

ТАҶҚИҚИ ХАТОГИҲОИ УСУЛИ БАВОСИТА МУАЙЯН КАРДАНИ ПАРАМЕТРҲОИ ОИҚ

Д.Х. Насруллоев, С.Р. Рустамзода, Т.Р. Мухаммадиев

Аннотасия: Дар ин мақола хатогиҳои усули бавосита барои муайян кардани параметрҳои шабакаи тақсимои барқ нисбат ба замин, дар асоси пайваст намудани ёмкостӣ иловагӣ ба яке аз фазаҳо баррасӣ карда мешаванд. Тадқиқоти хатогиҳои хангоми муайян намудани параметрҳои шабакаи нисбат ба замин нишон дод, ки вобаста ба нисимметрияи шабака, тағирёбии бӯзурги ва намуди тавони, онҳо аз 8,3% зиёд нестанд. Ин усул метавонад дар шабакаҳои барқии тақсимои кӯҳӣ бо нейтралӣ оиқшуда истифода шавад.

Калидвожаҳо: шабакаҳои барқӣ, моделсозии компютерӣ, параметрҳои оиқи фазаҳои шабакаи нисбат ба замин, ёмкостии иловагӣ.

STUDY OF ERRORS IN INDIRECT METHOD OF DETERMINING INSULATION PARAMETERS

D.H. Nasrulloev, S.R. Rustamzoda, T.R. Muhammadiev

Annotation: This article examines the errors of the indirect method for determining the parameters of a distribution electric network relative to the ground, based on connecting an additional capacity to one of the phases. The conducted study of the errors in determining the parameters of the network relative to the ground showed that, depending on the asymmetry in the network and the change in the magnitude and type of load, they do not exceed 8.3%. This method can be used in quarry distribution electric networks with an isolated neutral.

Keywords: quarry distribution electrical network, additional capacity, network parameters relative to the ground.

Сведения об авторах:

1. **Насруллоев Далер Хайруллоевич** – магистрант 2-го курса, группы 1-530104-03 Б, кафедры «РЗИАЭ», ТТУ имени академика М.С. Осими, г. Душанбе.

2. **Рустамзода Сино Рустам** – магистрант 2-го курса, группы 1-530104-03 Б, кафедры «РЗИАЭ», ТТУ имени академика М.С. Осими, г. Душанбе.

3. **Мухаммадиев Туйчибой Расулович** – магистрант 2-го курса, группы 1-530104-03 Б,

кафедры «РЗиАЭ», ТТУ имени академика М.С. Осими, г. Душанбе.

АНАЛИЗ И МЕРЫ ПОВЫШЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ РАЗВИВАЮЩЕЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ ТАДЖИКИСТАНА

Д.Х. Давлатов

научный руководитель доцент Л.С. Касобов

(ТТУ имени академика М.С. Осими, город Душанбе, Республика Таджикистан)

Аннотация: В данной статье рассмотрены вопросы переходные процессы в электроэнергетические системы, динамической устойчивости системы, и его технические способы улучшения в ЭЭС.

Ключевые слова: динамическая устойчивость, переходные процессы, технические способы улучшения условий динамической устойчивости.

В мире существует ряд стран, которые обладают большими запасами гидроресурсов, используемых в энергетике и, соответственно, с большой долей гидроэлектростанций (ГЭС). Таджикистан относится к числу таких стран. Планами развития энергетики Таджикистана предусмотрено масштабное строительство крупных и малых ГЭС совместно с сооружением новых линий электропередачи (ЛЭП).

К 2025 году потребность в электроэнергии согласно предварительным расчетам, исходя из перспективных показателей развития отраслей экономики республики, составит 28,3 млрд. кВт*часов и экспортный потенциал республики составит 5-6 млрд. кВт-часов год.

Данный факт предопределяет необходимость опережающего строительства новых гидростанций для полного удовлетворения потребностей экономики и нужд населения в электроэнергии, что идёт строительство крупных в регионе Рогунский ГЭС. В то же время избытки электроэнергии могут экспортироваться за пределы республики в страны ближнего и дальнего зарубежья. Сегодня к импорту гидроэлектроэнергии из Таджикистана проявляют интерес такие страны как Россия, Казахстан, Афганистан, Иран, Пакистан и Китай. Для экспорта этой энергии потребуются соорудить межгосударственные линии электропередачи сверхвысокого напряжения (рис. П1.1). Далее приводятся основные проекты по строительству ЛЭП под названием CASA 1000 для передачи избыток электроэнергии в другие страны

Первым условием надёжной работы любой энергосистемы является её устойчивость, под которой понимается способность системы восстанавливать своё исходное состояние – нормальный рабочий режим или режим, практически близкий к нему, после какого-либо (большого или малого) нарушения этого режима, иначе называемого возмущением.

При появлении в системе больших возмущений (резких изменений режима), таких, как короткие замыкания, отключения или включения нагрузок, генераторов, трансформаторов, линий электропередач и других элементов системы, вместо задачи статической устойчивости приходится рассматривать задачу динамической устойчивости.

Задача динамической устойчивости представляет собой анализ характера процесса и расчёт всех или части параметров режима при переходе системы от одного режима к другому.

К мерам повышения динамической устойчивости относятся: форсирование возбуждения генераторов, быстрое отключение аварийных участков устройствами релейной защиты, применение специальных тормозящих устройств, отключение части генераторов и части нагрузки устройствами автоматической разгрузки по частоте (АЧР) и по напряжению (АРН). Уменьшение передаваемой и отдаваемой потребителю мощности будет способствовать сохранению в работе основной части системы.

Одним из критериев оценки динамической устойчивости является метод площадей.

В работе оценка динамической устойчивости производится расчётом переходного процесса. Для всех случаев динамических возмущений определим также коэффициенты запаса устойчивости в установившемся послеаварийном режиме по активной мощности.

В ходе расчёта происходило отключение одной цепи линии 500 кВ ПС “Рогун - Чорбог – ПС «Сугд», и её последующее включение в цикле АПВ через 1,5 с.

Предел загрузки Рогунсой ГЭС (при установленной мощностью 3600 МВт), при котором режим ещё балансируется, составляет 3798 МВт, при этом коэффициент запаса по активной мощности $K_p = 0,184$ и коэффициент запаса по напряжению равно $K_u = 0,26$.

В соответствии с методической устойчивости данный коэффициент в установившемся режиме после нормативных возмущений должен быть не ниже 0,1.

Однофазное короткое замыкание с неуспешным АПВ.

В ходе расчёта происходило отключение линии 500 кВ ПС “Рогун - Чорбо” – ПС «Сугд», и её последующее включение в цикле АПВ через 1,5 с на неустранившееся короткое замыкание, с последующим повторным отключением.

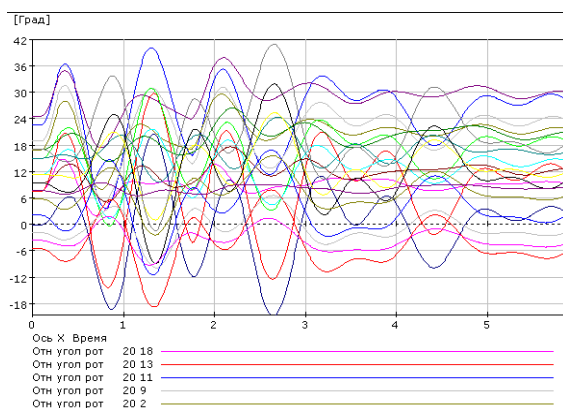


Рисунок 1 – Изменения взаимных углов роторов генераторов в ЭЭС

Предел загрузки Рогунской ГЭС, при котором режим ещё балансируется, составляет 3390 МВт, тогда $K_p = 0,145$ и коэффициент запаса по напряжению равно $K_u = 0,27$.

Анализ двухфазное короткое замыкание с успешным АПВ на указанной линии, и её последующее включение в цикле БАПВ через 0,4 с.

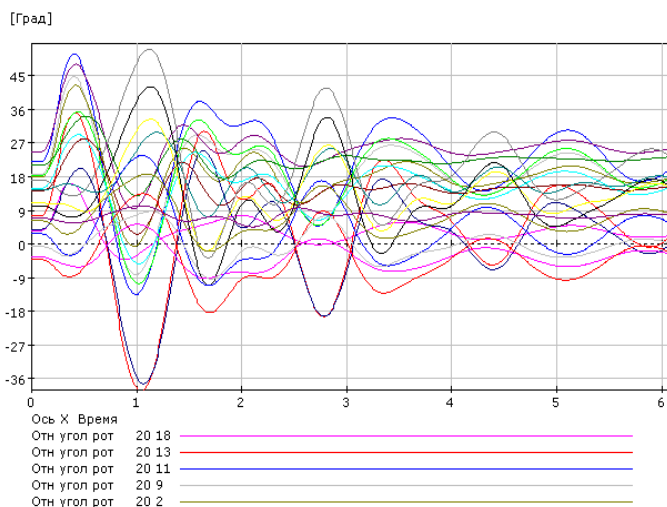


Рисунок 2 – Изменения взаимных углов роторов генераторов в ЭЭС

Предел загрузки Рогунской ГЭС, при котором режим ещё балансируется, составляет 3250 МВт, при этом $K_p = 0,184$ и коэффициент запаса по напряжению равно $K_u = 0,26$.

Отключение части генераторов – один из основных способов по обеспечению устойчивости передающих станций, у которых обычно в результате аварии возникает избыток мощности $\Delta P > 0$. Время, необходимое на реализацию этого воздействия, состоит из времени фиксации аварии релейной защитой, выработки управления, т.е. числа отключаемых генераторов и собственного времени отключения выключателей. Для современных ЭС суммарное время отключения генераторов (ОГ) составляет $t_{ог} = 0,16 + 0,2$ с. Этот способ особенно эффективен для гидроэлектростанций.

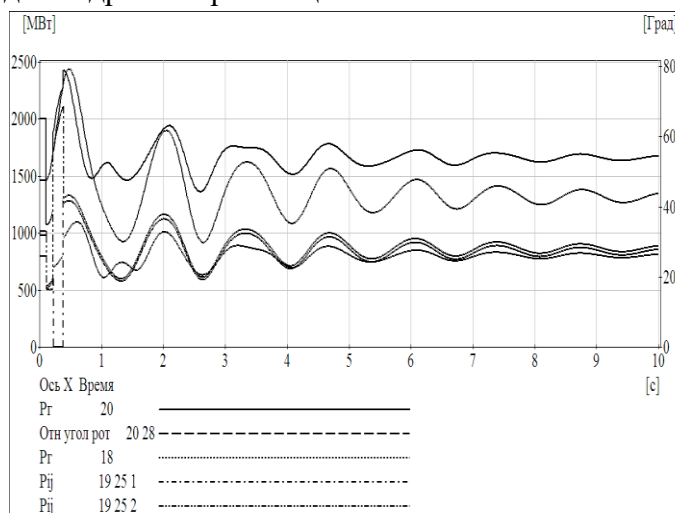


Рисунок 3 – Расчетные оциллограммы переходных процессов с ОГ1 для предотвращения нарушения динамической устойчивости

Отмечая возможность повышения устойчивости отключением части генераторов, необходимо заметить, что все же применение этого мероприятия менее желательно, чем других мероприятий. Отключение генераторов приводит к снижению передаваемой мощности в ПАР и необходимости синхронизировать и набирать мощность на отключенных машинах.

Выводы

Для сохранения динамической устойчивости Рогунский ГЭС при загрузке электростанции близкой к пределу по статической устойчивости надо применять ОГ. При этом отключение даже одного генератора обеспечивает предельные значения по динамической устойчивости, соответствующие максимально возможной загрузке генераторов по условиям статической устойчивости.

Литература

1. Касобов Л.С. Предотвращение нарушения устойчивости режима энергосистемы с преобладанием гидрогенерации (на примере энергосистемы Таджикистана): дис....канд.тех.наук: 05.14.02 / НГТУ. Новосибирск, 2009. 178 с.

ТАҲЛИЛ ВА ТАДБИРҲОИ БАЛАНД БАРДОШТАНИ УСТУВОРИИ ДИНАМИКИИ СИСТЕМАИ ЭНЕРГЕТИКИИ РУШДКУНАНДАИ ТОҶИКИСТОН

Д.Х. Давлатов

Аннотатсия: Дар ин мақола масъалаҳои равандҳои гузаранда дар системаҳои энергетикӣ барқ, устувории динамикӣ система ва усулҳои техникӣ тақмилдиҳии он дар ЭПС баррасӣ мешаванд.

Калидвожаҳо: устувории динамикӣ, равандҳои муваққатӣ, усулҳои техникӣ беҳтар кардани шароити устувории динамикӣ.

ANALYSIS AND MEASURES TO INCREASE THE DYNAMIC STABILITY OF THE DEVELOPING ENERGY SYSTEM OF TAJIKISTAN

D. Kh. Davlatov

Annotation: This article discusses the issues of transient processes in electric power systems, the dynamic stability of the system, and its technical ways to improve in the EPS.

Key words: dynamic stability, transient processes, technical methods for improving the conditions of dynamic stability.

Маълумот оид ба муаллифон:

1. Давлатов Дустмурод Холович – магистранти курси 2-юми кафедраи нуругоҳҳои электрикӣ ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ.

ФОТОЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ ЭФФЕКТ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ АНТИМОНИДОВ КАДМИЯ И ЦИНКА

М. Сайдуллаева., З.Н. Ёдалиева

(ТТУ имени акад. М.С. Осими, г. Душанбе, Республика Таджикистан)

Аннотация: В данной работе приводятся результаты экспериментального и теоретического исследования фотоэффекта, эффекта Холла и фото-электромагнитный эффект полупроводниковых соединений антимолибдов кадмия и цинка.

Ключевые слова: Фотоэффект, эффект Холла, туннельный эффект, магнито-резистивный эффект, диффундирующие электроны, диффундирующие дырки

Развитие современной технике предъявляет все возрастающие требования к разнообразию, уровню и качеству свойств изделий из полупроводниковых соединений CdSb, ZnSb, CdSb₂, Cd₃Sb₂ и системы CdSb-NiSb, CdSb-NiSb₂, CdAs₂-Zn₃As₂ и т.д.

Для полупроводниковых соединений наряду с эффектами Холла, Ганна, Дембера имеется магнито-резистивный эффект, туннельный эффект, внутренний и внешний фотоэффект, эффект поля и т.д. В настоящей работе рассматривается «Фотоэлектромагнитный эффект для антимолибда кадмия и цинка»

Фотоэлектромагнитный эффект

Если в полупроводник, освещенный сильно поглощаемым светом, поместить в магнитное поле, перпендикулярное направлению диффузии носителей заряда, то в нем возникает поперечная ЭДС (рис.1). Это явление называют фотоэлектромагнитным эффектом (ФЭМ-эффектом).

На диффундирующие электроны и дырки, созданные светом в магнитном поле, действует сила Лоренца, отклоняющая их в направлении магнитного поля. При этом потоки электронов и дырок отклоняются в разные стороны. Вследствие этого у противоположных сторон образца, как это представлено на рис 2, скапливаются заряды противоположного знака и возникает электрическое поле, а следовательно, возникает напряжение U_y ФЭМ-эффекта.

Накопление зарядов и возрастание ЭДС будут продолжаться до тех пор, пока ток проводимости, обусловленный возникшим электрическим полем, не скомпенсирует магнитно-диффузионный ток.

Определение U_y и тока короткого замыкания проведем для полупроводника, у которого скорость поверхностной рекомбинации мала, а поглощение света происходит в приповерхностном слое образца с образованием электронно - дырочных пар.

В случае слабого магнитного поля ($\mu B \ll 1$) углы Холла для электронов φ_n и для дырок φ_p согласно угол Холла $\varphi_n = R_n \sigma_n B = \mu_n B$ запишутся в виду

$$\varphi_n = \mu_n^{(H)} - B \quad (1)$$

$$\varphi_p = \mu_p^{(H)} - B \quad (2)$$

Где $\mu_n^{(H)}$ и $\mu_p^{(H)}$ - холловские подвижности электрона и дырок .Они связаны с дрейфовым подвижностями соотношениями $\mu_n^{(H)} = r \mu_n \mu_p^{(H)} = r \mu_p$, где r -холл- фактор , зависящий от механизма рассеяния.

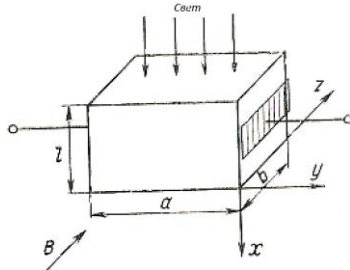


Рисунок 1 – Образец для измерения фотоэлектромагнитного эффекта.

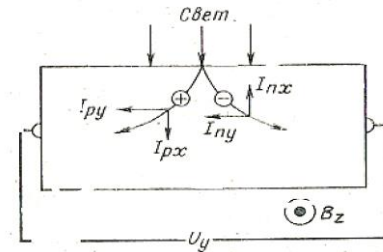


Рисунок 2 – Возникновение напряжения U_y при фотоэлектромагнитного эффекте.

Если J_{nx} и J_{px} есть плотности диффузионных токов в направлении оси x , то согласно рис 2 они равны

$$J_{ny} = J_{nx} \tan \varphi_n = -r \mu_n B J_{nx} \quad (3)$$

$$J_{py} = J_{px} \tan \varphi_p = -r \mu_p B J_{px} \quad (4)$$

Плотность полного диффузного тока составит:

$$J_y = J_{ny} + J_{py} = -r B (\mu_p J_{px} + \mu_n J_{nx}) \quad (5)$$

Если в полупроводнике нет ловушек, то $\Delta n = \Delta p$. С учётом этого диффузионные токи запишется в виде.

$$J_{px} = -J_{nx} = -eD \frac{d\Delta n}{dx} \quad (6)$$

где D - коэффициент амбиполярной диффузии. Поставляя (6) в (5), получаем:

$$J_y = -erDB(\mu_n + \mu_p) \frac{d\Delta n}{dx} \quad (7)$$

Для того чтобы найти плотность тока короткого замыкания во внешней цепи $J_{к.з}$, необходимо подсчитать плотность суммарного диффузионного тока, текущего через всю боковую поверхность (сечение образца в плоскости xz). Если D считать величиной постоянной, а b - размером образца по оси z , то

$$J_{к.з} = \int_0^l J_y b = erBD(\mu_n + \mu_p) b \int_0^l d\Delta n_* = erDB(\mu_n + \mu_p) b [\Delta n(0) - \Delta n(l)] \quad (8)$$

В стационарном состоянии полный ток через все сечение образца в плоскости xz равен нулю, т.е. ток короткого замыкания равен полному току проводимости, который определяется напряжением ФЭМ- эффекта $U_{фэм}$ и полной проводимостью образца σ :

$$J = U_{фэм} = J_{к.з} \quad (9)$$

Поскольку полная проводимость образца

$$\sigma = \frac{bl}{a} \sigma_0 + \frac{b}{a} \int_0^l \Delta \sigma dx = \frac{bl}{a} \sigma_0 + \frac{eb}{a} (\mu_n + \mu_p) b \int_0^l \Delta n dx \quad (10)$$

где a размер образца по оси y ; σ_0 - проводимость в темноте, то полная величина фото-ЭДС составляет:

$$U_{фэм} = \frac{J_{к.з}}{\sigma} = \frac{eraDB(\mu_n + \mu_p)[\Delta n(0) - \Delta n(l)]}{l} \cdot l \sigma_0 + e(\mu_n + \mu_p) \int_0^l \Delta n dx \quad (11)$$

Следовательно, напряжение фотоэлектромагнитного эффекта пропорционально индукции магнитного поля и зависит от концентрации неравновесных носителей заряда на противоположных сторонах образца. Если генерация носителей заряда происходит вблизи освещенной поверхности образца, то их концентрация из-за диффузии вдоль оси x изменяется по закону

$$\Delta n = \Delta n(0) e^{-x/L} \quad (12)$$

В том случае если толщина l значительно превосходит диффузную длину L , т.е. $l \gg L$, то $\Delta n(l) = 0$,

а

$$\int_0^l \Delta n dx = \Delta n(0) \int_0^l e^{-x/L} dx = \Delta n(0)L \quad (13)$$

Следовательно

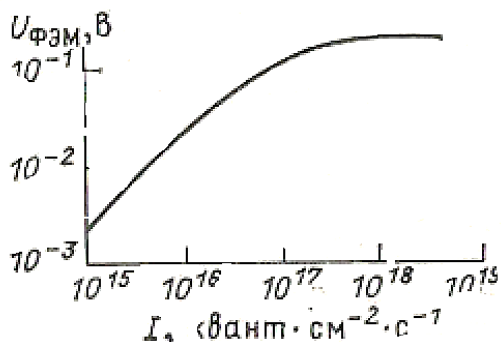
$$U_{фэм} = \frac{eraDB(\mu_n + \mu_p)\Delta n(0)}{l\sigma_0 + e(\mu_n + \mu_p)\Delta n(0)L} \quad (14)$$

При высоком уровне возбуждения, когда $\Delta n \gg (n_0 + p_0)$ в (14) можно пренебречь членом $l\sigma_0$, а поэтому

$$U_{фэм} = raDB/L \quad (15)$$

При низком уровне возбуждения, когда $\Delta n \ll (n_0 + p_0)$ знаменателе выражения (14) можно пренебречь вторым слагаемым. В результате получим:

$$U_{фэм} = eraDB(\mu_n + \mu_p) \frac{\Delta n(0)}{l\sigma_0} \quad (16)$$



Риснок 3 – Зависимость фотомангнитной ЭДС от интенсивности освещения для антимоида кадмия

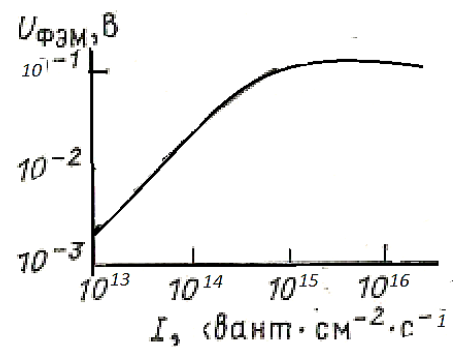


Рисунок 4 – Зависимость фотомангнитной ЭДС от интенсивности освещения для антимоида цинка

Если скорость поверхностной рекомбинации пренебрежимо мала, то полное число неравновесных носителей заряда в образце, приходящихся на единицу освещенной

поверхности, определяется квантом выходом β , интенсивностью света I и времени жизни носителей заряда τ . Следовательно, учитывая (13) можно написать:

$$\int_0^l \Delta n dx = \beta \tau \frac{1}{h\nu} = \Delta n(0)L \quad (17)$$

Откуда

$$\Delta n(0) = \frac{\beta \tau I}{h\nu L} = \frac{\beta LI}{h\nu D} \quad (18)$$

Поставляя (18) в (16), получаем:

$$U_{\text{ФЭМ}} = e r a B (\mu_n + \mu_p) \beta L \frac{I}{h\nu l \sigma_0} \quad (19)$$

Из анализа (15) и (19) следует что напряжение ФЭМ –эффекта при малом уровне возбуждения пропорционально интенсивности света, а с ростом уровня освещения стремится к насыщению (рис. 3 и 4).

Литература

1. Амброзьяк А. Конструкция и технология полупроводниковых фотоэлектрических приборов. М.:1970. 392 стр. 39
2. Берман Л.С. Новые радиотехнические полупроводниковые приборы. Л.: Наука, 1972. 104 стр
3. Гаврилов Р.А., Скворцов А.М. Технология производства полупроводниковых приборов. Л.: «Энергия», 1968. - 240 стр.
4. Курносоев А.И., Юдин В.В. Технология и оборудование производства полупроводниковых приборов. М.: Высшая школа, 1986.— 368 с.
5. Маслов А.А. Электронные полупроводниковые приборы. М.: Энергия, 1967. 400 стр.
6. Полупроводники в науке и технике, т. 1. Под ред. Акад. А Ф Иоффе, Изд-во АН СССР, 1956. – 71 стр.
7. Федотов Я. Х Основы физики полупроводниковых приборов. М.:1969.483стр.

ЭФФЕКТИ ФОТОЭЛЕКТРОМАГНИТИИ ПАЙВАСТАГИҲОИ НИМНОҚИЛҲОИ АНТИМОНИДҲОИ КАДМИЙ ВА РУҶ

М. Сайдуллоева., З.Н. Ёдалиева

Аннотатсия: Дар мақолаи маскур натиҷаҳои таҷрибавӣ ва назариявии фотоэффект, эффекти Холла, эффекти электронҳои ҷавфию диффузионӣ инчунин эффекти фотоэлектромагнети магнетирезистивӣ, пайвастигиҳои нимноқилҳои антимонидҳои кадмий ва руҳ оварда шудаанд.

Калидвожаҳо: эффекти фотоэффектӣ, эффекти Холл, эффекти туннелӣ, эффекти магнитӣ-муковимат, электронҳои диффузӣ, сӯрохиҳои диффузӣ

PEM EFFECT OF COMPOUND SEMICONDUCTORS OF CADMIUM ANTIMONIDE AND ZINC

M. Saidullaeva, Z.N. Yadalieva

Annotation: This work contains the conduct of the results of observational and theoretical research of the photoelectric effect, the Hall effect and "PEM-effect" of compound semiconductors of cadmium antimonide and zinc

The key words: photoelectric effect, the Hall effect, tunneling effect, Magneto-resistive effect, diffusion of electrons and holes.

Сведения об авторов

1. Сайдуллаева Муътабар – 1937г.р., окончила ЛГПИ имени С.М. Кирова (1959), кандидат химических наук, и.о. профессор кафедры «Физика» ТТУ им. акад. М.С. Осими, автор имеет свыше 160 научных трудов, область научных интересов – физика полупроводников и диэлектриков, теплофизика, термодинамика, физическая химия

2. Ёдалиева Зулфия Нуралиевна-1971г.р., окончила ТГУ им. В.И. Ленина, (1995) кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры «Физика» ТТУ им. академика М.С. Осими, автор имеет свыше 42 научных работ, область научных интересов теплофизика, термодинамика, нано-технология, физика полупроводников и диэлектриков.

ТЕПЛООБМЕН В ПЛОСКОМ СОЛНЕЧНОМ КОЛЛЕКТОРЕ

Дж. А. Зарипов

(ТТУ имени акад. М.С. Осими, г. Душанбе, Республика Таджикистан)

Анотация: В энергетической отрасли Таджикистана помимо гидроэнергетических ресурсов, имеются возможности использования других источников энергии. В том числе солнечная энергия, ветер, биогаз и т.д.

Ключевые слова: Коллектор, время, температура, теплообмен.

Дар саноати энергетикаи Тоҷикистон ғайр аз захираҳои гидроэнергетикӣ, имконияти манбаҳои дигари энергетикӣ мавҷуд аст. Аз ҷумла, нерӯи офтоб, шамол, биогаз. Тоҷикистан полностью расположен в солнечной зоне и имеет массу возможностей использования солнечной энергии. Годовая продолжительность солнечного сияния от 2100 до 3170 часов, интенсивность солнечного света до 1 кВт/м² и более.

Будущие вопросы: исследования плоских солнечных коллекторов (ПСК) (рис. 1). Геометрическая форма плоского коллектора имеет широкий канал теплопередачи. Он окружен прозрачным стеклом со стороны Солнца и покрыт теплоизоляционными материалами [1, 2].

Для определения температурного поля прибор оснащен распределительными трубками, определяющими теплообмен в процессе работы. Он имеет два направления теплопередачи, т.е. входное и выходное, которые решаются уравнением теплопередачи [2].

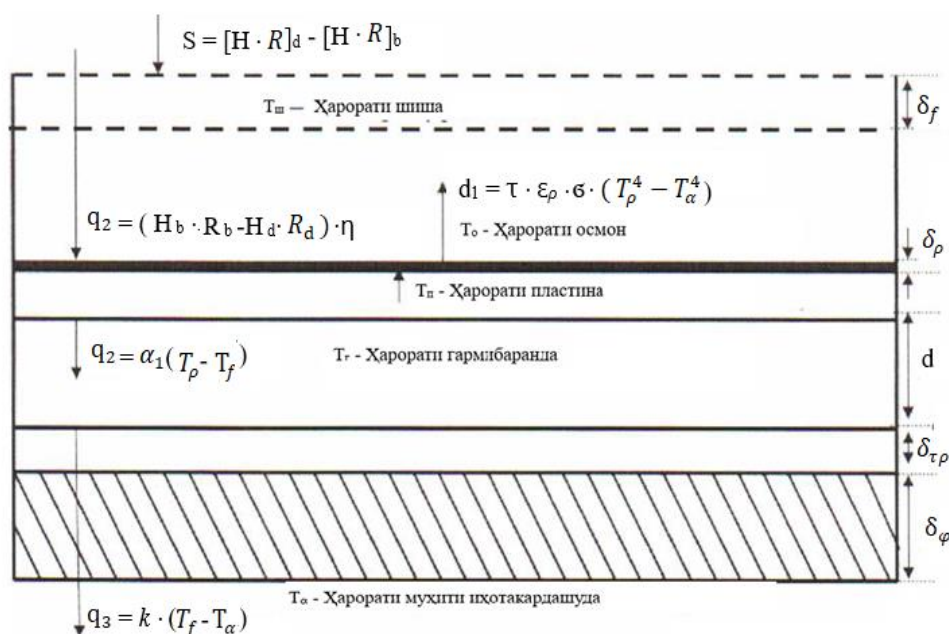


Рисунок 1 – Схема теплообмена в плоском солнечном коллекторе (ПСК) [2]

Интенсивность теплообмена конвективным методом характеризуется коэффициентом теплоотдачи α , который определяется законом Ньютона-Рихмана:

$$Q = \alpha(T_c - T_{ж}) \cdot S \quad (1)$$

Согласно этому закону выражение (1) теплового потока пропорционально разности температур стенки и жидкости ($T_c - T_{ж}$) и уровню теплоотдачи S , пропорциональна.

Для решения определена граница теплопередачи за счет конвекции и излучения.

Уравнение Стефана-Больцмана используется для определения теплоотдачи излученным методом.

При использовании математической модели ПСК с распределением описательных параметров она определяется следующими уравнениями [2]

По распределению температуры на пластинах:

$$\lambda_p \frac{\partial^2 p}{\partial x^2} - \alpha(T_p - T_s) + (H_b \cdot R_b + H_d \cdot R_b) \cdot \eta_{(\tau d)} = 0 \quad (2)$$

где λ_p – коэффициент теплоотдачи пластины:

Для распределения температуры через стекло уравнение имеет следующий вид:

$$\lambda_c \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} - \alpha(T_c - T_a) - \tau \cdot \epsilon_p \cdot \sigma \cdot (T_p^4 - T_s^4) + (H_b \cdot R_b + H_d \cdot R_b) \cdot h_{(\tau a)} = 0 \quad (3)$$

Падение солнечных лучей на поверхность Земли определяется в зависимости от температуры. Если сплошная линия на графике является границей, то падение лучей в зависимости от угла определяется по таблице 1. и рис. 3 [2].

При проведении эксперимента заносим его результат в таблицу 1.

Результаты экспериментов и расчет солнечной энергии, падающей из горизонтальной плоскости на поверхность коллектора на широтах 30°, 45°, 60°, 75° и 90° в зависимости от времени

Таблица 1. Результаты экспериментов и расчет солнечной энергии

Время	Угол относительно горизонта β , град				
	30 0С	45 0С	60 0С	75 0С	90 0С
20	3	5	9	13	19
40	6	8	11	14	23
60	8	12	17	20	26
80	12	15	20	24	29

Для доказательства этих утверждений решаем значения таблицы 1, то есть результаты эксперимента и расчета солнечной энергии от горизонтальной плоскости до поверхности коллектора на широтах 30°, 45°, 60° и 75° в зависимости от времени в программе Excel и результаты покажем на рисунке 3. [1, 2].

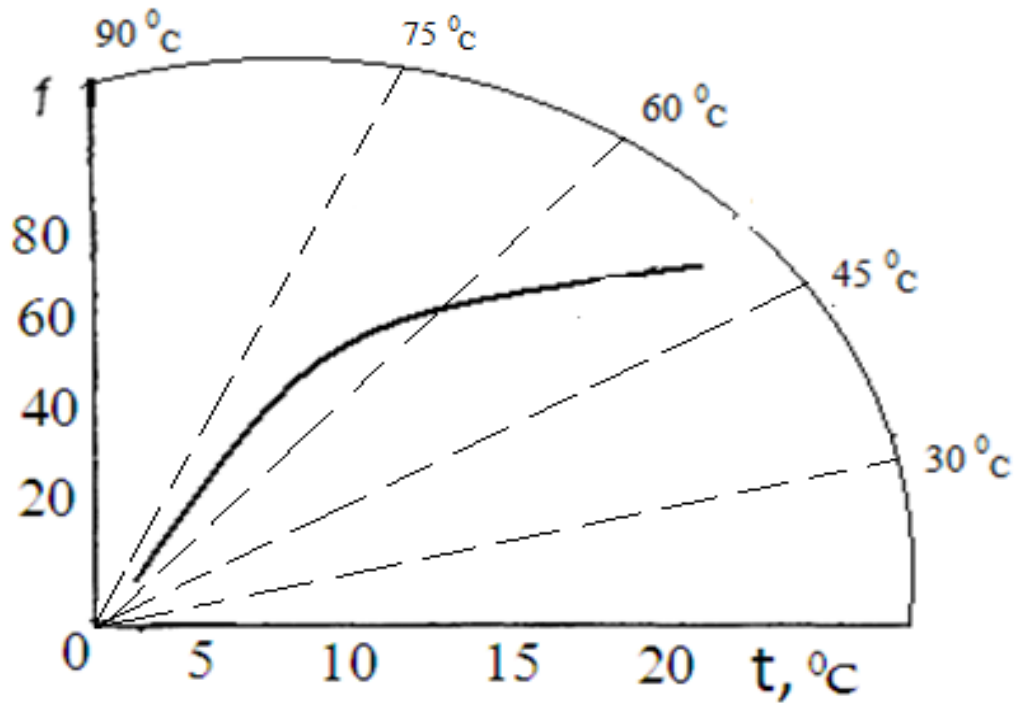


Рисунок 2 – График изменения температуры горячей воды в зависимости от времени [1, 2]

Как видно из рисунка 2, с увеличением температуры воды в плоском солнечном коллекторе прямые увеличиваются со временем по отношению к горизонтальным углам. Этот тип солнечного коллектора создан на кафедре теплотехники и энергетики. Точный результат зависимости f от θ представлен на рисунках 3. На этом рисунке показаны солнечные системы отопления и горячего водоснабжения.

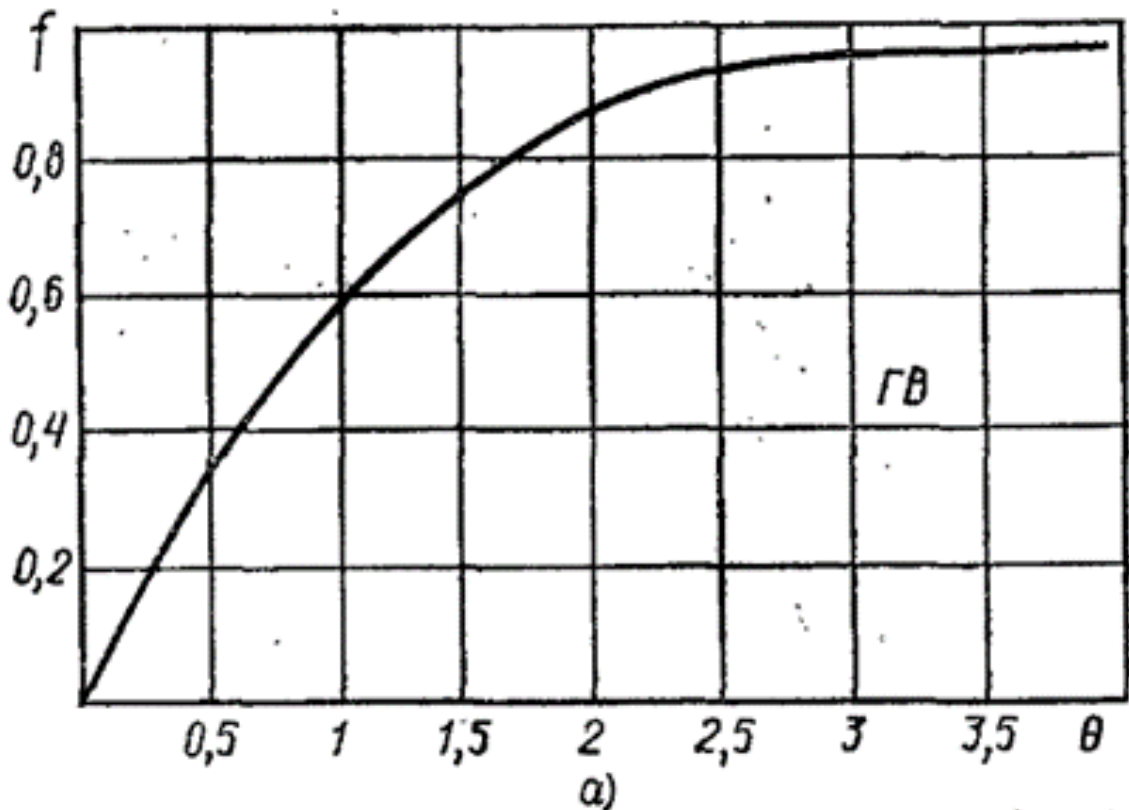


Рисунок 2 – График примерного расчета систем активного горячего водоснабжения [2].

Заклучение

Рекомендуются примерные значения коэффициента пересчета количества солнечной энергии из горизонтальных плоскостей на поверхности ПСК и с углом наклона β к горизонту: $R = 1,4$ для солнечной системы отопления ($\beta = \varphi + 150$); $R = 1,05$ для сезонной системы горячего водоснабжения ($\beta = \varphi - 15^\circ$) и $R = 1,1$ для годовой практической системы ($\beta = \varphi$). Для солнечных систем обогреватель, показанный на рисунке 3, рекомендуется использовать только в течение одного месяца.

Литература

1. Даффи Д. А. Тепловые процессы с использованием солнечной энергии: пер. с англ. / Дж. А. Даффи, У. А. Бекман. - М.: Мир, 1977г.

2. Рахматулина, Л. И. К вопросу эффективности использования солнечной энергии в климатических условиях Сибири / Л. И. Рахматулина, Л. И. Моло-дѣжникова, О. В. Порутчикова // Т. 2.-, 2001г

МУБОДИЛАИ ГАРМӢ ДАР КОЛЛЕКТОРИ ОФТОБИИ ҲАМВОР

Ҷ. А. Зарипов

Аннотатсия: Дар саноати энергетикаи Тоҷикистон ғайр аз захираҳои гидроэнергетикӣ, имконияти манбаҳои дигари энергетикӣ мавҷуд аст. Аз ҷумла, нерӯи офтоб, шамол, биогаз ва ғ.

Калидвожаҳо: Коллектор, вақт, ҳарорат, мубодилаи гармӣ.

MUBODILAI GARMADAR COLLECTORY OFTOBII HAMVOR

H. A. Zaripov

Abstract: Dar sanoati energikai Tojikiston gair az zakhirakhoi hydropower, imkoniyati manbakhoi digari energiki mavhud ast. Az ҷумла, нерӯи oftob, shamol, biogas va ғ.

Kalidvozhaho: Collector, vakt, harorat, mubodilai garmi

Маълумот оиди муаллиф:

1. Зарипов Ҷамшед Абдусаломович - номзади илмҳои техникӣ, дотсенти кафедраи “Техника ва энергетикаи гармо”-и ДТТ ба номи ак. М.С. Осимӣ.

Маълумоти шахсӣ: jz – 1972 @mail.ru. тел. 919623326,

КОЭФФИЦИЕНТИ АДСОРБСИЯИ ОҲАКИ НОШУКУФТА ВОБАСТА АЗ ВАҚТИ НАМНОККУНӢ ВА ҲАРОРАТ

Ҷ.А. Зарипов

(ТТУ имени акад. М.С. Осими, г. Душанбе, Республика Таджикистан)

Аннотатсия: Дар кори мазкур натиҷаи тадқиқоти коэффитсиенти адсорбсияи оҳаки ношукуфтаи кони Чаманзори ноҳияи Ёвон вобаста ба вақти намноккунӣ ва ҳарорат инъикос ёфтааст. Дар натиҷаи коркарди маълумоти таҷрибавӣ муодилаи эмпирикӣ пешниҳод карда шудааст.

Калидвожаҳо: адсорбсия, оҳак, намнокӣ, вақт, ҳарорат.

Барои ченкунии коэффисиенти адсорбсияи оҳаки ношукуфтаи деҳаи Чаманзори н. Ёвон дар ҳароратҳои аз 304 то 339К тадқиқот гузаронида чунин натиҷагирӣ карда шуд (ҷадвали 1).

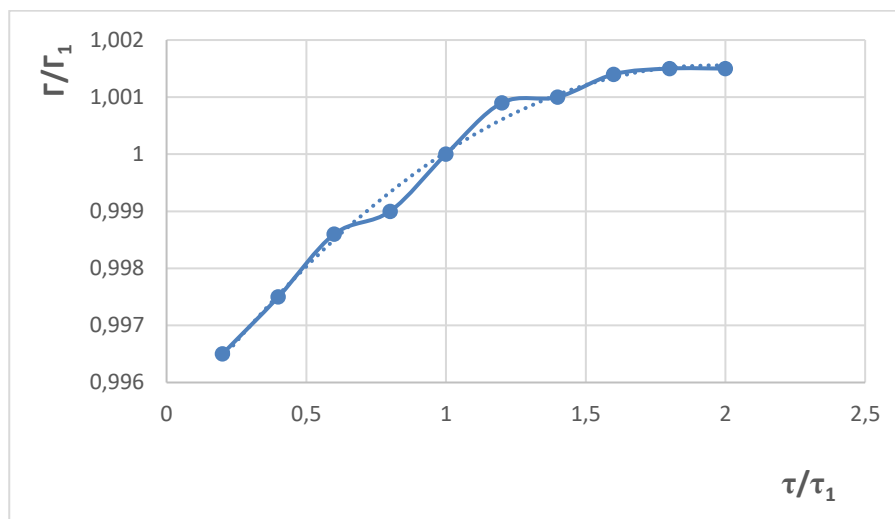
Муодилаи коэффисиенти адсорбсияи маводи тадқиқотӣ вобаста ба ҳарорат намуди зеринро дорад:

$$\frac{\Gamma}{\Gamma_1} = -0,002\left(\frac{t}{t_1}\right)^2 + 0,006\left(\frac{\tau}{\tau_1}\right) + 0,9. \quad (1)$$

Барои коркарди маълумоти таҷрибавӣ бо афзоиши ҳарорат вобастагии функционалӣ ифодаи зерин истифода бурда мешавад [2]:

$$\Gamma_1 = f(T), \quad (2)$$

дар ин ҷо: Γ_1 – коэффисиенти адсорбсияи моддаи тадқиқотӣ ($\Gamma_1 \cdot 10^{-3}$ мол/кг) дар ҳароратҳои гуногун (T, K). Иҷрошавии ифодаи (2) дар ҷадвали 2 ва расми 2 оварда шудааст.



Расми 1. Вобастагии коэффисиенти нисбии адсорбсия (Γ/Γ_1)-и хока аз вақти нисбии намнокунӣ (τ/τ_1)

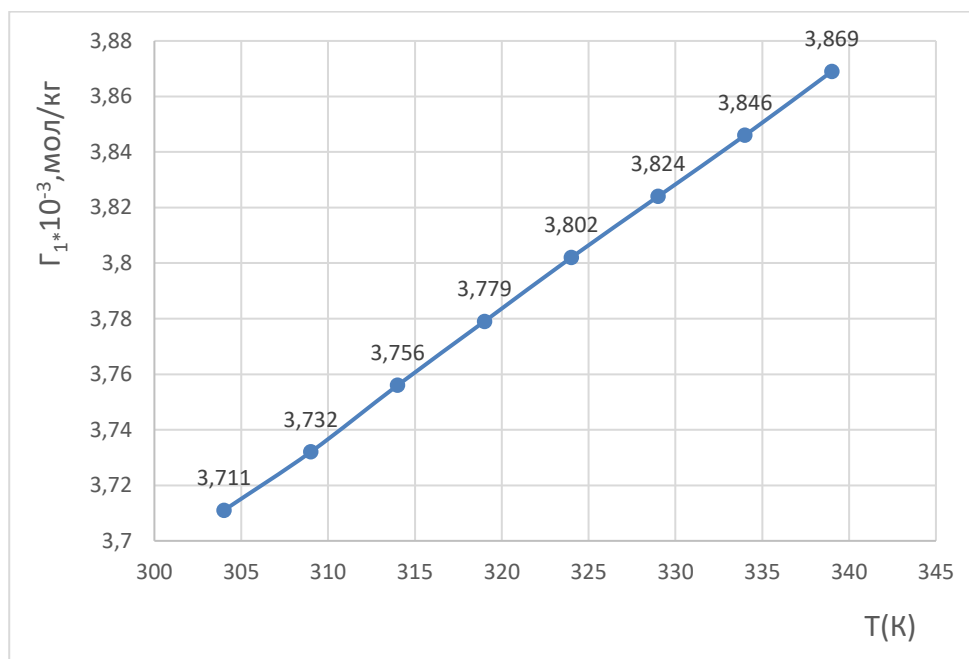
Ҷадвали 1. Коэффитсиенти адсорбсияи оҳак вобаста ба вақти намнокунӣ ва ҳарорат [4].

t, дақ. / T, K	304	309	314	319	324	329	334	339
1	3,701	3,719	3,742	3,769	3,789	3,811	3,832	3,859
2	3,704	3,723	3,744	3,774	3,795	3,816	3,837	3,864
3	3,707	3,725	3,749	3,776	3,796	3,817	3,839	3,865
4	3,709	3,729	3,752	3,778	3,799	3,821	3,843	3,868
5	3,711	3,732	3,756	3,779	3,802	3,824	3,846	3,869
6	3,713	3,733	3,759	3,781	3,803	3,825	3,849	3,871
7	3,715	3,735	3,762	3,783	3,805	3,827	3,853	3,872
8	3,717	3,738	3,763	3,785	3,806	3,828	3,854	3,873
9	3,718	3,739	3,765	3,788	3,808	3,829	3,855	3,873
10	3,718	3,739	3,765	3,788	3,808	3,829	3,855	3,873

Вобастагии коэффисиенти адсорбсияи нисбии оҳаки ношукуфта аз вақти нисбӣ дар расми 1 оварда шудааст [1].

Ҷадвали 2. Вобастагии Γ_1 аз ҳарорат ҳангоми намноккунии оҳаки кони Чаманзори ноҳияи Ёвон

T, K	304	309	314	319	324	329	334	339
$\Gamma_1 \cdot 10^{-3}$, мол/кг	3,711	3,732	3,756	3,779	3,802	3,824	3,846	3,869



Расми 2. Вобастагии Γ1 аз ҳарорати T, K барои хокаи кони Чаманзори ноҳияи Ёвон (Ҷумҳурии Тоҷикистон).

Аз расми 2 маълум аст, ки зиёдшавии массаи объект аз ҳарорати буғи об вобастагӣ дорад [4].

$$\Gamma_1 = -2 \cdot 10^{-6} T^2 + 0,0056 T + 2,1611, \text{ мол/кг} \quad (3)$$

Аз муодилаи (1) бо назардошти ифодаи (3) ҳосил мекунем:

$$\Gamma = \left[-0,002 \left(\frac{t}{t_1} \right)^2 + 0,006 \left(\frac{t}{t_1} \right) + 0,995 \right] \cdot (-2 \cdot 10^{-6} T^2 + 0,0056 T + 2,1611), \text{ мол/кг} \quad (4)$$

Хулоса

1. Қиматҳои ба дастовардашуда аз руи коэффисиенти адсорбсия вобаста ба вақти намноккунӣ дар ҳароратҳои гуногун (304-339К) тадқиқ карда шуда муодилаи эмпирикӣ пешниҳод карда шуд.

2. Ҳисобкунӣҳо нишон доданд, ки бо ёрии муодилаҳои апроксиматсионии пешниҳодшуда бо дараҷаи боварии 95% коэффисиенти адсорбсияи оҳаки ношукуфтаре дар ҳароратҳои гуногун бо хатогии камтар аз 2% муайян кардан мумкин аст.

Адабиётҳо

1. Сафаров М.М., Зарипова М.А., Назруллоев А.С. и др / Влияние наноструктурных частиц на изменение термодинамических и адсорбционных свойств на линии увлажнения. Тезиси докладов 10-го Всероссийского симпозиума с международным участием. ФТИ имени А.Ф.Иоффе, РАН-Санкт Петербург, 2015.-С.42.

2. Сухорученко С.К., / Денудационные процессы нуммулитового известняка центральной части Крымских пород в районе г. Симферополя. Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия: География. 2010.Т.23 (62).№.1.-С.78

3. Кутателадзе О.С., Гогонин И.И., Григорьева, Н.И. / Анализ теоретических и экспериментальных результатов по теплообмену при пленочной конденсации неподвижного пара на вертикальной поверхности. Кипение и конденсация. Рига, 1984, -С.97-108.

4. Орехов И.И., Тимофеевский Л.С., Караван С.В. / "Абсорбционные преобразователи теплоты", Химия, Ленинград, 1989. -С.90-110.

ЗАВИСИМОСТЬ КОЭФФИЦИЕНТА АДСОРБЦИИ ИЗВЕСТИ ОТ ВРЕМЕНИ И ТЕМПЕРАТУРЕ

Ҷ.А.Зарипов

Аннотация. В данной работе отражены результаты исследования коэффициента адсорбции извести Чаманзор Яванского района в зависимости от времени увлажнения и температуры. В результате обработки данных предложено эмпирическое уравнение.

Ключевые слова: адсорбция, известь, влажность, время, температура.

DEPENDENCE OF LIME ADSORPTION COEFFICIENT ON TIME AND TEMPERATURE

Zaripov J.A.

Annotation. This paper presents the result of a study of the adsorption coefficient of lime in the Chamanzor Yavan region depending on time and temperature. Also in this work, the results of empirical equations are obtained.

Key words: adsorption, lime. temperature, humidity, time.

Маълумот оиди муаллиф:

2. Зарипов Чамшед Абдусаломович - номзади илмҳои техники, дотсенти кафедраи "Техника ва энергетикаи гармо"-и ДТТ ба номи ак. М.С. Осимӣ.

Маълумоти шахсӣ: jz – 1972 @mail.ru. тел. 919623326,

ИМПУЛЬСНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ НА ОСНОВЕ КОЛЬЦЕВОГО ГЕНЕРАТОРА ДЛЯ РАДИОИЗОТОПНОГО ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ

Б.Н. Рахимов, Дж.Б. Аминов

(ТТУ имени академика М.С. Осими, город Душанбе, Республика Таджикистан)

Аннотация. Представлены результаты разработки импульсного преобразователя для радиоизотопного фотоэлектрического источника питания. Рассмотрены функциональная схема и особенности работы преобразователя. В качестве времязадающего элемента устройства использован кольцевой генератор на КМОП-элементах. Проведено сравнительное испытание предложенного преобразователя и преобразователя на TL431. При работе кольцевого генератора от радиоизотопного источника электрического питания с напряжением холостого хода 3,8 В и током короткого замыкания 1,3 мкА выходной ток на нагрузке (светодиод FYLS-3528URC) в импульсе составил 36 мкА. Длительность импульса порядка 1 с, период следования импульсов 30 с.

Ключевые слова: кольцевой генератор, термогенератор, Радиоактивный распад, радиоизотопный источник питания, пьезообразователь.

Применения в различных электрических устройствах источников электрического питания, основанных на использовании энергии радиоактивного распада, термогенераторов и пьезопреобразователей в последнее время становится особенно актуальными [1, 2]. Интерес к ним обусловлен необходимостью значительного увеличения времени автономной работы устройств, которые могут использоваться в нано- и микроэлектронике, медицине, информационных технологиях и в других областях техники. Одной из основных проблем на сегодняшний день является качественное согласование питания источника и потребителя для эффективной работы последнего. Поскольку данные источники имеют на порядки меньшую

мощность, чем необходимо потребителям, применяют импульсные преобразователи. Рабочий цикл импульсного преобразователя заключается в длительном накоплении энергии от источника с последующей разрядкой на нагрузку.

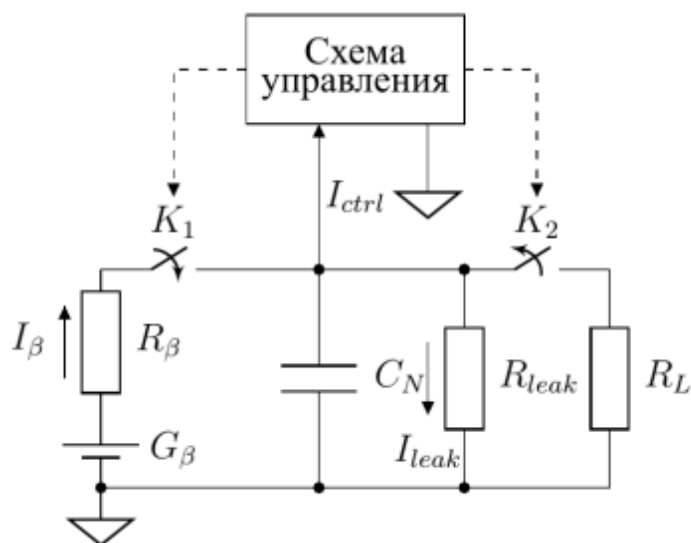


Рисунок 1. Функциональная схема преобразователя

В данной работе проведены исследования импульсного преобразователя на основе кольцевого генератора при совместной работе с радиоизотопным фотоэлектрическим источником электрического питания, имеющем следующие характеристики: напряжение холостого хода 3,8 В и ток короткого замыкания 1,3 мкА [3]. Цель работы — получить в выходном импульсе значения напряжения и тока достаточные для зарядки аккумуляторной батареи или кратковременной работы электронного устройства. Функциональная схема предлагаемого импульсного преобразователя приведена на рис. 1. Работа ее такова. Емкость C_N заряжается от источника G_β через делитель напряжения, образованный внутренним сопротивлением источника R_β и сопротивлением, определяющим ток утечки R_{leak} . Сопротивление изолирующего слоя составляет от 10⁴ Ом фторопластовых, до 25·10⁹ Ом у керамических и полипропиленовых конденсаторов. Внутреннее сопротивление существующего источника составляет от 10⁹ до 10⁷ Ом. Таким образом, напряжение на емкости заведомо будет меньше напряжения источника, даже без учета тока, потребляемого схемой управления I_{ctrl} .

В режиме заряда ключ K_1 замкнут, ключ K_2 разомкнут. Цепь заряда состоит из источника тока и емкости. Для того чтобы емкость начала заряжаться, необходимо выполнить следующее условие:

$$I_\beta > I_{leak} + I_{ctrl} \quad (1)$$

В режиме разряда ключ K_1 разомкнут, а ключ K_2 замкнут. Емкость разряжается через нагрузку R_L . Так как сопротивление R_β достаточно велико и $R_L > 0$, следовательно, режим короткого замыкания для данного источника тока является безопасным, и ключ K_1 можно исключить. Ключ K_2 должен включаться при достижении верхнего порогового уровня и отключаться, когда конденсатор разрядится, то есть обладать гистерезисом. Особенностью работы импульсного преобразователя является то, что активные элементы переходят в рабочий режим по мере увеличения напряжения на накопительном конденсаторе. При этом в процессе заряда C_N некоторые активные элементы переходят в линейный режим, и ток потребления I_{ctrl} (1) возрастает. При выполнении условия $I_\beta \geq I_{leak} + I_{ctrl}$ заряд C_N

прекращается. Было предложено выполнить пороговое устройство и ключ импульсного преобразователя на цифровых КМОП-элементах. Анализ характеристик микросхем КМОП-логики с низким потреблением (CD40xx) в статическом режиме показал, что функциональное устройство (например, RS- или D-триггер), выполненное на логических элементах, потребляет меньший ток, чем аналогичный узел, выполненный на полнофункциональной интегральной микросхеме [4, 5].

В качестве базового устройства преобразователя использован кольцевой генератор (КГ). КГ состоит из нечетного количества инверторов, соединенных последовательно и замкнутых в петлю, или четного/нечетного количества дифференциальных или псевдодифференциальных управляемых элементов задержки, соединенных в кольцо так, что образуется общая отрицательная обратная связь по постоянному току. В результе в генерирующем кольце происходит постоянное переключение, частота f которого определяется количеством элементов в кольце n и задержкой распространения сигнала переключения каждого из них t_i . Сигнал переключения должен дважды пройти через кольцо, чтобы выработался один период частоты: $f = 1/(2nt_i)$ [6]. Мощность, потребляемая КГ, определяется потерями при переключении, когда входное напряжение находится вблизи порогового напряжения V_{th} . Для КМОП-элементов V_{th} соответствует половине напряжения питания V_{DD} . В [7] предложена топология КМОП-элемента, обеспечивающего малый ток в линейном режиме, и схема кольцевого импульсного генератора со сверхнизким потреблением (1нВт на частоте 1,75 кГц) на основе КГ. Кроме этого, потребляемая мощность зависит от паразитной емкости C_{out} на выходе инвертора [8]:

$$P_c = n \cdot \frac{C_{out} \cdot V^2 \cdot DD}{T} \quad (2)$$

где $T = 1/f$. Из (2) следует, что для снижения потребляемой мощности необходимо уменьшить количество инверторов до минимального, снизить частоту генерации и напряжение питания. Минимальное количество инверторов, необходимое для построения КГ, равно трем. Напряжение питания определяется спецификой преобразователя — по мере заряда накопительной емкости V_{DD} изменяется от 0 до некоторого порогового значения, при котором выполняются условия для самовозбуждения КГ. Значение порогового напряжения питания зависит от технологии изготовления и находится в диапазоне от 1,2 до 1,8 В [9, 10]. Снижение частоты генерации достигается увеличением времени задержки в каждом элементе КГ. Для этого после каждого инвертора вводится RC-цепочка. Как правило, значение сопротивления цепочки составляет сотни кОм, что намного больше сопротивления открытого P- или N-МОП транзистора инвертора. Значение установленной емкости также больше паразитной емкости C_{out} . Таким образом, значение частоты генерации будет определяться параметрами RC-цепи [11]:

$$f = \frac{1}{2nRC \cdot \ln 2} \quad (3)$$

Вариант схемы импульсного преобразователя приведен на рис. 2. Генератор построен на трех инвертирующих элементах с интегрирующими RC-цепочками. На элементах DD1.3, RC, DD1.4 и RS CS построен формирователь выходных импульсов. Нагрузка RL подключается к входу питания микросхемы (вывод 14) и выходу DD1.4. После подключения источника G_{β} начинается зарядка накопительного конденсатора CN. В силу изложенных выше причин (высокое внутреннее сопротивление источника), постоянная времени заряда CN намного больше τRC , до перехода в активный режим и выполнения условий для самовозбуждения

генератора на выходе DD1.4 присутствует высокий уровень, обусловленный противофазными сигналами на входах DD1.4, и ток через RL отсутствует.

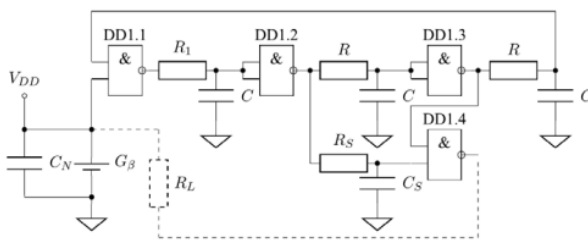


Рисунок 2. Схема импульсного преобразователя

Кольцевой генератор запускается после достижения на накопительном конденсаторе напряжения, равного 1,57 В (экспериментальные данные). Для сравнения с предложенным устройством собран импульсный преобразователь на микросхеме TL431, которая представляет собой стабилитрон с низким током потребления в выключенном состоянии и малым (0,2 Ом) выходным сопротивлением в открытом состоянии. Микросхема содержит источник опорного напряжения, компаратор и ключ. Пороговое напряжение задается с помощью резистивного делителя на входе REF. При подключении входа REF к катоду пороговое напряжение равно 2,5 В. Схема импульсного преобразователя на TL431 приведена на рис. 3. Емкость C заряжается от источника $G\beta$, при этом напряжение на VD увеличивается. Сопротивлением нагрузки в процессе заряда можно пренебречь, так как RL намного меньше сопротивления VD в закрытом состоянии. При превышении порогового напряжения VD открывается, и конденсатор разряжается через сопротивление нагрузки. Для увеличения гистерезиса между катодом и входом REF вводится отрицательная обратная связь (резистор RBR), при этом пороговое напряжение незначительно увеличивается.

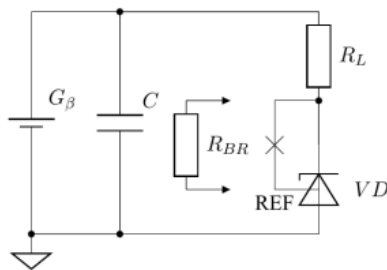


Рисунок 3. Схема импульсного преобразователя на TL431

На рис. 4 приведены экспериментальные вольтамперные характеристики преобразователя на TL431 и преобразователя на кольцевом генераторе на КМОП-элементах без нагрузки от 0 В до порогового напряжения. Преобразователь на TL431 имеет протяженный участок от 1 до 2,6 В, на котором ток потребления значительно возрастает, что делает его малоэффективным для решения поставленной задачи. В случае преобразователя на КГ ток потребления до перехода в режим генерации изменяется от 80 нА до 400 нА.

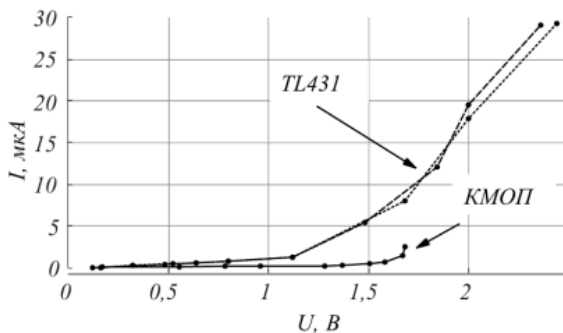


Рисунок 4. ВАХ преобразователей на TL431 и КМОП-элементах

Заклучение

Работоспособность устройства на основе КГ была проверена совместно с радиоизотопным фотоэлектрическим источником питания с длительным сроком службы [3]. В качестве нагрузки использовался светодиод FYLS3528URC. В момент переключения (в импульсе) ток на нагрузке возрастает до 36 мкА. При этом светодиод начинает излучать. Длительность импульса на светодиоде в рабочем режиме с использованием предложенного преобразователя составляет 1 с, период следования импульсов – 30 с. Таким образом, показана работоспособность импульсного преобразователя на основе КГ и возможность использования его в качестве составного элемента исполнительного устройства для устройств и датчиков со сверхмалым потреблением энергии.

Литература

1. Шостаковский, П. Термоэлектрические источники альтернативного электропитания / П. Шостаковский // Компоненты и технологии. – 2010. – №113. – С. 131–137.
2. Гриценко, А. Состояние и перспективы развития пьезоэлектрических генераторов / А. Гриценко, В. Никифоров, Т. Щеголева // Компоненты и технологии. – 2012. – №134. – С. 63–68.
3. Двойное преобразование энергии в радиоизотопном источнике питания / В. В. Светухин, С. Г. Новиков, А. В. Беринцев и др. // Известия высших учебных заведений. Электроника. – 2016. – Т. 21, №5. – С. 429–434.
4. Зельдин, Е. А. Цифровые интегральные микросхемы в информационно-измерительной аппаратуре / Е. А. Зельдин. – Л.: Энергоатомиздат, 1986. – С. 280.
5. Игнатов, А. Н. Полевые транзисторы и их применение / А. Н. Игнатов. — 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Радио и связь, 1984. – С. 216. 6. Зайцев, А. А. Типовые решения построения интегральных управляемых КМОП генераторов синхронизации СБИС / А. А. Зайцев // Перспективы развития информационных технологий. – 2013. – №13. – С. 37–47.

ТАБДИЛДИҲАНДАИ ИМПУЛСӢ ДАР АСОСИ ГЕНЕРАТОРИ ҲАЛҚАВӢ БАРОИ ТАЪМИНОТИ БАРҚИ РАДИОИЗОТОПӢ

Б.Н. Раҳимов, Ҷ.Б. Аминов

Аннотатсия. Натиҷаҳои таҳияи табдилдиҳандаи импульсӣ барои манбаи барқии фотоэлектрикии радиоизотопӣ пешниҳод карда шуданд. Схемаи функционалӣ ва хусусиятҳои кори табдилдиҳанда баррасӣ карда шуданд. Ҳамчун элементҳои муваққати дастгоҳ генератори ҳалқавӣ дар элементҳои КМОП истифода шудааст. Озмоиши муқоисавии табдилдиҳанда ва табдилдиҳандаи пешниҳодшуда дар TL431 гузаронида шуд. Ҳангоми кор кардани генератори ҳалқавӣ аз манбаи радиоизотопии пит-нии барқӣ бо шиддати холи 3,8 В ва ҷараени кӯтоҳмуддати 1,3 мкА, ҷараени баромад дар бори (LED FYLS-3528urc) дар импульс 36 мкА буд. Давомнокии импульси ришта 1 с, давраи пайгирии импульсҳо 30 с.

Калидвожаҳо: генератори ҳалқавӣ, генератори гармӣ, вайроншавии радиоактивӣ, манбаи қувваи радиоизотопӣ.

A PULSE CONVERTER BASED ON A RING GENERATOR FOR A RADIOISOTOPE POWER SOURCE

B.N. Rakhimov, J.B. Aminov

Annotation. The results of the development of a pulse converter for a radioisotope photovoltaic power supply are presented. The functional scheme and features of the converter operation are considered. A ring generator based on CMOS elements was used as a time-consuming element of the

device. A comparative test of the proposed converter and the TL431 converter was carried out. When the ring generator is operated from a radioisotope electric power source with an open-circuit voltage of 3.8 V and a short-circuit current of 1.3 μA , the output current at the load (LED FYLS-3528URC) in a pulse was 36 μA . The pulse duration of the strand is 1 s, the pulse repetition period is 30 s.

Key words: ring generator, thermogenerator, Radioactive decay, radioisotope power supply.

Маълумот оид ба муаллифон

1. Рахимов Бахтиёр Нуралиевич – ассистенти кафедраи “АНР ва Э” – и ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ.

Маълумот шахсӣ:

E-mail: Bakha_85_85@mail.ru

2. Аминов Чаҳонгир Буронқулович – муаллими калони кафедраи “АНР ва Э” – и ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ.

Маълумот шахсӣ:

E-mail: Jahon_1004@mail.ru

ПЕРЕНОСНАЯ РУСЛОВАЯ МИКРО ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ ДЛЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОПОТРЕБИТЕЛЕЙ

С.Х. Бегзода, А. Х. Солиев, Ф. М. Рахимов

(ТТУ имени академика М.С. Осими, город Душанбе, Республика Таджикистан)

Аннотация: Показано, что использование свободно поточного микро-ГЭС для электроснабжения маломощных удаленных объектов позволяют, решит проблему электроснабжения удаленных потребителей. Также показано энергетические показатели разработанного микро-ГЭС от потока воды при заданном нагрузке. Приведено описание разработанного микро – ГЭС свободно поточного типа.

Ключевые слова: поток воды, микроГЭС, турбина, энергетические показатели.

В период независимости Республики Таджикистан вопросам надежности и доступности энергоисточников для всего агропромышленного комплекса было первостепенной задачей. Достижение энергетической независимости определено Правительством Республики Таджикистан в качестве одной из основных стратегических задач в рамках Национальной стратегии развития до 2030 года [1]. Правительством Республики Таджикистан было принято Постановление № 795 (от 30.12.2015г.) «О Программе освоения возобновляемых источников энергии и строительства малых гидроэлектростанций на 2016-2020 гг.», и Постановление №51 от 1 марта 2023 года «О Программе возобновляемых источников энергии на 2023-2027 годы». Согласно этим документам, особое внимание следует уделить изучению потенциалов возобновляемых источников и внедрению на их основе новых технологий для электроснабжения потребителей удаленных горных населенных пунктов республики.

Проблему нехватки электроэнергии можно решить разными путями одной из которых является использования местных энергоисточников которые доступны, например малые естественные и искусственные водотоки.

Согласно проработкам [2, 3, 4] общие потенциальные гидроэнергетические ресурсы Таджикистана оцениваются в настоящее время среднегодовой мощностью в 51,8 млн. кВт: из них 32,6 млн. кВт составляют мощность 511 учетных рек 19,5 млн. кВт - мощность рек, длиной менее 10 км и мощность склонового стока.

В таблице 1. показано распределение потенциальных гидроресурсов в зависимости от мощности водотоков.

На основании этого использование потенциалов малых естественных и искусственных водотоков для электроснабжения удаленных объектов малой мощности является актуальной задачей.

Таблица 1 – Распределение потенциальных гидроэнергетических ресурсов Таджикской ССР по мощности водотоков [5]

Мощность рек, тыс. кВт	Количество рек	Суммарная мощность	
		Тыс. кВт	%
Более 500	7	20087	62,13
100-500	28	6045	18,7
50-100	44	3002	9,26
25-50	135	2139	6,62
5-10	137	626	1,97
Менее 5	190	439	1,94
Всего	512	32638	100,0

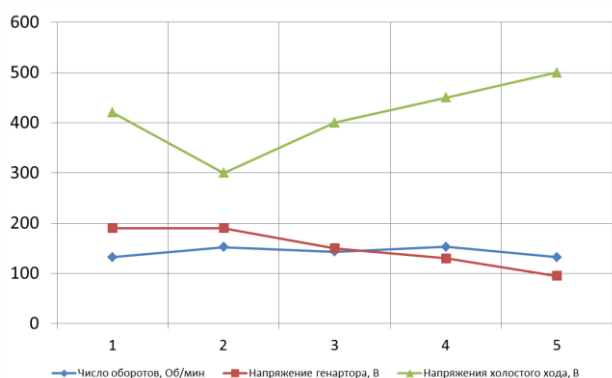


Рисунок 1 – Энергетические показатели генератора

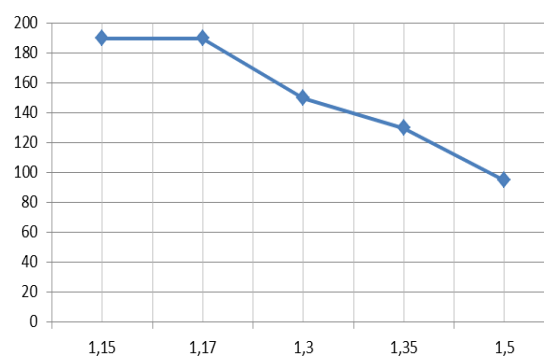


Рисунок 2 – Вольтамперная характеристика генератора при заданной нагрузке

На базе кафедры «Электрические станции» Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими разработано микро – ГЭС мощностью 5 кВт свободно поточного типа. Микро-ГЭС состоит из турбины представляющую собой спиральную камеру открытого типа с прямоточной отсасывающей трубой, генератор на постоянных магнитах и блока управления. Гидроагрегат выполнен в виде лопастного колеса, диаметром $\varnothing 1200$ мм, состоящего из 6 лопастей. Конструктивное исполнение Микро-ГЭС позволяет легко проводить его монтаж, демонтаж и не требует сложных водозаборных устройств и постоянного присутствия обслуживающего персонала в процессе эксплуатации. При предварительных испытаниях Микро-ГЭС на экспериментальной площадке при характеристике водного объекта 350 л/с и скоростью воды 1-2 м/с были получены энергетические показатели Микро-ГЭС, приведенные в рисунках 1 и 2.

Полученные предварительные результаты показали, что для разработанной Микро-ГЭС могут быть использованы малые водотоки свободным потоком воды или с напором от 1 до 5 м при расходе воды не менее 0,1 м куб в секунду (100 л/с).

Систему управления имеющим в своём составе соответствующие микропроцессорные преобразователи и контроллер обеспечивает запуск или отключения Микро-ГЭС и подачи

электричество к потребителю. При этом, также контролируются нормативные энергетические параметры вырабатываемой электрической энергии.

Технический результат, получаемый от разработки, состоит в том, что предлагаемая конструкция микро-ГЭС с отбором потока от реки, проста и не дороги в изготовлении. Схема ГЭС технологична в эксплуатации и ремонте, т.к. турбины и генераторы находятся на открытых площадках и доступны со всех сторон. Мини-ГЭС могут быть выполнены непосредственно на месте (не традиционного заводского исполнения), в мастерских потребителя энергии.

Литература

1. Национальная стратегия развития республики таджикистан на период до 2030 года. Электронный ресурс (дата обращения 12.04.2024) https://mewr.tj/wp-content/uploads/files/National%20Development%20Strategy-2030_ru.pdf
2. Авакян, А.Б. Энергетические ресурсы СССР. Гидроэнергетические ресурсы / А.Б. Авакян и др.; под ред. А.Н. Вознесенского – М.: Наука, 1967. – 599 с.
3. Petrov, G.N. Tajikistan`s Hydropower Resources. Central Asia and Caucasus / G.N. Petrov // Center for Social and Political Studies. Sweden. – 2003. – №33 (21), – pp. 153–161.
4. Абдуллаева, Ф.С. Гидроэнергетические ресурсы Таджикской ССР/ Ф.С. Абдуллоева, Г.Б. Баканин, С.М. Гордон. – Л.: Недра, 1965. – 658 с.
5. Таджикистан. Природа и природные ресурсы. – Душанбе: Дониш, 1982. – 96 с.

НЕРУҶОҶИ БАҶҚИИ ОБИИ ХУРДИ САЙЁР БАРОИ БАҶҚТАЪМИНКУНИИ ИСТЕЪМОЛКУНАНДАГОНИ ИНФИРОДИ

С.Х. Бегзода, А. Х. Солиев, Ф. М. Рахимов

Аннотатсия: Нишон дода шудааст, ки истифодаи станцияҳои электрикии обии озод барои таъмини энергияи объектҳои дурдасти камқувват масъалаи таъмини истеъмолкунандагони дурдастро ҳал мекунад. Нишондиҳандаҳои энергетикӣ ва станцияи электрикии обии микро-электрикӣ аз ҷараёни об дар сарбории додасуда низ нишон дода шудаанд. Таъсифи станцияи электрикии обии микро-электрикии навъи озод оварда шудааст.

Калидвожаҳо: ҷараёни об, нерӯгоҳи хурди барқи обӣ, турбина, нишондиҳандаҳои энергетикӣ.

PORTABLE CHANNEL MICRO HYDROELECTRIC POWER STATION FOR INDIVIDUAL ELECTRICITY CONSUMERS

S.Kh. Begzoda, A.Kh. Soliev, F.M. Rakhimov

Annotation: It is shown that the use of free-flow micro-hydroelectric power plants for power supply to low-power remote objects can solve the problem of power supply to remote consumers. The energy performance of the developed micro-hydroelectric power station from water flow at a given load is also shown. A description of the developed micro-hydroelectric power station of free-flow type is given.

Key words: water flow, micro hydroelectric power station, turbine, energy indicators.

Сведения об авторах:

1. **Бегзода Сафарали Хаким** – студент 2 курса кафедры «Электрические станции», Таджикского технического Университета имени академика М.С. Осими.

Личные данные:

E-mail: begzoda.s@mail.ru

2. Солиев Анис Холиқдодович – студент 2 курса кафедры «Электрические станции», Таджикского технического Университета имени академика М.С. Осими.

Личные данные:

E-mail: A.Soliev@mail.ru

3. Рахимов Фирдавс Мирзоумарович – старший преподаватель кафедры «Электрические станции», Таджикского технического Университета имени академика М.С. Осими.

Личные данные:

E-mail: rm-firdavs@mail.ru

ВОДОРОДНАЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ – ПЕРСПЕКТИВНАЯ ТЕПЛОЭЛЕКТРОЦЕНТРАЛЬ ДЛЯ ГОРОДА

С.А.Тагоев

(ТТУ имени акад. М.С. Осими, г. Душанбе, Таджикистан)

Аннотация: В работе рассматриваются особенности схемы и принцип работы водородной ТЭЦ, водородно-кислородного парогенератора. Целью работы является поиск решения энергоснабжения городов внедрением «зеленой» энергетикой.

Ключевые слова: «зеленый» водород, водородная ТЭЦ; водородно-кислородный парогенератор

Энергоснабжения городов напрямую влияет на уровень комфорта городской среды. Теплоэлектроцентрали (ТЭЦ) на органическом топливе потребляют природный газ, мазут или уголь, продукты сжигания, которых ухудшают экологическое состояние городов. Очистка выбросов не полностью решает экологические проблемы, так как степень очистки не достигает 100%. В случае с использованием угля образуется еще огромное количество твердых отходов – золы. Способ решения этой проблемы использование экологически чистых энергоресурсов – солнечная, ветровая, геотермальная, водородная энергия.

В Таджикистане преобладает «зеленая» энергетика, т.е. около 93% электроэнергии производится на гидроэлектростанциях. Строится и сдается в эксплуатацию еще один источник «зеленой» энергии - Рогунская ГЭС. Дешевая и доступная электроэнергия позволяет обеспечить страну в различных энергиях, так как электроэнергию можно легко преобразовать в другие энергии.

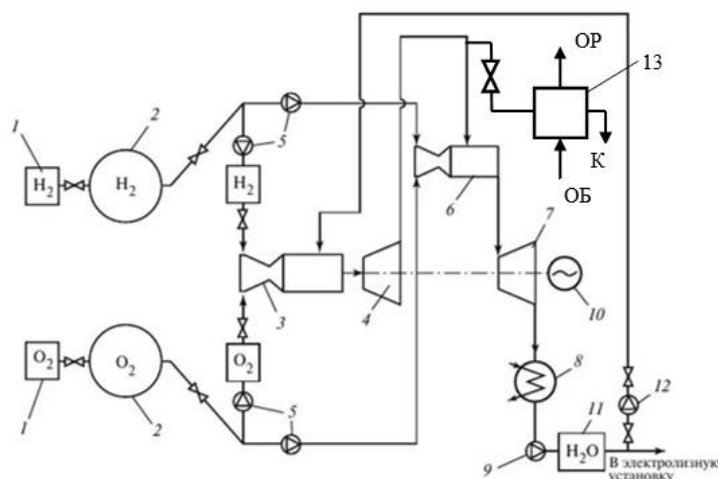


Рисунок 1. Технологическая схема водородной ТЭЦ: 1, 2 — источники водорода и кислорода; 3, 6 — водородно-кислородный парогенератор; 4, 7 — паровая турбина; 5 — компрессоры; 8 — конденсатор; 9 — конденсатный насос; 10 — электрогенератор; 11 — бак запаса конденсата; 12 — питательный насос; 13 – сетевой подогреватель; ОБ - обратная вода; ОР – прямая вода; К – конденсат.

Один из направлений, который нуждается в дешевой и доступной электроэнергии является “зеленое” производство водорода [1]. Промышленное производство “зеленого” водорода на основе дешевой и доступной электроэнергии, в свою очередь позволяет создать “зеленые” технологии, в том числе, теплоэлектроцентрали на водороде и их эксплуатация в отопительном сезоне. Водородная ТЭЦ от ТЭЦ на органическом топливе отличается тем, то в нем нет громоздкой котельной установки и дымовой трубы. При сжигании водорода продуктом сгорания является только водяной пар, который возвращается в цикл. Один из вариантов технологических схем водородной ТЭЦ показана на рис.1 [1, 2].

Водородная ТЭЦ производит электрическую и тепловую энергию, для чего нами добавлено сетевой подогреватель 13 [1]. Сердцем водородного ТЭЦ является водородно-кислородного парогенератор (рис. 2). Газообразный водород H_2 поступает в зону горения внутри пламенной трубы 3. В эту же зону поступает кислород O_2 . В результате горения образуется водяной пар давлением порядка 7 МПа и температурой 3300 °С. Изнутри и снаружи пламенная труба обтекается защитной охлаждающей пленкой воды H_2O и H_2O^* .

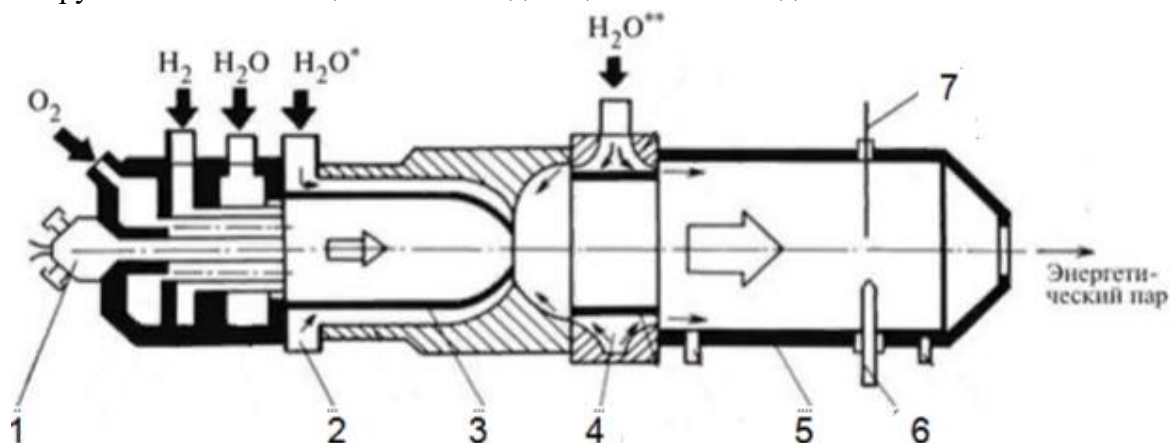


Рисунок 2. Схема водородно-кислородного парогенератора: 1 — запальное устройство; 2 — охлаждающая вода; 3 — камера сгорания; 4 — камера балластной воды; 5 — камера смешения; 6 — газоанализатор; 7 — датчик температуры

Так как, температура водяного пара очень высокая, он охлаждается в камере смешения конденсатом H_2O^{**} до температуры порядка 600°C и образующийся рабочее тело направляется на цилиндр высокого и низкого давления паровой турбины. В зависимости от электрической и тепловой нагрузок часть промежуточного пара после цилиндра высокого давления можно направит на сетевой подогреватель для нагрева воды теплосети.

Как технологическая схема водородной ТЭЦ, так и водородно-кислородные парогенераторы находятся в стадии исследования и усовершенствования для практического использования.

Выводы

Таким образом, производства «зеленого» водорода методом электролиза на основе дешевой электроэнергии ГЭС позволяет создать и развивать новое направление в «зеленой» энергетике Таджикистана – водородную энергетику, создать водородную ТЭЦ и повысить экологическую безопасность энергоснабжения городов.

Литература

1. https://ozlib.com/857727/tehnika/tehnologicheskie_shemy_proizvodstva_elektroenergii_is_polzovaniem_vodorodno_kislorodnyh_parogenerator.
2. Водородная энергетика. <https://ru.wikipedia.org>.

HYDROGEN POWER PLANT – THE FUTURE GENERATION OF THERMAL POWER PLANTS FOR CITIES

S.A.Tagoev

Abstract: The paper considers the features of the scheme and the principle of operation of a hydrogen thermal power plant, a hydrogen-oxygen steam generator. The aim of the work is to find a solution to the energy supply of cities by introducing "green" energy.

Keywords: "green" hydrogen, hydrogen thermal power plant; hydrogen-oxygen steam generator.

НЕРҶОҶИ ГИДРОГЕН-НАСЛИ ОЯНДАИ НЕРҶОҶОИ ГАРМИДИҶӢ БАРОИ ШАҲРҶО

С. А. Тагоев

Аннотатсия: Дар мақола хусусиятҳои схема ва принсипи кори нерӯгоҳи гармидиҳии водородӣ, генератори буғии водородӣ-оксигенӣ баррасӣ карда мешавад. Мақсади кор пайдо кардани ҳалли мушкилоти таъминоти энергетикӣ шаҳрҳо тавассути ҷорӣ кардани энергетикаи "сабз" мебошад.

Калимаҳои калидӣ: "сабз" водород, нерӯгоҳи гармии водородӣ; генератори буғии водородӣ-оксигенӣ.

Сведения об авторе

1 Тагоев Сафовидин Асоевич – 1968 г.р., к.т.н., доцент, зав. кафедрой теплотехники и теплоэнергетики ТТУ им. акад. М.С. Осими, область научной работы – теплоэнергетика, теплофизика, инженерная защита окружающей среды.

E-mail: safovidin.tagoev@yandex.ru

МОДЕЛИРОВАНИЕ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МОДУЛЕЙ

Б.Н. Шарифов, Ш.Р. Гуламов, Э.А.Чалолзода

(ТТУ имени акад. М.С. Осими, г. Душанбе, Республика Таджикистан)

Аннотация: В работе рассматривается моделирование и анализ влияния внешних условий окружающей среды на энергетические показатели фотоэлектрических модулей. Целью работы является имитация фотоэлектрической установки под действием разнообразных факторов окружающей среды.

Ключевые слова солнечная энергетика, фотоэлектрическая установка, математическая модель, Matlab/Simulink.

Создание новых эффективных фотоэлектрических элементов является одной из актуальных задач развития солнечной энергетике. В последние годы, фотоэлектрические элементы используются в системах водоснабжения, насосных и кондиционерных станций в отдаленных и изолированных районах, где линии электропередач не доступны или экономически нецелесообразны. В связи с этим, оценка эффективности их работы является достаточно важной. Необходимо иметь возможность определять выходные зависимости фотоэлектрических модулей (ФЭМ) под действием разнообразных факторов окружающей среды, сравнивать эффективность использования ФЭМ из различных материалов, оценивать их поведение в различных режимах работы. Для эффективного использования ФЭМ необходимо знать точку максимальной мощности и обеспечить такой режим, чтобы отдаваемая мощность, при изменении окружающих условий, была наибольшей. При отработке ФЭМ используют

имитаторы солнечных батарей, позволяющие воспроизводить характеристики ФЭМ под влиянием разнообразных внешних воздействий [1]-[5].

Чтобы провести исследование выходных характеристик необходима составит математическую модель ФЭМ. Уравнение (1) описывает математическую модель ФЭМ [4,5] входных переменных которого являются уровень солнечной инсоляции S_x и температуры окружающей среды T_x .

$$\left\{ \begin{array}{l} I_c = I_{ph} - I_d \left\{ e^{\left[\frac{e}{AkT_c} (U_c + I_c R_c) \right]} - 1 \right\} \\ U_c = \frac{AkT_c}{e} \ln \left(\frac{I_{ph} - I_c + I_d}{I_d} \right) - I_c R_c \\ C_{SU} = 1 + \beta_T \alpha_S (S_x - S_C) + k_{SU} \\ C_{SI} = 1 + \frac{1}{S_C} (S_x - S_C) + k_{SI} \\ C_{TU} = 1 + \beta_T (T_C - T_x) \\ C_{TI} = 1 + \frac{\gamma_T}{S_C} (T_x - T_C) \\ \alpha_S = \frac{T_x - T_C}{S_x - S_C} \\ U_{Cx} = C_{SU} C_{TU} U_c \\ I_{phx} = C_{TI} C_{SI} I_c \\ P_{Cx} = U_{Cx} I_{phx} \end{array} \right. \quad (1)$$

Данная модель позволяет смоделировать систему электроснабжения ФЭМ с учетом изменения солнечной инсоляции и температуры окружающей среды. Моделирование производится для единичного солнечного элемента с выходным напряжением 0,61-0,67 В, которое затем умножается на количество ячеек, подключенных последовательно, чтобы получить выходное напряжение ФЭМ. Компьютерная модель выполнена для 4х видов, наиболее распространенных ФЭМ, которые имеют следующие технические данные (таблица 1);

Важными параметрами, прямо влияющими на работу фотоэлектрической установки, являются температура и солнечная радиация. С помощью модели можно рассматривать влияние температуры окружающей среды и уровня солнечной инсоляции на выходные характеристики ФЭМ.

Рассмотрим влияние уровня солнечной инсоляции на выходные характеристики ФЭУ. На рисунке 1 приведены семейство вольтамперных характеристик (ВАХ) ФЭУ при изменении уровня солнечной инсоляции в диапазоне [1000-200] Вт/м².

Таблица 1. Паспортные данные исследуемых ФЭМ

Тип ФЭМ		TCM-210SB	SW 155 mono	MCPH P7 125W	ASM6610P 270
Номинальная мощность, [Вт]	P_n	210	155	125	270
Напряжение холостого хода, [В]	U_{xx}	44	43.6	74.1	37.99
Рабочее напряжение, [В]	U_p	38	34.8	56.6	31.29
Рабочий ток, [А]	I_p	5,49	4.46	2.23	8.7
КПД, [%]	η	17,34	4.9	2.71	9.15
Площадь поверхности, [М]2	S_p	1.26	11.8	8.9	16.5

Количество фотоэлементов	N	72	72	72	60
Свойства фотоэлемента					
Обратный ток насыщения диодов, [А]	I_0	$2.2 \cdot 10^{-7}$	$2.2 \cdot 10^{-7}$	$2.2 \cdot 10^{-7}$	$2.2 \cdot 10^{-7}$
Диод, фактор идеализации	A	1,43	1,43	1,6	1,43
Температурный коэффициент выходного напряжения, [В/0С]	β_T	0,004	0,004	0,39	0,32
Температурный коэффициент выходного тока, [А/0С]	γ_T	0,06	0,06	0,06	0,059

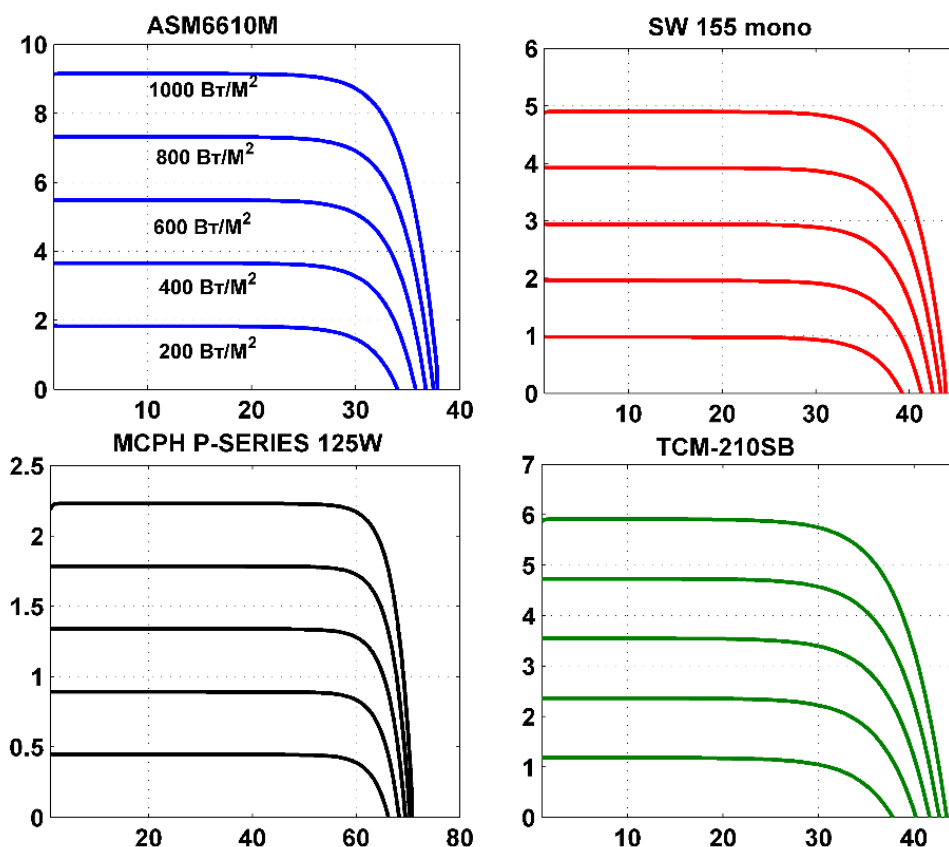


Рисунок 1 – Вольтамперная характеристика ФЭМ для различных уровней освещенности

Анализ рисунка показывает, что при уменьшении уровня солнечной инсоляции, уменьшается ток короткого замыкания и напряжение холостого хода, причем ток короткого замыкания уменьшается быстрее, чем напряжение холостого хода.

В настоящее время современные технологии преобразования солнечной энергии позволяют использовать лишь небольшую часть ее для производства электрической энергии ФЭМ. Большая часть солнечной инсоляции преобразуется в тепло в элементах ФЭМ, что приводит к повышенной рабочей температуре ФЭМ. В результате температура ФЭМ может быть значительно выше окружающей среды, что снижает ее эффективность. График ВАХ ФЭМ при изменении температуры окружающей среды представлен на рисунке 2

В некоторых исследованиях было выявлено, что изменение температуры может оказывать влияние на эффективность фотоэлектрических панелей (ФЭМ). При этом, эксперты отметили наличие линейной зависимости между температурой и эффективностью с отрицательным коэффициентом наклона.

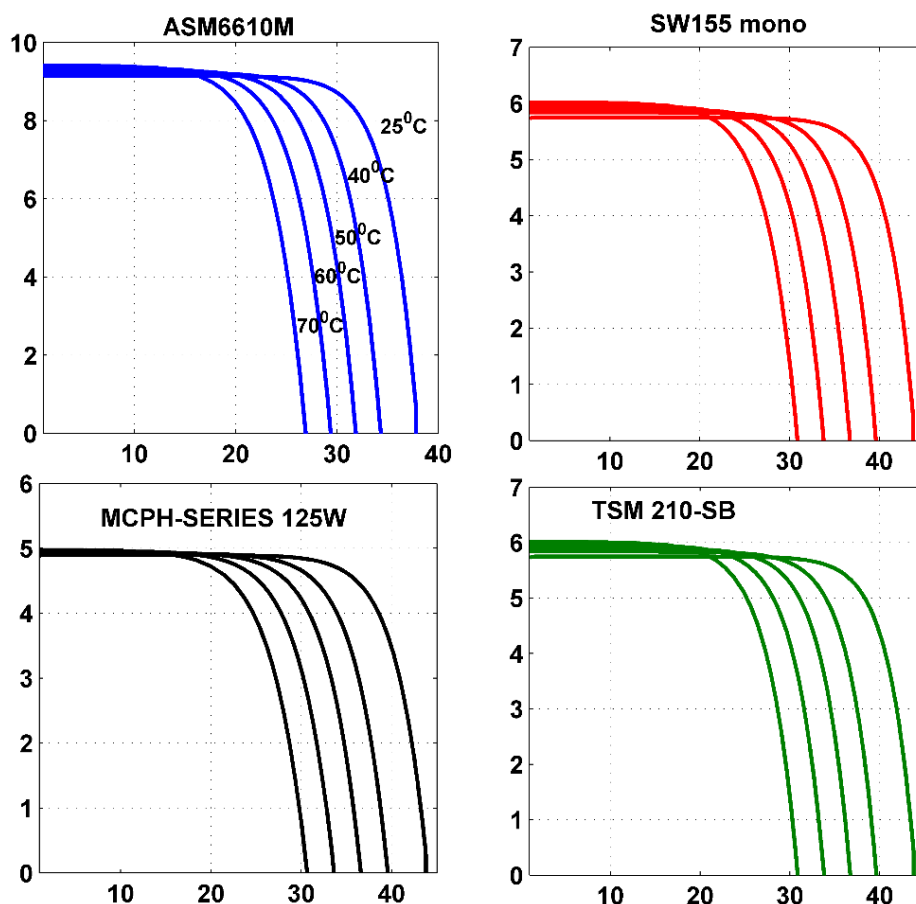


Рисунок 2. – ВАХ ФЭМ при изменении температуры

Как видно из рисунка изменение температуры оказывает существенное влияние на напряжение холостого хода. При увеличении температуры от 25°C до 70°C напряжение холостого хода уменьшается на 18% (рис.2.), в то время как ток короткого замыкания существенно не изменяется.

Выводы

Исследование энергетических характеристик ФЭМ при различных условиях окружающей среды является основным фактором показывающий энергетическую эффективность солнечных электростанций. Математическая модель ФЭМ позволяет детально проанализировать процессы, протекающие в солнечных фотопреобразователях, что имеет огромное значение не только для научного, но и для образовательного процесса.

Литература

1. Фролова Н.О., Абраменкова И.В, Фролова О.А., Моделирование последовательного сопротивления в структуре реального солнечного элемента // Материалы X международной конференции «Системы компьютерной математики и их приложения», СКПМ 2009 г, с 3-5.
2. Altas I. H., Sharaf A. M: A photovoltaic powered efficient DC motor drive for pump irrigation // Proc. Canad. Solar Energy Conf., Halifax, N.S., Canada, 1990.
3. Стребков Д.С., Никитин Б.А., Харченко В.В., Гусаров В.А., Тихонов П.В. Влияние температур в широком интервале значений на параметры солнечных элементов // ЭЛЕКТРО. Электротехника, энергоэнергетика, электротехническая промышленность. 2013. №4. с. 46-48.

4. Шарифов. Б.Н., Терегулов Т.Р., Моделирование солнечной панели в программе Matlab/Simulink // Вестник уфимского государственного авиационного технического университета 2015 №4 ,с 77-83.

5. Teregelov.T.R., Sharifov B., Valeev A.R., Simplified solar panel modeling in MATLAB/Simulink considering Bashkortostan Republic (Russia) environment characteristics // 2nd International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM) 2016, pp 17-21 (IEEE Conference Publications).

6. Герман-Галкин С.Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем: учебное пособие: СПб КОРОНА-принт ,2001 320с.

SIMULATION OF PHOTOVOLTAIC MODULES

B.N. Sharifov, Sh.R. Gulamo., E.A. Jalolzoda

Annotation: The paper discusses modeling and analysis of the influence of external environmental conditions on the energy performance of photovoltaic equipment. The goal of the work is to simulate photovoltaic equipment under the influence of various environmental factors.

Keywords: solar energy, photovoltaic equipment, mathematical model, Matlab/Simulink.

МОДЕЛСОЗИИ МОДУЛҲОИ ФОТОЭЛЕКТРИКӢ

Б.Н. Шарифов, Ш.Р. Гуламов, Э.А. Чалолзода

Аннотатсия: Дар ин кор моделсозӣ ва таҳлили таъсири шароити муҳити беруна ба самаранокии энергетикӣи модулҳои фотоэлектрикӣ баррасӣ карда мешавад. Мақсади кор тақлид кардани дастгоҳи фотоэлектрикӣ дар зери таъсири омилҳои гуногуни муҳити зист мебошад.

Калидвожаҳо: энергияи офтобӣ, модули фотоэлектрикӣ, модели математикӣ, Matlab/Simulink.

Маълумот оид ба муаллифон:

1. Шарифов Бохирдҷон Насруллоевич – муаллими калони кафедраи ҳаракатдиҳандаҳои автоматикунонидашудаи электрикӣ ва мошинҳои электрикӣи ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ.

Маълумоти шахсӣ:

E-mail: bohir.sharifov89@gmail.ru

2. Гуламов Шухрат Раҳматуллоевич – н.и.т., ассистенти кафедраи ҲАЭ ва МЭ, ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ

Маълумоти шахсӣ:

E-mail: Shuhrat_83_1@mail.ru

3. Чалолзода Эҳсон Абдулхамид – магистранти кафедраи кафедраи ҲАЭ ва МЭ, ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ

Маълумоти шахсӣ:

E-mail: davlatovabdulmanon928@gmail.com

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ УСТАНОВКАМИ

Б.Н. Шарифов, Ш.Р. Гуламов

(ТТУ имени акад. М.С. Осими, г. Душанбе, Республика Таджикистан)

Аннотация. В работе рассмотрены возможные способы повышения энергетической эффективности фотоэлектрической установки (ФЭУ). Для улучшения энергетической эффективности генерации в фотоэлектрических установках эффективным способом является использование интеллектуальной системы управления на основе методов искусственной нейронной сети и нечеткой логики. Интеллектуальная система управления на основе методов искусственной нейронной сети позволяет оптимизировать работу фотоэлектрической установки путем адаптации к изменяющимся условиям окружающей среды.

Ключевые слова: фотоэлектрическая установка, интеллектуальные системы, нечеткая логика, нейронные сети.

Одним из методов повышения эффективности ФЭУ является применение алгоритмов слежения за точкой максимальной мощности (ТММ). Количество энергии, получаемой от фотоэлементов (ФЭ), также зависит от фотогоальванического напряжения. Чтобы извлечь максимальную мощность из падающей солнечной энергии, очень важно отслеживать максимальную мощность ФЭУ в любых условиях окружающей среды. Отслеживания ТММ ФЭУ производится посредством преобразователей постоянного тока и интеллектуального регулятора, работающего на основе алгоритмов слежения за ТММ.

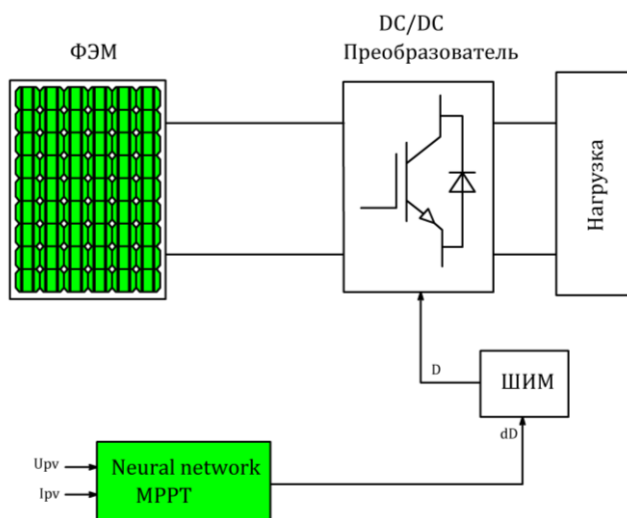


Рисунок 1 – Функциональная схема ФЭУ с ИНС

Существует множество различных методов и алгоритмов, которые можно использовать при слежении за ТММ ФЭУ. Среди них можно выделить несколько наиболее распространённых методов: метод возмущения и наблюдения (P&O) метод возрастающей проводимости (InC), метод постоянного напряжения и тд. [1-6]. После анализа степени исследованности проблемы поиска алгоритмов слежения за ТММ, можно сделать вывод о том, что, эти алгоритмы, несмотря на их значимость и эффективность в определении ТММ, сталкиваются с определенными недостатками. Во-первых, они обычно имеют медленную сходимость к этой точке, что значительно замедляет и усложняет процесс. Кроме того, существуют ограничения в точности работы этих алгоритмов, что ограничивает их способность достичь высоких уровней точности.

Поскольку использование традиционных алгоритмов в системах слежения за ТММ ФЭУ часто не способны полностью удовлетворить требования, относительно точности и скорости отслеживания. Это открывает новые перспективы для внедрения методов интеллектуального управления, включая алгоритмы нечеткой логики и нейронной сети, которые уже доказали свою эффективность при решении аналогичных задач в других областях техники.

Применение искусственного интеллекта для управления ФЭУ имеет большой потенциал для повышения эффективности, производительности и надежности таких систем. Однако на пути реализации этого потенциала стоят некоторые трудности, такие как разработка надежных алгоритмов, доступность больших объемов данных и интеграция искусственного интеллекта (ИИ) в существующие инфраструктуры. При правильном развитии и применении, ИИ может сыграть важную роль в устойчивом развитии фотоэлектрической энергетики.

В связи с выявленными проблемами классических методов и их модификаций исследователи переключили свое внимание на более инновационные подходы, такие как искусственные нейронные сети (ИНС) [1-3], нечеткая логика [1-6] и гибридные методы, совмещающие в себе как классические, так и интеллектуальные методы

ИНС — это вычислительная система, имитирующая принцип работы нейронов в человеческом мозге. В современном мире ИНС широко распространены и успешно используются в различных областях, включая отслеживание ТММ ФЭУ (рисунок 1). Эта модель может быть обучена на основе собранных данных о производительности солнечной электростанции при различных уровнях напряжения. Затем нейронная сеть может использоваться для предсказания оптимального напряжения ТММ в зависимости от текущих атмосферных условий. Результаты эксперимента показали, что данная модель позволяет эффективно достичь ТММ. Функциональная схема ФЭУ с ИНС приведена на рисунке 1.

На рисунке 2 изображена график выходной мощности, соответствующие различным температурам и уровням освещенности в ФЭУ. Система управления обеспечивает выход нейронной сети с точкой максимальной мощности. Путем сравнения характеристики выходной мощности с классическим алгоритмом, можно сделать вывод о хороших динамических характеристиках системы управления.

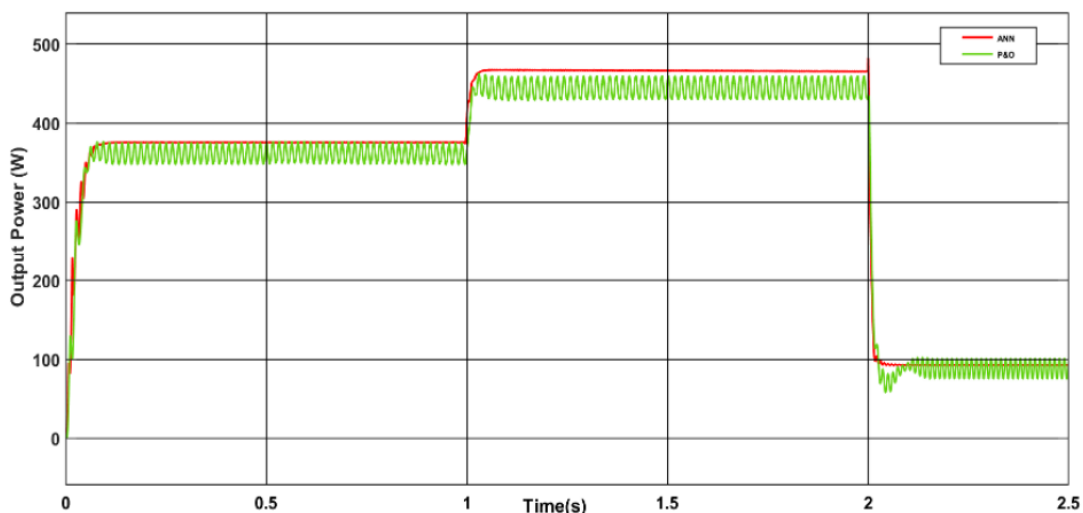


Рисунок 2 – Выходная мощность ФЭУ с ИНС

Применение ИНС для слежения за ТММ является одним из современных и точных методов повышения эффективности ФЭУ. Недостатком данной системы является большое количество объемов экспериментальных данных для обучения ИНС.

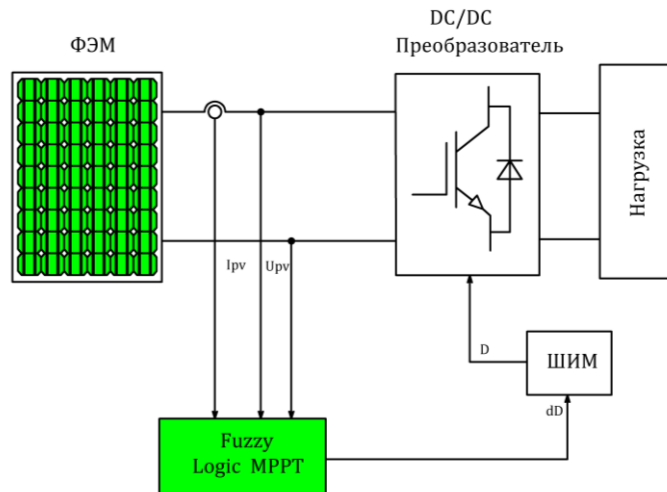


Рисунок 3 – Функциональная схема ФЭУ с регулятором нечеткой логики

Алгоритм отслеживания ТММ нечетким регулятором — Метод слежения за ТММ с применением нечеткого регулятора основан на использовании нечеткой логики и теории нечетких множеств [3-5]. Этот подход позволяет настраивать шаг изменения напряжения в соответствии с оценкой входных параметров и определенными правилами нечеткого регулятора (рис. 3).

Математическая теория нечетких множеств является формальной системой для описания нечетких понятий и знаний, а также обеспечивает возможность выполнения операций и осуществления нечетких выводов. В научных исследованиях было показано, что использование нечеткой логики для управления системами (нечеткое управление) приводит к лучшим результатам, чем получаемые с использованием традиционных алгоритмов управления.

В обобщенном виде регулятор нечеткой логики представлен на рисунке 5. Разработка системы управления ФЭУ, основанной на нечеткой логике, предлагает множество преимуществ, таких как высокая эффективность поиска оптимальных решений при различных условиях. Однако особое значение при реализации такой системы приобретает синтез функции принадлежности нечеткой логики.

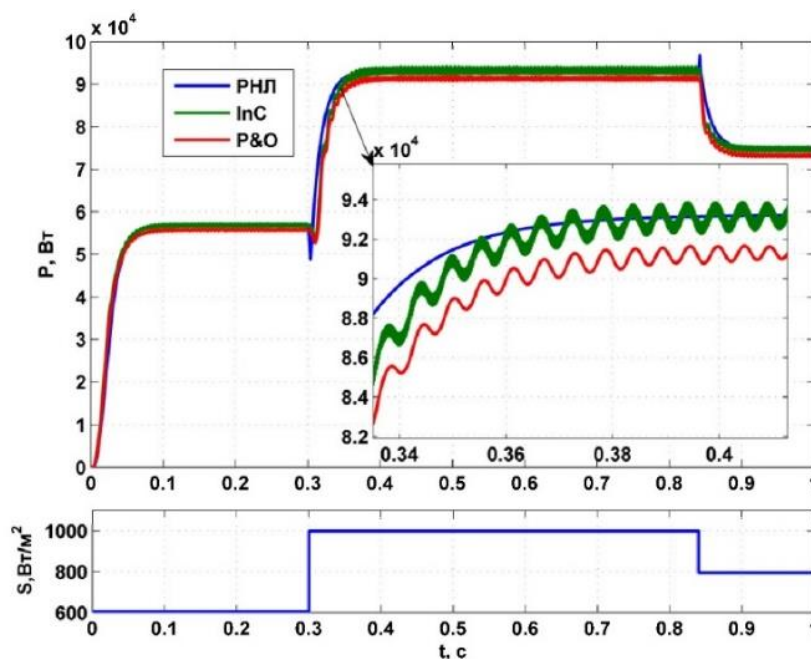


Рисунок 4 – Выходная мощность ФЭУ при изменения солнечной инсоляции

На рисунке 4 приводятся переходные процессы алгоритмов P&O, InC, и регулятора нечеткой логики (РНЛ). Анализ рисунка показывает, что при уровнях СИ 1000 Вт/м² поиск и обработка ТММ РНЛ производится быстрее относительно классических алгоритмов. Кроме того, РНЛ имеет низкое колебание выходной мощности и относительно высокую эффективность по сравнению с классическими алгоритмами.

Использование интеллектуальных методов позволяет практически исключить колебания в ТММ, что приводит к повышению эффективности системы. Однако разработка алгоритмов на основе метода нечеткой логики является более сложной задачей и требует дополнительных знаний, а также может потребовать установки дополнительных датчиков. Кроме того, для работы интеллектуальных алгоритмов необходима более мощная вычислительная система.

Вопреки несомненным достоинствам в точности и безошибочной работе при динамично изменяющихся условиях такие алгоритмы ограничены своей сложностью применения и разработки, развивались в меньшей степени. Однако они обладают большим потенциалом для дальнейшего развития и применения в различных сферах.

Выводы

Применение интеллектуальной системы управления на основе методов искусственной нейронной сети и нечеткой логики позволяет оптимизировать работу фотоэлектрической установки, улучшить ее энергетическую эффективность и повысить производительность генерации электроэнергии. Эти методы имеют большой потенциал для развития фотоэлектрических установок и позволяют более эффективно использовать солнечную энергию.

Приведённый обзор и анализ современных исследований подтвердило, что использование фотоэлектрической установки с импульсными преобразователями постоянного тока, в которой включен искусственный интеллект в систему управления, является одним из самых перспективных направлений исследований. Эта инновационная система эффективно решает целый ряд проблем, включая надежность, точность и скорость работы фотоэлектрической установки.

Литература:

1. Шарифов Б.Н. Анализ современных систем управления отслеживанием максимальной мощности фотоэлектрических установок / Б.Н. Шарифов, Н.Д. Шарипов, А.А. Давлатов // Международная научно – практическая конференция «Энергетика: Состояние и Перспективы Развития». – Душанбе ЦИ и П ТТУ имени академика М.С. Осими, 2023 г. С 543 – 547. ISBN 978-99985-852-1-8.
2. Белавев П.А., Сивеев Т.М., Методы определения точки максимальной мощности фотоэлектрических батарей / П.А. Беляев, Т.М., Сивеев // Столыпинский вестник – 2022 – №9. С. – 4983 – 4990.
3. Гимазов Р.А. Алгоритмы адаптивного управления процессом преобразования энергии в фотоэлектрической системе: диссертация к.т.н.: 05.13.06 / Гимазов Руслан Уралович– Томск 2019. – 133 с.
4. Jamri M. S., Kassim A. M., Hashim M. R. A. Voltage mode control maximum power point tracking for stand-alone photovoltaic system / M. S. Jamri, A. M. Kassim, M. R. Hashim // Appl. Mech. Mater., vol. 313–314, pp. 503–507, 2013.

5. Обухов С.Г. Ибрагим А. Анализ режимов и выбор параметров преобразователя напряжения и контроллера максимальной мощности автономной фотоэлектрической станции / С.Г. Обухов., А.Ибрагим // Вестник Иркутского государственного технического университета – 2020 Т – 24. №1. С. – 164 – 182.

6. Mohamed A, Steven L. Evaluation of Maximum Power Point Tracking Algorithms for Photovoltaic Electricity Generation in Kuwait / A. Mohamed, L. Steven // Renewable Energy and Power Quality Journal. – 2014. –Vol. 1. – No 12. – P. 44–49.

STUDY OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR CONTROLLING PHOTOVOLTAIC INSTALLATIONS

B.N. Sharifov, Sh.R. Gulamov

Abstract. The paper considers possible ways to improve the energy efficiency of a photovoltaic installation (PVI). An effective way to improve the energy efficiency of generation in photovoltaic installations is to use an intelligent control system based on artificial neural network and fuzzy logic methods. An intelligent control system based on artificial neural network methods allows optimizing the operation of a photovoltaic installation by adapting to changing environmental conditions.

Keywords: photovoltaic installation, intelligent systems, fuzzy logic, neural networks.

ТАДҚИКИ ИМКОНИЯТҲОИ ЗЕҲНИ СУНЪӢ БАРОИ ИДОРАКУНИИ ДАСТГОҲИ ФОТОЭЛЕКТРИКӢ

Б.Н. Шарифов., Ш.Р. Гуламов

Аннотатсия. Дар мақола роҳҳои имконпазири баланд бардоштани самаранокии энергетикӣ дастгоҳи фотоэлектрикӣ баррасӣ карда мешавад. Барои баланд бардоштани самаранокии энергияи тавлид дар дастгоҳҳои фотоэлектрикӣ роҳи муассир истифодаи системаи идоракунии интеллектуалӣ дар асоси шабакаи нейронҳои сунъӣ ва усулҳои мантиқи номуайян мебошад. Системаи идоракунии интеллектуалӣ, ки ба усулҳои шабакаи сунъии нейронӣ асос ёфтааст, ба шумо имкон медиҳад, ки қори дастгоҳи фотоэлектрикӣ тавассути мутобиқ шудан ба шароити тағйирёбандаи муҳити зист оптимизатсия карда шавад.

Калидвожаҳо: дастгоҳи фотоэлектрикӣ, системаҳои интеллектуалӣ, мантиқи номуайян, шабакаҳои нейронӣ.

Маълумот оид ба муаллифон:

1. Шарифов Бохирдҷон Насруллоевич – муаллими калони кафедраи ҳаракатдиҳандаҳои автоматикунонидашудаи электрикӣ ва мошинҳои электрикӣ ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ.

Маълумоти шахсӣ:

E-mail: bohir.sharifov89@gmail.ru

2. Гуламов Шухрат Раҳматуллоевич – н.и.т., ассистенти кафедраи ҲАЭ ва МЭ, ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ

Маълумоти шахсӣ:

E-mail:Shuhrat_83_1@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ТАЛЛИЯ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ СУРЬМЯНО-РТУТНЫХ СУЛЬФИДНЫХ КОНЦЕНТРАТОВ С УЧЕТОМ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

¹С.А. Гадов, ¹М.Н. Абдусалямова, ²А. Бадалов

(1 - Таджикский технический университет им. акад. М.С. Осими (ТТУ),

2 - Институт химии имени В.И. Никитина АН Республики Таджикистан)

Аннотация: изучены поведения таллия при переработке сурьмяно-ртутных концентратов.

Ключевые слова: таллий, сурьма, ртуть, переработка.

Введение

С развитием науки значение редких и рассеянных элементов постоянно увеличивается. Таллий и его соединения находят применение в полупроводниковой технике, электронной и электротехнической промышленности. Они используются для легирования германия, кремния и соединений кадмия, чтобы придать им акцепторные свойства; а также для создания фотосопротивлений, высокочувствительных фотоэлементов и фототриодов, и для производства приборов инфракрасной техники. [2]

Таллий, как и другие редкие и рассеянные элементы, часто встречается в соупутствии с цветными металлами. Его собственные минералы встречаются в природе крайне редко и не служат основным источником для промышленного производства. Большая часть таллия добывается попутно из отходов и побочных продуктов различных производственных процессов. В качестве сырья для получения таллия используются пыли от агломерации свинцовых концентратов, шламы сернокислотных заводов, медно-кадмиевые кеки и другие материалы. Некоторые месторождения сурьмы и ртути также богаты таллием. Одним из таких месторождений является Джикрутское сурьмяно-ртутное месторождение. Целью данной работы было изучение поведения таллия при переработке сурьмяно-ртутных концентратов. Таллий присутствует как в дисульфиде железа, так и в антимоните.

Исходным сырьем служил концентрат средняя проба которого содержала; 31.3% сурьмы, 2.6% ртути и 0.0111% таллия.

1. Обжиг в нейтральной среде.

Первая серия опытов была проведена для выяснения поведения таллия и основных ценных компонентов в нейтральной среде. Обжиг проводился в токе очищенного азота, пропускаемого со скоростью бл/час.

В таблице 1 приведены данные по обжигу концентрата в нейтральной среде.

Таблица 1. Зависимость степени возгонки сурьмы, ртути и таллия от температуры в нейтральной среде. Время – 2 часа.

№	Температура, °С	% возгонки		
		Сурьма	Ртуть	Таллий
1.	200	0	10.3	0
2.	300	0	12.12	0
3.	400	2.1	56.1	13.4
4.	500	3.3	97.2	21.5
5.	750	62	100	51.16

2. Обжиг в окислительной среде

Вторая серия опытов проводилась в окислительной атмосфере. Обжиг вели в токе воздуха, пропускаемого со скоростью бл/час и 36л/час, а также в токе газовой смеси: воздух-кислород, взятых в отношении 1:1.

Таблица 2. Зависимость степени возгонки ртути, сурьмы и таллия от температуры в окислительной среде при скорости воздуха 36 л/час. Время – 2 часа.

№	Температура, °С	% возгонки		
		Сурьма	Ртуть	Таллий
1.	200	0	31.7	18.2
2.	260	0	39.7	28.27
3.	360	3	62.6	49.19
4.	500	8	100	62.6
5.	615	15	100	85.7
6.	725	25	100	100

В таблицах 2 и 3 приведены данные по окислительному обжигу концентрата при различных скоростях газа, из которых видно, что скорость газа незначительно влияет на процесс улетучивания.

Окислительный обжиг в среде кислород: воздух= 1:1 (таблица 4) показал результаты, идентичные с полученными ранее при обжиге в атмосфере воздуха, пропускаемого со скоростью бл/час.

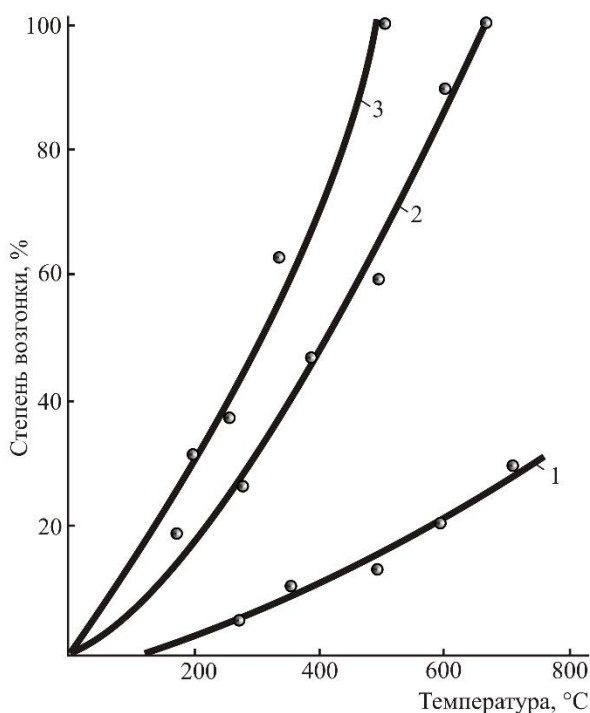


Рис. 1. – Зависимость улетучивания сурьмы, ртути и таллия от температуры при обжиге Джижикрутского концентрата в окислительной среде.

1- Сурьма; 2- Таллий; 3- Ртуть.

Таблица 3. Зависимость степени возгонки ртути, сурьмы и таллия при обжиге в окислительной среде при скорости воздуха 6 л/час. Время – 2 часа.

№	Температура, °С	% возгонки		
		Сурьма	Ртуть	Таллий
1.	230	0	0.5	0

2.	370	5	49.8	26.0
3.	500	11	97.2	50
4.	550	14.5	100	74.8
5.	675	20	100	100
6.	815	31.5	100	100

Таблица 4. Зависимость степени возгонки сурьмы, таллия и ртути от температуры при обжиге в атмосфере газовой смеси O₂ : воздух = 1:1. Время – 2 часа

№	Температура, °С	% возгонки		
		Сурьма	Ртуть	Таллий
1.	250	0	-	12.0
2.	385	4	64.5	23.89
3.	500	7	97.2	50.0
4.	655	18	100	75.8
5.	810	35	100	100

Таким образом, исходя из данных таблиц 2-4 и рисунка 1, можно сделать вывод, что в процессе окислительного обжига сурьмяно-ртутного концентрата при полной отгонке ртути (500-550°С) происходит возгонка таллия на 50-60%. Предполагается, что таллий окисляется до закиси таллия (Tl₂O) и частично до оксида Tl₂O₃.

Заклучения

Было исследовано влияние различных газовых сред на поведение сурьмы, ртути и таллия при обжиге таллийсодержащих сурьмяно-ртутных концентратов. Установлено, что оптимальным с точки зрения распределения таллия и сохранения сурьмы в огарке является обжиг в восстановительной среде (около 80% таллия остается в огарке), с последующей осадительно-восстановительной плавкой. При этом таллий распределяется по продуктам плавки, сохраняясь на 70% в штейне. Этот метод представляет собой экологически чистый процесс отделения таллия, протекающий при низких температурах и за короткий промежуток времени.

Литература

1. Абдусалымова М.Н., Гадоев С.А., Соложенкин П.М. Вакуумметрический способ переработки сурьмяно-ртутных руд и концентратов / Материалы республиканской научно-практической конференции «Инновация – эффективный фактор связи науки с производством». - Душанбе, 2008 – С.266-268.
2. Зеликман А. Н., Коршунов Б. Г. Металлургия редких металлов: Учеб. для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Металлургия, 2008 - 432 с.
3. Зинченко З.А., Исмоилова М.С., Тюмин И.А. Технология обогащения сурьмяно – ртутных золотосодержащих руд Джижикрутского месторождения. – Горный журнал, 2009, №10, с.80.
3. Abdusalyamova M.N., Gadoev S.A., Rachmatov O.I. Vacuum treatment of the Sb – Hg concentrates / Материалы XI international conference on crystals chemistry of intermetallic compounds. - Lvov, 2010.
4. Малый патент Республики Таджикистан № ТЈ 376 от 02.09.2010г. Способ вакуум-термической переработки ртутно-сурьмяных концентратов / Абдусалымова М.Н., Гадоев С.А., Рахматов О.И., Соложенкин П.М.

5. Абдусаломова М.Н., Гадоев С.А., Кабгов Х.Б., Соложенкин П.М. Вакуумная дистилляция сурьмяно-ртутных золотосодержащих концентратов // Доклады АН Республики Таджикистан.- Душанбе, 2011.-Т.54. №1. С.74-79.

6. Абдусаломова М.Н., Гадоев С.А., Соложенкин П.М. и др. Технологии комплексной переработки минерального сырья Джижикрутского месторождения // Горный журнал, 2016. Спец. Выпуск. С.53-56.

7. Abdusalyamova M.N., Gadoev S.A. et al. Processing of mercury-stibium gold bearing ore of Djijikrut Deposit//Journal of Environmental Science and Engineering B 2 (2013) 308-317.

ОМУЗИШИ РАФТОРИ ТАЛИЙ ҲАНГОМИ КОРКАРДИ КОНЦЕНТРАТҲОИ СУЛЬФИДИ СУРМАЮ СИМОБӢ БО НАЗАРДОШТИ ОМИЛҲОИ ЭКОЛОГӢ

С.А. Гадоев, М.Н. Абдусаломова, А.Бадалов

Аннотатсия: Рафтори талий ҳангоми коркарди концентратҳои сурмаю симоб омӯхта шуд.

Калидвожаҳо: талий, сурма, симоб, коркард.

STUDY OF THALLIUM BEHAVIOR IN THE PROCESSING OF ANTIMONY-MERCURY SULFIDE CONCENTRATES CONSIDERING ENVIRONMENTAL FACTORS

S.A.Gadoev, M.N.Abdusalyamova, A. Badalov

Abstract: The behavior of thallium during the processing of antimony-mercury concentrates has been studied.

Keywords: thallium, antimony, mercury, processing.

Сведения об авторах:

1. Гадоев Сафарали Айнидинович – к.т.н., доцент ТТУ имени акад. М.С.Осими, 734042, г. Душанбе, ул.Раджабовых, 10А Тел./факс (992 37) 221-71-35

E-mail: sgadoev@gmail.com

2. Абдусаломова Махсуда Негматуллаевна – д.х.н., засл. деятел науки и техники РТ Институт химии им. В.И. НАНТ 734063, г. Душанбе, Айнӣ, 10А Тел./факс (992 37) 225-80-98

E-mail: amahsuda@mail.ru

3. Бадалов Абдулхайр – д.х.н., профессор, член корр. НАНТ ТТУ имени акад. М.С.Осими, 734042, г. Душанбе, ул.Раджабовых, 10А Тел./факс (992 37) 221-71-35

E-mail: badalovab@mail.ru

ГИДРОАККУМЛИРУЮЩАЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ: ПРЕИМУЩЕСТВО И НЕДОСТАТКИ

М.Ш. Раджабов, Л.С. Касобов

(Точик СГЭМ, город Душанбе, Республика Таджикистан)

Аннотация. Рассмотрены роль ГАЭС как ключевым элементом устойчивого развития в условиях роста объединенных энергосистем и увеличения значимости высокоманевренных мощностей.

Ключевые слова: накопление энергии, электропотребления, энергоснабжения, баланс мощностей.

Введение. Обеспечение устойчивого энергоснабжения является одним из основных стратегических приоритетов в XXI веке, важнейшим условием нормального функционирования всех сфер мировой экономики.

Ключевой для любого энергетического прогноза показатель – спрос на энергию – естественно определяется динамикой развития демографии и экономики региона или мира в целом. Очевидно, что основной драйвер роста энергопотребления – повышение благосостояния растущего населения.

С возрастанием население региона и увеличением число предприятий решение проблемы энергоснабжения возможно лишь с оптимальным использованием энергоресурсов, эффективное управления режимами энергосистемы, регулированием баланса мощностей, и энергобезопасность страны.

Общие сведения о ГАЭС. В настоящее время дефицит в маневренных мощностях («пики» нагрузки) в основном покрываются ГЭС, у которых набор полной мощности с нуля может быть произведен за 1–2 мин. В периоды времени, когда в системе имеются провалы нагрузки, ГЭС работают с незначительной мощностью и вода заполняет водохранилище. При этом запасается энергия в потенциальной форме. С наступлением пиков включаются агрегаты станции, и увеличивается на необходимую величину их мощность. Накапливание энергии в водохранилищах на равнинных реках приводит к затоплению обширных территорий, что во многих случаях крайне нежелательно. Небольшие реки малопригодны для целей регулирования мощности в системе, так как они не успевают заполнить водой большие водохранилища за время минимума нагрузки.

В регионах, где отсутствуют большие реки или строительство на них ГЭС по экологическим, экономическим или техническим причинам неприемлемо, снятие пиков могут решать гидроаккумулирующие станции (ГАЭС), относящиеся к гравитационному типу накопителей энергии.

ГАЭС – представляют собой установки по технологическому циклу, совмещение в себе ГЭС и насосной станции (НС), т.е. выполняет функции НС и ГЭС. Задача ГАЭС заключается в аккумулировании гидравлической энергии и последующем расходовании ее в нужное для энергосистемы время. В часы пониженных нагрузок энергосистемы, например, ночью, ГАЭС работает как НС, потребляет электрическую энергию и перекачивает воду из нижнего бассейна в верхний, расположенный на какой-либо возвышенности.

Днем и, особенно, вечером, когда электропотребление в системе увеличивается, вода из верхнего бассейна пропускается через турбины в нижний бассейн; в это время ГАЭС работает как ГЭС – вырабатывает и отдает электрическую энергию в систему. В связи с этим различают режим заряда и разряда ГАЭС, когда она работает как НС и ГЭС соответственно. ГАЭС, так же как ГЭС и НС, различают по длительности цикла заряд-разряд, типу используемого основного оборудования, конструктивному исполнению и целевому назначению, а также по виду гидроаккумулирования. Имеются ГАЭС не только с суточным, но и с недельным и даже с сезонным аккумулированием энергии.

Перспективы применения ГАЭС во многом зависят от их КПД, под которым понимается отношение энергии, выработанной станцией в генераторном режиме, к энергии, израсходованной в насосном режиме. У современных ГАЭС КПД может достигать 70–75 %.

Прогноз строительство ГАЭС в мире и ЦА. В настоящее время в мире работают около 500 ГАЭС. По прогнозам, мощность ГАЭС к 2050 г. может увеличиться в 10 раз и лучшего способа, чем хранение энергии на ГАЭС, с технической точки зрения не существует.

Мощность ГАЭС зависит от расхода воды и напора, поэтому горные районы наиболее удобны для сооружения ГАЭС.

В качестве инструмента, способного обеспечить энергетическую безопасность региона ЦА, специалисты предлагают технологию накопления энергии, что в этом помогут именно ГАЭС. Их главная задача — достижение энергетического баланса в энергосистеме.

В стран Центральной Азии возможно сооружение много количество ГАЭС. В условиях дальнейшего развития объединенных энергосистем Центральной Азии в основном за счет ввода ЛЭП CASA 1000 и модернизации электрических сетей возрастет значение ГЭС и ГАЭС как источников высокоманевренной мощности в регулировании суточных графиков нагрузок.

По сведениям источники интернета на 8-м международном конгрессе "Гидроэнергетика. Центральная Азия и Каспий" было информировано, что в республики Узбекистан до 2030 года планируют построить 4 ГАЭС. Настоящее время специалисты «Узбекгидроэнерго» работают над технико-экономическим обоснованием проектов. Между тем по предварительным подсчетам мощность всех четырех объектов составит 1600 МВт. К активной реализации проектов планируют приступить уже в 2025 году.

Данный проект реализуют впервые в Центральной Азии. Как говорят эксперты, именно ГАЭС являются самыми эффективными накопителями энергии, имеющими важное значение для энергосистемы при использовании возобновляемых источников энергии и тепловые и атомной энергии.

Преимущество ГАЭС. Эти станции выгодны, так как они потребляют более дешевую, а иногда и «бросовую» электроэнергию в ночные часы, в период малой нагрузки системы, а отдают более дорогую энергию в часы пика нагрузки, заполняя ночные провалы и снимая утренние и вечерние пики электрической нагрузки системы. ГАЭС существенно улучшают технические условия работы тепловых электростанциях, позволяют уменьшить их удельный расход топлива на 1 кВт*ч выработки электрической энергии и в конечном итоге дают экономию топлива в системе.

Строительство ГАЭС повысить надежность и экономичность работы энергосистемы, сможет регулировать переменную мощность, которая позволит энергосистеме работать в приоритетном и удобном для энергосистемы режиме.

К преимуществам ГАЭС ещё относится низкая стоимость строительных работ. В отличие от обычных ГЭС здесь нет необходимости перекрывать реки, возводить высокие плотины с длинными туннелями и т. п.

Недостатки. Однако сооружение искусственных бассейнов для ГАЭС сопряжено со значительными объемами работ и затратами больших средств. Кроме того, существует опасность утечки воды из верхнего бассейна, которая даже в небольшом количестве заметно снижает КПД станции. Поэтому приходится принимать тщательные меры по гидроизоляции.

Будущее ГАЭС зависит от многих факторов: темпов развития энергетики на НВИЭ, прогресса в области создания мощных накопителей электрической энергии и энергоносителей.

Масштабы строительства крупных ГАЭС будут зависеть также от:

- а) их влияния на климат и погоду;
- б) конкуренции других хозяйствующих субъектов мировой экономики за ограниченные водные и земельные ресурсы;
- в) необходимо создать эффективные механизмы межгосударственного (международного) регулирования водопользования;
- г) экологических и экономических последствий их сооружения и эксплуатации.

Выводы.

Учитывая вышесказанного ключевую роль в успешном развитии энергетики, включая удовлетворение растущего спроса, повышение надежности энергоснабжения и улучшение

состояния окружающей среды в ЦА, будут играть развитие гидроэнергетики и строительство ряд ГАЭС и использование инновационные технологии энергетики.

Литература:

1. Ушаков В.Я. Современные проблемы электроэнергетики: учебное пособие / В.Я. Ушаков; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 448 с.
2. <https://centralasiacclimateportal.org/ru>

НЕРУГОҲИ БАҶҚИ ОБЗАХИРАВӢ: БАҶТАРИҲО ВА НОРАСОИҲО

М.Ш. Раҷабов, Л.С. Қасобов

Аннотатсия: Рассмотрены роль ГАЭС как ключевым элементом устойчивого развития в условиях роста объединенных энергосистем и увеличения значимости высокоманевренных мощностей. Нақши нерӯгоҳҳои барқии обаҳираваӣ ҳамчун унсурҳои асосии рушди устувор дар шароити рушди системаҳои энергетикӣ муттаҳидшуда ва аҳамияти зиёдшавии иқтидорҳои тағйирпазир дида шудааст.

Калидвожаҳо: захираи энергия, истифодаи барқ, таъминоти энергия, тавозуни тавоноӣҳо.

PUMPED STORAGE POWER PLANT: ADVANTAGES AND DISADVANTAGES

M.Sh. Rajabov, L.S. Kasobov

Annotation: The role of pumped storage power plants is considered as a key element of sustainable development in the context of the growth of integrated energy systems and the increasing importance of highly maneuverable capacities.

Key words: energy storage, power consumption, energy supply, power balance.

Маълумот оид ба муаллифон:

1. **Раҷабов Мирзошариф Шарифович** – Менечери лоиҳаи азнавбарқароркунии НБО Норақ Е – mail: mirzosharif.rajabov@tajiksgem.tj
2. **Қасобов Лоик Сафарович** – н.и.т., дотсенти кафедраи нерӯгоҳҳои электрикӣи ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ. Е – mail: loiknstu@mail.ru

МАВОДИ КОНФЕРЕНСИЯИ ҶУМҲУРИЯВИИ ИЛМӢ-АМАЛИИ
“СОҲИБХТИЁРӢ ВА ТАЪМИНИ ИСТИҚЛОЛИЯТИ ЭНЕРГЕТИКӢ:
ДАСТОВАРДҲО ВА ДУРНАМОИ РУШД”

МАТЕРИАЛЫ РЕСПУБЛИКАНСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
“СУВЕРЕНИТЕТ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ НЕЗАВИСИМОСТИ:
ДОСТИЖЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ”

”

Маводи конференсияи ҷумҳуриявии илмӣ-амалии “Соҳибхтиёрӣ ва таъмини истиқлолияти энергетикӣ: дастовардҳо ва дурнамои рушд” // Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ. Душанбе, 2024. 105 с.

Материалы республиканской научно-практической конференции “Суверенитет и обеспечение энергетической независимости: достижения и перспективы развития” // Таджикский технический университет имени акад. М.С. Осими. Душанбе. - 2024. - 105 с.

Ответственный редактор:
Шарифов Бохирджон Насруллоевич

