

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ АУЫЛ  
ШАРУАШЫЛЫҒЫ МИНИСТРЛІГІ  
«С.СЕЙФУЛЛИН АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ АГРОТЕХНИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ  
УНИВЕРСИТЕТІ» КеАҚ**

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН  
НАО «КАЗАХСКИЙ АГРОТЕХНИЧЕСКИЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. С.СЕЙФУЛЛИНА»**

**«М.А. ГЕНДЕЛЬМАНЫҢ 110 ЖЫЛДЫҒЫНА АРНАЛҒАН  
«СЕЙФУЛЛИН ОҚУЛАРЫ – 19»  
ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ҒЫЛЫМИ-ПРАКТИКАЛЫҚ  
КОНФЕРЕНЦИЯСЫНЫҢ**

## **МАТЕРИАЛДАРЫ**

---

---

### **МАТЕРИАЛЫ**

**МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ  
«СЕЙФУЛЛИНСКИЕ ЧТЕНИЯ-19»,  
ПОСВЯЩЕННОЙ 110-ЛЕТИЮ М. А. ГЕНДЕЛЬМАНА»**

**I том, V бөлім**

**Астана 2023**

УДК: 620.9:005 (045), 621.31+621.38+654(045)  
ББК: 65.32-133 я431 Б42, 32.84/+32.88+32.91я 431 Н95

(17 марта 2023 года): Сб. материал. Международ. науч. - практич..конф. - Астана, 2023.  
- 160 с.

ISBN: 978-601-257-237-7

В сборнике помещены материалы международной научно-практической конференции «Сейфуллинские чтения - 19».

Том 1, часть 5 Секции: Современная энергетика и автоматизация, проблемы и перспективы развития, Радиотехника, электроника и телекоммуникации.

ББК: 65.32-133 я431 Б42, 32.84/+32.88+32.91я 431 Н95

ISBN: 978-601-257-237-7

© Казахский агротехнический исследовательский  
университет имени Сакена Сейфуллина, 2023



2023 жылғы 25 наурызда көрнекті ғалым, ғылым мен жоғары білімді ұйымдастырушы, экономика ғылымдарының докторы, профессор, ҚазКСР ғылымына еңбегі сіңген қайраткер, Ұлы Отан соғысының ардагері, Астана қаласының құрметті азаматы Моисей Аронович Гендельманның туғанына 110 жыл толады. Моисей Аронович 70 жылдан астам уақыт бойы өзінің барлық күш-жігерін, білімін, тәжірибесін, ғалым, педагог ретіндегі талантын және ұйымдастырушылық қабілетін жерге орналастыру ғылымы мен практикасын дамытуға жұмсады.

Моисей Аронович өзінің ғылыми-педагогикалық қызметін Одесса ауылшаруашылық институтында бастады, бірақ ғалымның өмірі мен шығармашылық жетістігі Ақмола ауылшаруашылық институтымен де тығыз байланысты болды, ол институтты алғашқы ұйымдастырушылардың

қатарында бола отырып, аталған оқу орнын ректор ретінде 20 жылдан астам уақыт басқарды. Ол ректор қызметінде институттың барлық педагогикалық және ғылыми қызметін бағыттап және жетілдіре отырып сәтті басқарды. Оның шебер басшылығының арқасында институт ауыл шаруашылығына қажетті кадрлар дайындайтын ірі сала ғана емес, Есіл даласының жетекші ғылыми орталығына айналды.

М.А.Гендельманның жемісті еңбегі оны жерге орналастыру саласындағы ең көрнекті ғалымдар қатарына қосты. Ол ғылымның осы саласында көптеген еңбектер жариялады. М.А.Гендельманның 230-дан астам ғылыми еңбегі, бірқатар монографиялары, орталық және республикалық журналдарда көптеген мақалалары, сондай-ақ «Ауыл шаруашылығы аймақтарын жоспарлау», «Жерге орналастырудың ғылыми және әдістемелік негіздері», «Жерге орналастыруды жобалау», «Жерге орналастыру және кадастрдың ғылыми негіздері» атты оқулықтары және басқа да оқу-әдістемелік әзірлемелері жарық көрді.

Моисей Аронович ғылыми кадрларды даярлауға көп күш-қуат және еңбек жұмсады. Ол әр жылдары 41 кандидат және 8 ғылым докторын даярлады. Моисей Аронович 42 кандидаттық және 18 докторлық диссертация бойынша оппонент болды. Ұзақ жылдар бойы докторлық диссертацияларды қорғау жөніндегі диссертациялық Кеңестің мүшесі болды.

М.А.Гендельман өз бағыты бар және аймақтық ерекшеліктерге ғана емес, сонымен қатар посткеңестік кеңістікте де, шет елдерде де жерге орналастыру теориясы мен практикасын дамытуға бағдарланған ғылыми Қазақстан мектебін құрушы болып табылады. М.А.Гендельман мектебі жерге орналастыру ғылымының мақтанышы болып табылатын көрнекті ғалымдарды, тамаша шәкірттерді шығарды, олардың көпшілігі бүгінгі күнге дейін университетте оның ғылыми идеяларын жалғастырушылар және адал ізбасарлары ретінде еңбек етуде.

Ұзақ жылдар бойы жасаған жемісті ғылыми-педагогикалық және қоғамдық қызметі үшін және ғылым мен жоғары білімнің дамуына қосқан зор үлесі үшін, М.А.Гендельман келесідей бес орденмен: «2-дәрежелі Отан соғысы», «Қызыл Жұлдыз», «Құрмет белгісі», «Халықтар достығы», «Еңбек Қызыл Ту», сондай-ақ әртүрлі министрліктер мен ведомстволардың грамоталарымен және белгілерімен марапатталды.

Моисей Ароновичтің басшылығымен жұмыс істеген адамдардың барлығы оның жұмыстағы талап қоюшылық және принциптілік қасиеттерін, сонымен қатар оның әріптестеріне қатысты мейірімді, жылы қарым-қатынасын, оларға жақсы кеңес беруге шынайы ұмтылысын атап өтеді. Оның туа біткен зиялылығы, табиғи даналығы және қарым-қатынастағы қарапайымдылығы әріптестерін әрдайым тәнті етті.

Ғылыми-педагогикалық қызмет жылдарында М.А.Гендельман университетіміздің тарихының бір бөлігіне айналды. Ол біліммен қаруланған және жерін сүйетін жерге орналастырушы-инженер мамандығын меңгерген жас оқытушыларды, түлек-мамандарды тәрбиеледі. Оның өмір салты мен шығармашылық жолы – өз өмірін ғылыми-педагогикалық қызметке, ғылымға, жоғары оқу орнына және туған еліне аянбай еңбек етуге арнағандардың барлығына үлгі.

**ҚАЗІРГІ ЗАМАНҒЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ  
АВТОМАТТАНДЫРУ, МӘСЕЛЕЛЕР ЖӘНЕ ДАМУ  
ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ**

**СОВРЕМЕННАЯ ЭНЕРГЕТИКА И АВТОМАТИЗАЦИЯ,  
ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ**

---

---

UDC 636.2

**ANALYSIS OF SCIENTIFIC RESEARCH ON CATTLE GRAZING SYSTEMS  
IN ORDER TO SAVE PASTURE RESOURCES**

*Amir Y., 2nd year doctoral student  
S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University  
Astana*

Agriculture is one of the most significant sectors of the economy. In each region, weather and geographical conditions allow the cultivation of certain crops. Also, at present, Kazakhstan pays close attention to the livestock industry. Since ancient times, the Kazakh people have been considered a nomadic people, and the vast grazing lands allowed people to raise livestock in environmentally friendly conditions. Kazakhstan has great potential in terms of exporting livestock products, and in particular, in the supply of meat. The presence of vast natural pastures in the country provides an excellent opportunity to produce competitive and, importantly, environmentally friendly livestock products [1].

Currently, animal husbandry accounts for 45% of the total gross agricultural output of Kazakhstan. In 2019, the industry finished the year with an indicator of 2.3 trillion tenge, and in the meantime, crop production produced almost 600 billion tenge more. As part of the development of the agro-industrial complex for 2017-2021, about 30% or 35.9 billion tenge was allocated for subsidizing investment projects in the field of animal husbandry. Based on the analysis and comparison of the potential of the markets of neighboring states and the domestic production capabilities of the country, the main and long-term priority of the development of the agro-industrial complex will be determined to be beef cattle breeding.

The target indicators of the sectoral development program foresee an increase in beef exports by dozens of times by 2028 - up to 372 thousand tons, that is, the country's entry into the top ten largest beef exporters in the world.

Existing scientific works claim that the main factors in the decline in soil fertility of arable land are the improper use of land and the lack of use of mineral and organic fertilizers, as well as non-compliance with crop rotation and agrotechnical measures [2]. As a result of non-compliance with these agrotechnological measures, 21.7 million hectares. pasture lands are subject to the process of gradual degradation [3]. Pasture degradation occurs when the anthropogenic factor of impact on them has exceeded the threshold of self-recovery ability. Disturbed ecosystems must be restored by taking measures to improve these lands (overseeding of grasses or replanting with sowing of perennial grasses, the introduction of pasture rotations, etc.). Unregulated grazing of livestock (excessive load), cutting down of shrubby vegetation, disorderly movement of vehicles off the roads contribute to the intensification of deflationary processes that change the structural composition, bulk mass and humus content, causing soil degradation with loss of fertility [4].

In these works, special attention is paid to the use of geoinformation systems and technology for monitoring the target land use of agricultural land and identifying the main parameters of pasture biomass.

Moreover, the observance of rotation of pasture lands or pasture pasture with the use of progressive agrotechnological solutions is a priority for ensuring the sustainable development of the agro-industrial complex of the Republic of Kazakhstan. Some of the scientific work carried out focuses special attention on the use of a pasture-grazing system and the use of environmentally friendly production technologies and the principles of smart and green farming.

Thus, there is a need to introduce modern technological solutions that contribute to rational land use, cattle breeding and ensuring the sustainable development of the agro-industrial complex as a whole. It is also worth noting the lack of intelligent systems to support the adoption of agrotechnological decisions.

The development of methods for non-contact diagnostics of the state of pastures and crops creates the need to develop not only theoretical, but also new methodological and technical approaches to the implementation of field experiments, as well as a software and hardware base for monitoring the soil and plant complex based on geoinformation systems. Remote monitoring and sensing of the earth not only makes it possible to improve the collection of agricultural statistics, increasing the accuracy, uniformity, objectivity and frequency of observations, but also significantly improves the options for timely monitoring of the state of crops and crop forecast. Since remote monitoring data are non-contact information, for a correct understanding of the data obtained from remote sensing, it is required to use data from ground-based contact observations of the state of crops for comparison.

The development of progressive methodological approaches to the use of modern digital technologies for remote sensing of the earth and monitoring allow solving various challenges to restore the bioresource of soil and pastures for animals. The development of tools for the mass assessment of the pasture condition is an important step in optimizing the work on determining the pasture resource and reducing the labor intensity of these activities.

According to the digital business platform “QOLDAU” (Koldau), 60.6 million hectares of pastures or 80.2% of the total area were digitized using the “SuperVision Technology” service for digital land monitoring. This service was developed as part of the execution of the instructions of the Head of State K.K. Tokaev on the introduction of digital monitoring and control over the rational use of agricultural land.

This dissertation work analyzes existing articles in order to derive the main directions and existing methods in the field of application of earth remote sensing technology for pasture resource management. new solutions in this dissertation work.

Thus, there is a need to introduce modern technological solutions that promote rational land use, livestock breeding and ensure the sustainable development of the agro-industrial complex as a whole. It is also worth noting the lack of intelligent systems to support the adoption agrotechnological solutions.

The articles considered in this literature review can be divided into the following problems:

- Harms and benefits of using electric and virtual fences to control livestock grazing. Efficiency of using these technologies.
- Derivation of the main factors of influence on the pasture resource, as well as proposals for recommendations (methods) for solving the main problem areas.
- Consideration of the effectiveness of the use of technology for controlling livestock grazing using virtual fences.
- Assessment of the state of the vegetation cover (perennial herbage) using satellite images using the vegetation index NDVI.
- To test ground and air platforms for non-destructive high-throughput biomass phenotyping and their potential to replace traditional visual assessment.
- Establishment of basic phenological indicators. Comparative analysis and relevance of the use of remote sensing for the assessment of vegetation biomass.
- Classification methods using machine learning and remote sensing to determine the quality of vegetation cover.

The above analysis of the articles allows us to conclude that the development of a decision-making model using remote sensing technology, coupled with machine learning methods based on a web portal, with the correct selection of the key parameters of the system under consideration, can give positive results in determining pasture biomass.

### References

- 1 Umbitaliev A.D. DEVELOPMENT OF ANIMAL BREEDING IN KAZAKHSTAN [Text]/ Successes of modern natural science. // -2013. -No. 11. -P. 174-177. <https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=33144>
- 2 Tleshpaeva Dinara Izatovna, Auesbekov Nuriddin Rasilbekovich, Ermekbaev Bатыrbek Kadirbekovich. EFFICIENCY OF THE USE OF AGRICULTURAL LAND IN KAZAKHSTAN [Text]/ Moscow Economic Journal. -2021. -No. 7. <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-ispolzovaniya-selskohozyaystvennyh-zemel-v-kazahstane>
- 3 Zhao L. [and others]. A new AG-AGB estimation model based on MODIS and SRTM data in Qinghai Province, China [Text] / Ecological Indicators. -2021. -Vol. 133. -C. 108378. (Web of Science) <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000719732900002>.
- 4 Dusseux P. [and others]. Monitoring of grassland productivity using Sentinel-2 remote sensing data [Text] / International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation. // -2022. Vol. 111. -C. 102843. (Web of Science) <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000811816600001>

УДК 620.92

## ВЕТРЯНЫЕ ТУРБИНЫ ДЛЯ РАЙОНОВ С НИЗКОЙ СКОРОСТЬЮ ВЕТРА

*Кабибулатов А.А., докторант 1 курса*

*Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина*

Ветряные турбины получили широкое распространение в качестве экологически чистого источника энергии благодаря их способности производить электроэнергию без вредных выбросов. Однако эффективность ветряных турбин может быть ограничена в районах с низкой скоростью ветра, что затрудняет производство необходимого количества электроэнергии для удовлетворения спроса на энергию. В последние годы исследования были сосредоточены на разработке новых решений для ветряных турбин, оптимизированных для районов с низкой скоростью ветра. В этом обзоре литературы рассматриваются последние разработки в области технологий ветряных турбин для районов с низкой скоростью ветра с 2018 года.

Передовые материалы были использованы для улучшения конструкции лопастей ветряных турбин, что привело к увеличению производства энергии в районах с низкой скоростью ветра. Композиты из углеродного волокна, например, показали свою эффективность в повышении жесткости и прочности лопастей ветряных турбин, что приводит к увеличению производства энергии до 20% [1]. Другие материалы, которые были исследованы для лопастей ветряных турбин, включают натуральные волокна, такие как лен, пенька и бамбук, которые оказывают меньшее воздействие на окружающую среду и могут использоваться для производства легких высокопрочных лопастей [2].

В дополнение к передовым материалам были разработаны инновационные конструкции лопастей для оптимизации работы ветряных турбин в районах с низкой скоростью ветра. Одной из таких конструкций является адаптивная лопасть несущего винта со стреловидной кривой, которая может адаптировать свою кривую по длине лопасти для



оптимизации выработки энергии при низких скоростях ветра [3]. Другой дизайн — это биомиметические лопасти ветряных турбин, которые вдохновлены формой ласт горбатых китов и могут производить на 35% больше энергии, чем традиционные лопасти ветряных турбин в районах с низкой скоростью ветра [4].

Ветряные турбины с вертикальной осью (ВТВО) привлекли внимание как потенциальное решение для районов с низкой скоростью ветра из-за их способности работать в условиях турбулентности и низкой скорости ветра [5]. ВТВО, как правило, проще и компактнее, чем традиционные ветряные турбины с горизонтальной осью, что делает их более подходящими для использования в городских районах. Недавние исследования показали, что ВТВО могут быть эффективны в районах с низкой скоростью ветра с увеличением производства энергии до 22% [6].

Гибридные системы ветряных турбин, которые сочетают в себе два или более типа ветряных турбин, были предложены в качестве решения для районов с низкой скоростью ветра. Гибридная система может сочетать ветряную турбину с горизонтальной осью с ВТВО, чтобы использовать сильные стороны каждого типа турбины и увеличить выработку энергии в районах с низкой скоростью ветра [7]. Кроме того, гибридная система может сочетать ветряную турбину с солнечной панелью или другими возобновляемыми источниками энергии, чтобы обеспечить более стабильный источник энергии.

Передовые системы управления были разработаны для оптимизации работы ветряных турбин в районах с низкой скоростью ветра. Алгоритмы управления с прогнозированием моделей, например, можно использовать для прогнозирования ветровых условий и корректировки ориентации ветряной турбины для оптимизации производства энергии [8]. Другие системы управления, которые были исследованы, включают системы управления на основе искусственного интеллекта и системы управления с нечеткой логикой [9]. Эти системы управления могут увеличить производство энергии до 10%.

Системы накопления энергии были предложены в качестве решения проблемы изменчивости производства энергии ветра в районах с низкой скоростью ветра. Батареи, маховики и другие системы хранения энергии могут накапливать избыточную энергию, вырабатываемую ветряными турбинами в условиях высокой скорости ветра, и высвобождать ее в условиях низкой скорости ветра, обеспечивая более стабильный источник энергии [10, 11]. Недавние разработки в области технологий хранения энергии сделали хранение возобновляемой энергии более рентабельным и эффективным.

Недавние разработки в области технологии ветряных турбин показали многообещающие результаты в улучшении производства энергии в районах с низкой скоростью ветра. Использование передовых материалов и инновационных конструкций лопастей, ветряные турбины с вертикальной осью, гибридные системы ветряных турбин, системы управления и системы накопления энергии были предложены в качестве решений для оптимизации работы ветряных турбин в районах с низкой скоростью ветра. Тем не менее, необходимы дальнейшие исследования, чтобы определить наиболее эффективное решение для ветряной турбины для конкретных условий низкой скорости ветра. Кроме того, необходимо также учитывать экономическую целесообразность этих решений, чтобы обеспечить широкое внедрение этих технологий.

## Список литературы

- 1 Sahin B., Oterkus E. Investigating the effect of carbon fiber composites on the fatigue life of wind turbine blades [Text] / Composite Structures. – 2018. -№186. -С.147-156.
- 2 Yaras M. I., Soutis C., Nurick G. N. A review of natural fibers for structural composites in low wind speed turbines [Text] / Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2019. -№101. -С.305-313.

- 3 Sun Y., Cao J., & Cui Y. Design and analysis of a swept-twist adaptive rotor blade for wind turbine based on finite element method [Text] / Wind Energy. – 2019. -№22 (4). С.471-487.
- 4 Benoit H., & Pettit J. Improved energy capture by biomimetic wind turbine blades [Text] / Wind Energy Science. – 2019. -№4 (2). -С.235-246.
- 5 Saha U. K., & Mandal S. A review on vertical axis wind turbine: Technologies and design parameters [Text] / Energy Reports. – 2020. -№6. -С.308-324.
- 6 Kou B., & Zhang Y. Performance optimization of a Savonius wind turbine with twisted blades based on response surface methodology [Text] / Energies. – 2018. -№11 (7). -С.1693.
- 7 Kowsari K., & Akbari O. A. Optimal design of hybrid wind turbines using a multi-objective optimization algorithm [Text] / Energy Conversion and Management. – 2018. -№168.-С.274-283.
- 8 Negaresh E., & Amini M. H. Wind turbine predictive model predictive control for energy capture enhancement [Text] / Renewable Energy. – 2018. -№118. -С.556-568.
- 9 Baronti F., Pugi L., & Ridolfi A. Comparison of fuzzy logic and artificial neural network control for wind turbines [Текст] / Renewable Energy. - 2020. -№152. -С.214-223.
- 10 Chandrakar A., & Mohanty S. A review of energy storage systems for wind power integration in low wind speed areas [Text] / Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2019. №107. С.250-266.
- 11 Jenniches S. Assessing the regional economic impacts of renewable energy sources – A literature review [Text] / Renewable and Sustainable Energy Reviewsthis. – 2018. -№93. -С.35-51. (Scopus) -URL:<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57202076848>

## УДК 621.315.2

### ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА СИЛОВЫХ КАБЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ

*Мехтиеv А.Д., ассоц. профессор  
Кириченко Л.Н., докторант 1 курса  
Казамбаев И.М., докторант 1 курса*

*Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина  
г. Астана*

С развитием технологии, требования к системам электроснабжения предъявляется особое требование, поскольку количество потребителей в виде производственных предприятий и жилых домов. В целях обеспечения безопасности силовых кабелей используются различные охранные системы как, например, системы на основе волоконно-оптических датчиков. Данный вид устройств получил широкое применение вследствие малой стоимости оптического волокна, развития технологии обработки света, а также вычислительного оборудования, способного принимать решения [1].

Причем, существуют методы измерения параметров оптических сигналов на основе интерферометрии или рефлектометрии. Первый принцип измерения основывается на сравнения фазы двух различных световых лучей. Наложение одной волны на другую создает интерферометрическую картину. Основными достоинствами является высокая точность при определении параметров механических воздействий. Основными недостатками является высокая чувствительность к температурным воздействиям. Рефлектометрия бывает различных видов, так, например, измерение может осуществляться по потерям оптического сигнала, отраженному свету [2]. Среди таких существующих решений, может быть использована система мониторинга подводных кабелей с применением распре-



деленного волоконно-оптического датчика вибрации и несбалансированного интерферометра Маха-Цендера [3] (рисунок 1).

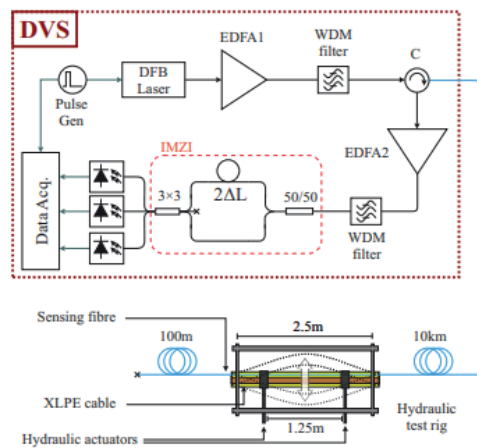


Рисунок 1 – Экспериментальная установка системы мониторинга [4]

Метод измерения основан на фазочувствительной оптической рефлектометрии временных интервалов. Устройство создает оптический сигнал с помощью генератора импульсов (Pulse Gen), запускающего распределенный лазер с обратной связью и длиной волны 1550 нм (DFB Laser) для подачи восьми наносекундного оптического сигнала мощностью 20 мВт. При этом импульс света проходит через первый усилитель мощности оптического сигнала (EDFA1) и фильтр плотного волнового мультиплексирования (WDM Filter) для повышения точности измерения. Затем сигнал через оптический циркулятор (C) поступает в оптическое волокно, являющееся чувствительным (Sensing fibre) и проходящее вдоль силового кабеля (XLPE). Отражения света, вызванные оказываемым механическим воздействиям, которые в случае эксперимента создавались гидравлическим цилиндром (Hydraulic actuators), через циркулятор и вторые оптический усилитель (EDFA2) и фильтр плотного волнового мультиплексирования (WDM Filter) на оптический разветвитель 50/50, который разделяет оптический сигнал на два. Причем, первый сигнал с задержкой, создаваемой петлей, а второй без задержки поступает на симметричный разветвитель 3x3, который распределяет сигнал на три фотодетектора, информация с которых поступает на устройство сбора данных (Data Acq.). В результате эксперимента с помощью трехмерного преобразования карты распределения механического напряжения (рисунок 2) было выявлено расстояние до оказываемого на силовой кабель воздействия (рисунок 3).

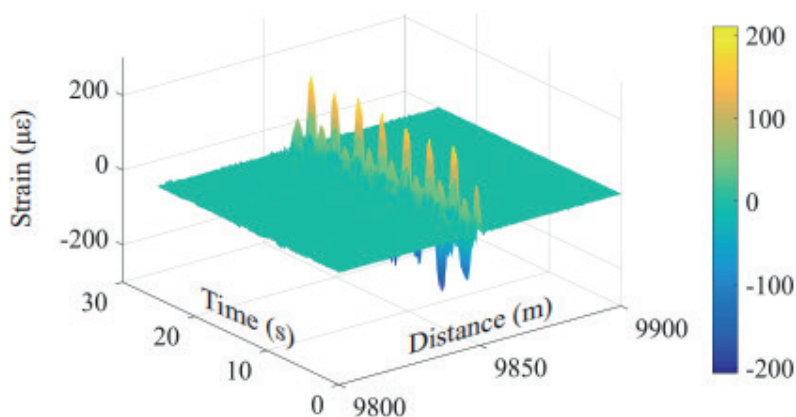


Рисунок 2 – Трехмерная карта распределения механического напряжения [4]

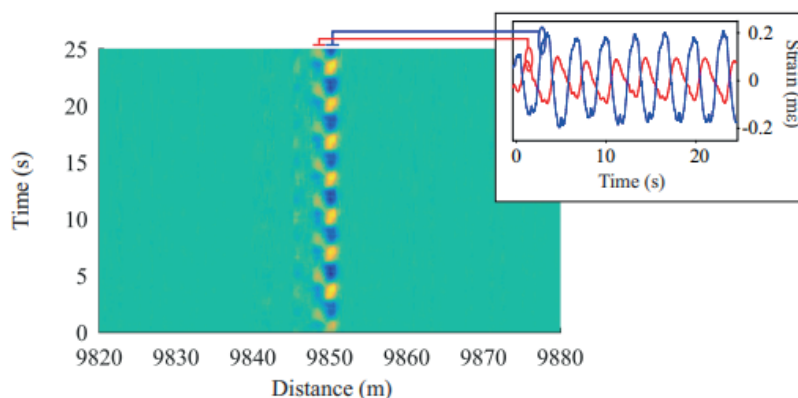


Рисунок 3 – Определение расстояния до места воздействия [4]

Данная система мониторинга с высокой точностью способна определять расстояние до оказываемого механического воздействия, механическое напряжения. Однако, конструктивно данное устройство является сложным и дорогостоящим. Причем, зависимость выявлялась при постоянной температуре и отсутствии внешних воздействий, вызванных помехами, что может вызвать сложность при полноценной эксплуатации решения, когда на оптическое волокно дополнительно оказывают воздействие вибрации при движении живых существ, техники, а также при изменении температуры.

Следовательно, в любой системе мониторинга на основе ВОД необходимо учитывать влияния помех на измерение. Один из основных способов учета шума в сигнале является интеллектуальная обработка с применением искусственного интеллекта [4]. По данным причинам, была предложена система мониторинга с применением камеры в качестве измерительного устройства [5]. Принцип работы заключается в том, чтобы сигнал поступал с источника светового излучения (ИСИ) длиной волны 650 нм, состоящую из источника постоянного тока 1, фильтра 2 и полупроводникового лазера 3, в измерительную часть (ИЧ), выполненную в виде оптического коммутатора 4 с максимальным количеством каналов, как показало исследование, достигающим четырех, к которым подключены волокна 5-8 (рисунок 4). Сигнал возвращаясь через коммутатор 4 поступает на поверхность фотоматрицы четырех камер 9-12, откуда информация поступает в интеллектуальное устройство принятия решений (ИУПР), в которую входит блок предварительной обработки 13, подключенный к устройству согласования 14, определяющему на какой канал было оказано воздействие, и вычислительное устройство 15, подключенное по USB-кабелю к устройству 14. В качестве 15 используется как персональный компьютер, так и ноутбук с программой, выполняющей подсчет количества пикселей, на основе которого определяется расстояние до оказываемого воздействия.

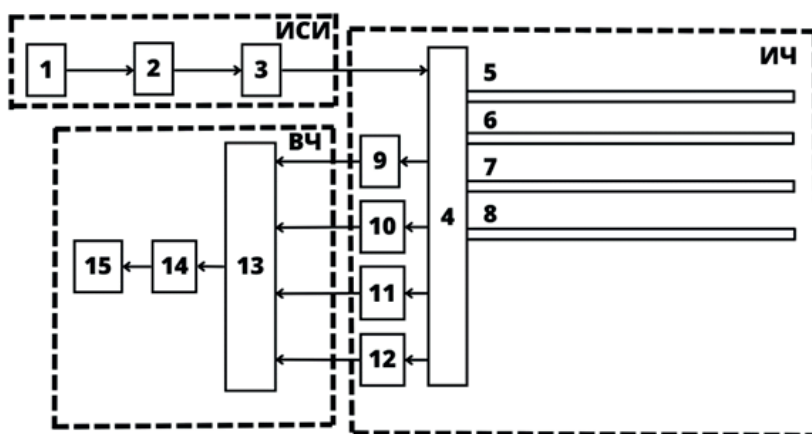


Рисунок 4 – Структурная схема устройства

В заключении предложенная система отличается от существующих простой схемой и малой стоимостью датчиков, однако требует изменение структуры для увеличения количества измерительных каналов. Причем, необходимость применения искусственного интеллекта повышает стоимость такой системы.

### Список литературы

1 Удд Э. Волоконно-оптические датчики. Вводный курс для инженеров и научных работников [Текст]: учебник // Э. Удд - Москва: Техносфера, 2008. - 520 с. - ISBN 978-5-94836-191-8

2 Ткаченко А. Ю., Лобач И. А., Каблуков С. И. Оптический частотный рефлектометр на основе самосканирующего волоконного лазера [Текст] / Фотон-экспресс // -2019. №ВКВО. -С. 44-45. <https://cyberleninka.ru/article/n/opticheskiy-chastotnyy-reflektometr-na-osnove-samoskaniruyuschego-voлокonnogo-lazera>

3 Masoudi A., Pilgrim J.A., Newson T.P., Brambilla G. Subsea Cable Condition Monitoring With Distributed Optical Fiber Vibration Sensor [Text]/ Journal of Lightwave Technology // -2019. -Vol. 37. Issue. 4. -P. 1352-1358. (Scopus) <https://doi.org/10.1109/JLT.2019.2893038>

4 Wang P., Lv Y., Wang Y., Liu X., Bai Q., Zhang H., Jin B. Adaptability and Anti-Noise Capacity Enhancement for  $\phi$ -OTDR With Deep Learning [Text]/ Journal of Lightwave Technology // -2020. -Vol. 38. Issue. 23. -P. 6699-6706. (Scopus) <https://doi.org/10.1109/JLT.2020.3016712>

5 Yugay V., Mekhtiyev A., Neshina Y., Alkina A., Gazizov F., Afanaseva O., Ilyashenko S. Fiber-Optic System for Monitoring Pressure Changes on Mine Support Elements [Text]/ Sensors. 2022 // Vol. 22. Issue 5. -P. 1735-1755. <https://doi.org/10.3390/s22051735>

ӘОЖ 621.311.24

### АРНАЙЫ ДИЗАЙНДАҒЫ ЖЕЛ ҚОНДЫРҒЫСЫ АВТОНОМДЫ АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ТҰТЫНУШЫЛАРЫ

<sup>1</sup>Қайдар А.Б., 3 курс докторанты

<sup>1</sup>Исенов С.С., т.ғ.к., қауым. проф.

<sup>2</sup>С.К. Шерьязов, т.ғ.д., профессор

<sup>1</sup>С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана қ.  
<sup>2</sup>«Оңтүстік Орал мемлекеттік аграрлық университеті», Челябинск қ., РФ

Энергияны тұтынудың өсуі жағдайында электрмен жабдықтау жүйесіндегі шығындарды азайту маңызды. Бұл әдетте қуаты аз автономды тұтынушыларға қатысты, ал ауыл шаруашылығында электр энергиясын тұтыну маусымдық сипатта болуы мүмкін, бұл үлкен шығындарға әкеледі [1, 2].

Жаңартылатын энергияны пайдалану органикалық отынды алмастыру арқылы тұтынылатын энергия шығындарын азайтуға мүмкіндік береді [3,4]. Қазақстан Республикасының климаттық және табиғи жағдайлары пайдалану үшін кең мүмкіндіктер береді жел энергиясы.

Бұл мәселені арнайы дизайнды қолдана отырып, жел қондырғысын жақсарту арқылы шешуге болады. Генератордың зәкірлік және индукторлық бөліктерін жекелеген қарама-қарсы айналатын жел дөңгелектерінен айналдыру қағидаты ұсынылады, оның жаңалығы ҚР № 31254, 15.06.2016, бюл.патентімен қорғалған № 6 [5].

Жел генераторларының негізгі проблемасы - олар жел ағынының жылдамдығының тар диапазонында жұмыс істейді, атап айтқанда 4-6 м/с-тан 11-14 м/с-қа дейін [6]. Жел электр станциялары жел дөңгелегінің айналуы басталатын желдің минималды жылдамдығымен сипатталады, әдетте 2-3 м/с және жел генераторы номиналды қуатты дамытқан кезде желдің жұмыс жылдамдығы [2, 7].

Желдің жылдамдығы 14 м/с-тан жоғары болған кезде зақымдануды болдырмау үшін жел генераторының қалақтарының айналу жылдамдығын балласт кедергісімен немесе қалақтың шабуыл бұрышын өзгерту немесе қалақты қатты бекіту сияқты механикалық тәсілдермен шектеу қажет және т. б. [8].

Техникалық әдебиеттерді талдау және патенттік пысықтау жел дөңгелектерін жетілдіру бағытында көптеген әзірлемелер бар екенін көрсетті, бірақ олардың көпшілігі нақты мәселені шеше отырып, тыныштықтан дауылға дейін өзгертін әлсіз жел жағдайында оларды тиімді қолдануға мүмкіндік бермейтін бірқатар сипаттамаларға ие [9, 10].

Желдің бағытына сәйкес келетін айналу осі бар жел генераторында екі айналмалы жел дөңгелегі бар, олардың бірі жел дөңгелегі роторға, ал екіншісі генератор статорына бекітілген, ротор білігі ток сақиналары бар қуыс сыртқы статор білігінің ішінде орналасқан, сыртқы білігі бекітілген. мойынтіректер арқылы гондоланың денесі. Сонымен қатар, жел доңғалақтарының ауданы аз болған кезде электр энергиясын өндіруді ұлғайтуға, пышақтың ұзындығын азайтуға болады, бұл массалық өлшемдерді қысқартуға мүмкіндік береді және осылайша қондырғының сенімділігін арттырады. Жел генераторы желдің төмен жылдамдығымен номиналды генерация қуатына шығады. Жел генераторы синхрондауды қажет етпейді және өндірісте де, техникалық қызмет көрсетуде де өте қарапайым.

Қаржыландыру туралы ақпарат. Бұл жұмыс Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитетінен гранттық қаржыландыру шеңберінде қаржыландырылатын № АР14872147 ЖРН жобасын іске асыру барысында алынған нәтиже болып табылады.

Қорытынды. Техникалық нәтиже – жел энергиясын тиімдірек пайдалану, желдің төмен жылдамдығында механикалық энергияны өндіру мүмкіндігі. Алайда, ұсынылған жел қондырғысы үшін негізгі параметрлер жеткілікті зерттелмеген, жел ағынының кіріс энергиясын және жалпы қондырғының жұмыс режимін ескере отырып, оларды анықтау және оңтайландыру әдістерін әзірлеу қажет.

### Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1 Sheryazov S.K. Methodology of Renewable Sources Efficient Use [Text] / In the Proceedings of the VI international research and practice conference "European Science and Technology". Germany: 2013. -P.343-347.

2 Шерьязов С.К. Возобновляемые источники в системе энергоснабжения сельскохозяйственных потребителей [Текст]: Монография. // С. К. Шерьязов. – Челябинск: ЧГАУ, 2008. - 300 с.

3 Цугленок Н.В. Рациональное сочетание традиционных и возобновляемых источников энергоснабжения сельскохозяйственных потребителей [Текст]: Монография. // Н.В. Цугленок, С.К. Шерьязов, А.В. Бастрон. - Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2012. - 322 с.

4 Шерьязов С.К. Разработка метода определения параметров ветропарка [Текст] / С.К. Шерьязов, М.В. Шелубаев // Вестник КрасГАУ. – 2014. - Вып. 10. – С. 182-187.

5 Патент РК 31254. Ветрогенератор со встречно вращающимися ветроколесами. Кайдар А.Б., Шапкенов Б.К. от 15.06.2016, Бюл. № 6.

6 Кайдар А.Б., Шапкенов Б.К., Падруль Н.М. Повышение эффективности преобразования энергии ветра [Текст] / Материалы международной научно-технической кон-

ференции «VI чтения Ш. Шокина», Государственный университет им. С. Торайгырова, Павлодар, С. 204-210.

7 S.K. Sheryazov, S.S. Isenov, A.B. Kaidar CLASSIFICATION OF WIND ENERGY CONVERSION SYSTEMS [Текст]/ Научный журнал Вестник Торайгыров университета. Энергетикалық сериясы. Павлодар, -2020. -№ 3. - С. 356-364.

8 Кайдар А. Б., Шапкенов Б. К., Кислов А. П., Марковский В.П. Новые ветроколеса с улучшенными энергетическими показателями. Перспективы строительства ветроэлектростанций на территории Казахстана [Текст]/ Вестник ПГУ, Энергетическая серия, 2015. -№ 2. - С. 46-53. ISBN 1811-1858.

9 Sheryazov, S. K.; Shelubaev, M. V.; Obukhov, S. G. Renewable Sources in System Distributed Gen-eration [Text] / International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing, ICIEAM 2017. DOI: 10.1109/ICIEAM.2017.8076247.

10 Кайдар А. Б., Шапкенов Б. К., Кислов А.П., Марковский В.П. Перспективы строительства ветроэлектростанций на территории Казахстана [Текст]/ Вестник ПГУ, Энергетическая серия, -2015. - № 2. - С. 53-61. ISBN 1811-1858.

**УДК 621.315.2**

## **ОБЗОР МЕТОДОВ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПОВРЕЖДЕНИЙ ПРОТЯЖЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ПОМОЩЬЮ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ ЛИНИЙ НА ОСНОВЕ Ф-OTDR**

*Мехтиев А.Д., ассоц. профессор*

*Кириченко Л.Н., докторант 1 курса*

*Казамбаев И.М., докторант 1 курса*

*Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина  
г. Астана*

Разрушения протяженных конструкций таких как мосты, дамбы, силовые кабели являются серьезной проблемой, которая может привести к трагическим последствиям [1,2]. Причинами подобных разрушений могут являться как природные явления, такие как оползни, так и нарушения при проектировке и строительстве конструкций [3,4]. Поэтому важна своевременная идентификация трещин и повреждений таких конструкций, которая может предотвратить серьезные аварии на начальном этапе. Трудность вызывает то, что осмотры на целостность конструкций и проверки дефектоскопии проводятся периодически согласно стандартам и правилам, либо лишь в случае обнаружения видимых трещин. Особую сложность вызывают скрытые части конструкций, которые недоступны периодическому осмотру и использованию методов дефектоскопии. Альтернативным методом непрерывного мониторинга повреждений протяженных конструкций является использование волоконо-оптических линий. Оптическое волокно закладывается в конструкцию на этапе строительства, поэтому установить подобную систему в уже построенное сооружение не представляется возможным. Конструктивно оптическое волокно представлено на рисунке 1. Преимуществом использования оптического волокна является возможность построения распределенной системы мониторинга, способной идентифицировать повреждение и передавать информацию на большие расстояния.



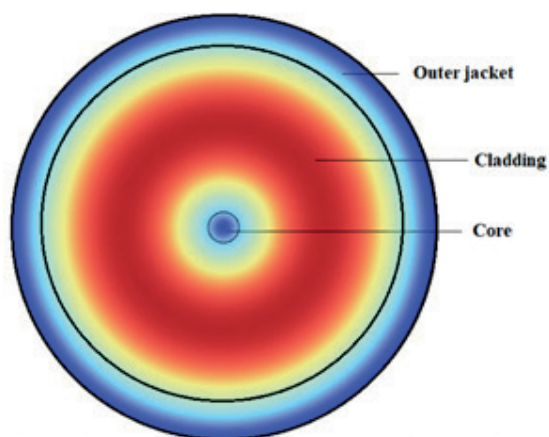


Рисунок 1 – Конструкция оптического волокна

В системах мониторинга применяют различные методы и подходы для идентификации повреждений протяженных конструкций с помощью оптоволокна. Наиболее популярным инструментом является использование фазочувствительного оптического рефлектометра (φ-OTDR). Данный метод основан измерении отражения зондирующих сигналов вследствие Релеевского рассеяния и Френелевского отражения, которые посылает φ-OTDR по линии оптического волокна. В [5] предложена многопараметрическая система мониторинга силового кабеля основным инструментом является φ-OTDR. Основным недостатком подобных систем является чувствительность к помехам и шумам. Поэтому для исключения или уменьшения влияния помех на корректность работы, увеличения точности применяют искусственный интеллект. В [5] авторами статья для уменьшения искажений сигналов и увеличения точности помимо многопараметрической системы мониторинга силового кабеля разработана платформа анализа данных, основанная на Data Mining. На рисунке 2 показана конструкция платформы дистанционного мониторинга оптического кабеля.

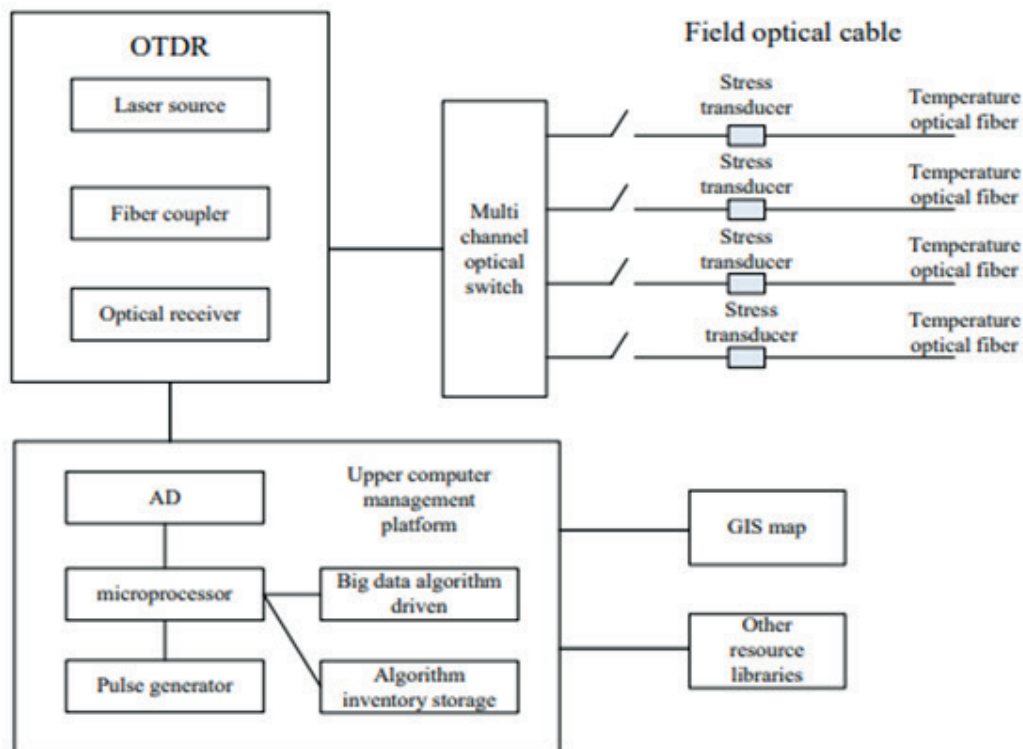


Рисунок 2 - Конструкция платформы дистанционного мониторинга оптического кабеля

Данная система позволяет параллельно отбирать многоканальные параметры состояния с несколькими параметрами. Большие данные, хороший инструмент аналитики и в системах инженерных системах мониторинга чаще используется как составляющая машинного обучения, которая позволяет нейросетям обучаться. Поэтому более популярным направлением применения искусственного интеллекта в системах идентификации повреждений в протяженных объектах, является использование машинное и глубокое обучения.

В [6] разработана система мониторинга с применением разностного сигнала фазочувствительной рефлектометрии и систем глубокого обучения. На рисунке 3 представлена конструкция данной схемы. Основным отличием данной системы является применение оптического усилителя EDFA и фильтра для уменьшения помех и шумов. Это является как плюсом, так и недостатком системы, т.к. усложняет ее структуру.

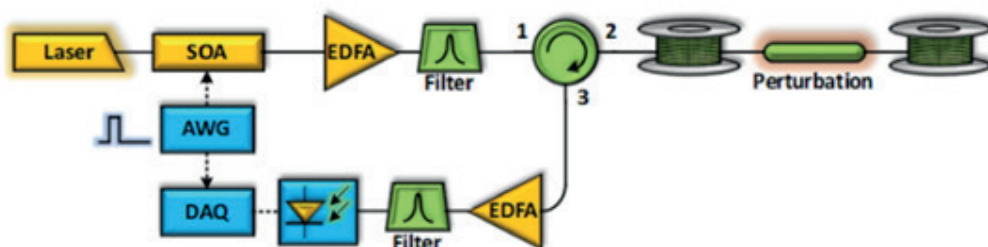


Рисунок 3 – Конструкция системы мониторинга с применением глубокого обучения

В статье [7] предложена система идентификации на основе ф-OTDR. Данная система использует метод временного разделения и определения сигнала для повышения эффективности его обнаружения в средах с повышенным зашумлением. Для анализа полученных сигналов используется метод многомасштабной вейвлет-декомпозиции. На рисунке 4 представлена экспериментальная установка.

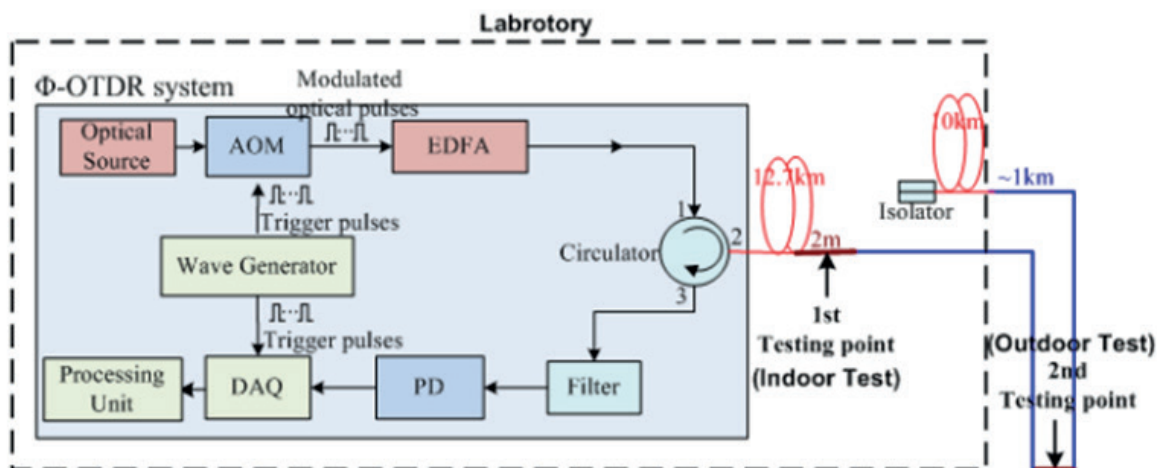


Рисунок 4 – Экспериментальная установка

В качестве интеллектуальной части системы используется искусственная нейронная сеть (ANN) и алгоритм BP. Результаты проведенных экспериментальных испытаний: Identification Rate (IR) - 89.19%, Probability of Detection (PD) - 86.15%, and Nuisance Alarm Rate (NAR) - 1.75%. Применение данной нейронной сети эффективно, но показывает более низкие результаты точности в сравнении с подобными системами, которые используют CNN нейронные сети [8].

При проектировании систем идентификации технического состояния протяженных объектов также возможно использовать сразу несколько методов и подходов, поскольку это позволяет усилить систему и компенсировать недостатки одного из методов.

В [9] использовали  $\phi$ -OTDR систему и решетками Брегга. Решетки Брегга также являются одним из популярных направлений при разработке подобных систем идентификации. Такая комбинированная система позволяет более точно определять место повреждения, уменьшать шумы и помехи в виде механических и температурных перенапряжений. На рисунке 5 показана экспериментальная установка, которая состоит из акустооптических модуляторов (AOM1, AOM2), фотодетектора (PD), обработка осуществляется специальными системами сбора данных и их дальнейшей обработки (DAQ) и (Data Processing), специальные решетки Брэгга (UWFBG1) – (UWFBGn), устройства циркуляции (Cir) света, которое позволяет добиться поляризации сигнала, и источник импульсов (PG). Использование решеток Брэгга усложняют конструкцию, но позволяют повысить точность определения местоположения повреждения.

В настоящее время получили широкое распространение системы мониторинга и идентификации повреждений протяженных конструкций, которые используют в качестве основного устройства  $\phi$ -OTDR. Такие системы подвержены помехам и шумам, поэтому комбинируются с другими устройствами, например, решетки Брегга и интерферометры. Но более высокую точность идентификации имеют системы, которые используют интеллектуальную составляющую, а именно нейронные сети.

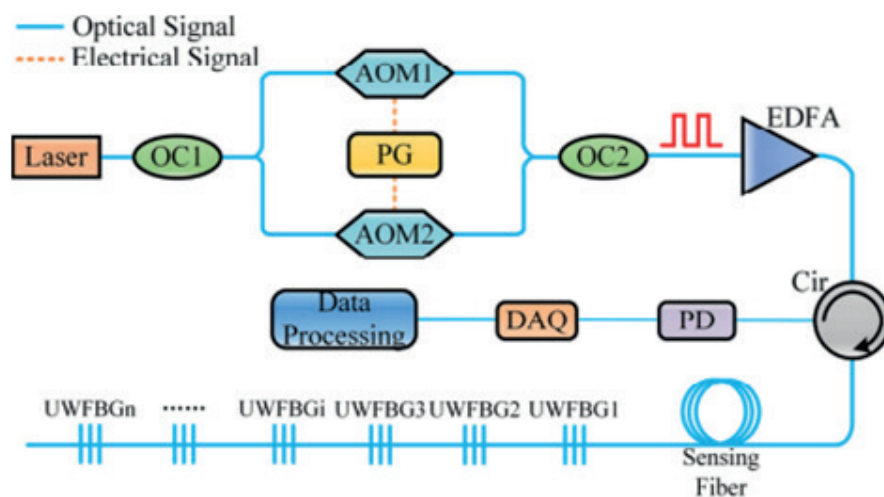


Рисунок 5 – Экспериментальная установка [9]

### Список литературы

- 1 Tayeh B.A., Durdyev S., Abuzuhri I.O., Hosseini M.R. and Thurnell D. Contractors' attitudes towards the factors affecting sustainability performance. Evidence from Palestine [Text] / Business Strategy & Development, 2021. -Vol. 2. -№. 3. -P. 173-179.
- 2 Леденев В.В., Однолько В.Г. Анализ причин аварий зданий и пути повышения их надежности. [Текст]/ Вестник Тамбовского государственного технического университета. -2012. -Vol. 18. -No.2. -P. 449-457.
- 3 Бербеков Ж. В. Неразрушающие методы контроля прочности бетона [Текст]/ Молодой ученый. -2012. -No.11. -P. 20-23.
- 4 Mekhtiyev A.D., Yurchenko A.V., Neshina Y.G., Alkina A.D., Kozhas A.K., Zholmagambetov S.R. Nondestructive Testing for Defects and Damage to Structures in Reinforced Concrete Foundations Using Standard G.652 Optical Fibers [Text] / Russian Journal of Nondestructive Testing, Yekaterinburg: Pleiades Publishing Ltd., -2020 -Vol.56. -№ 7. -P. 179–190. DOI: 10.1134/S1061830920020072

5 Xiaofan W., Shilun Z., Lipeng Z., Liang C., Jianbing, L. Design and implementation of power cable monitoring platform based on Data Mining [Text] / Proceedings - 2020 International Conference on Intelligent Computing, Automation and Systems, ICICAS, -2020. -№ 9402800. -P.467-470. DOI: 10.1109/ICICAS51530.2020.00102

6 M. Adeel et al. Impact-Based Feature Extraction Utilizing Differential Signals of Phase-Sensitive OTDR [Text] / Journal of Lightwave Technology, -2020. -vol. 38. -№ 8. -P. 2539-2546. 15 April 15, 2020, doi: 10.1109/JLT.2020.2966413

7 Wu. H., Xiao S., Li X., Wang Z., Xu J. and Rao Y. Separation and Determination of the Disturbing Signals in Phase-Sensitive Optical Time Domain Reflectometry ( $\Phi$ -OTDR) [Text] / Journal of Lightwave Technology, -2020. - vol. 33. -№ 15. -P.3156-3162. doi: 10.1109/JLT.2015.2421953

8 Che Q., Wen H., Li, X., Peng Z., & Chen K. P. Partial Discharge Recognition Based on Optical Fiber Distributed Acoustic Sensing and a Convolutional Neural Network. [Text] / IEEE Access, doi:10.1109/access.2019.2931040

9 Hong R. Enlarging Dynamic Strain Range in UWFBG Array-Based  $\Phi$ -OTDR Assisted With Polarization Signal [Text] / in IEEE Photonics Technology Letters, -2021. -vol. 33. -№ 18. -P.994-997. doi: 10.1109/LPT.2021.3079186

**UDC 621.311.22(045)**

## **APPLICATION OF A LOW-PRESSURE MIXING TYPE HEATER IN SCHEMES OF STEAM TURBINE INSTALLATIONS OF THERMAL POWER PLANTS**

*Manapova G. A, Faculty of Energy doctoral student  
Kazakh Agrotechnical Research University S. Seifullina  
Astana*

Modern steam turbine plants have a developed regeneration system consisting of five to nine regenerative heaters that heat the feed water in stages. The use of regenerative feed water heating is an effective means of increasing the efficiency of a turbine plant [1].

The feed water is heated up to a certain temperature, which depends mainly on the initial parameters of the steam. As the initial pressure increases, the temperature of the feed water also increases. The efficiency of regeneration also depends on the type, method of switching on regenerative heaters and the quality of their work [1].

Regenerative heaters are divided into mixing and surface. In a surface heater, due to thermal resistance of heat transfer, the temperature of the heated water is lower than the saturation temperature of the heating steam by 3-5°C. This value is called undercooling. Underheating of water to the saturation temperature of the heating steam causes energy loss in the installation. The lower the subcooling, the lower the pressure of the extracted steam at a given temperature of water heating and the greater the work done by it in the turbine. With an increase in subcooling, the efficiency of the installation decreases and excessive fuel consumption appears [1,2].

Therefore, for regenerative heating of water at a power plant, it is possible to use mainly surface heaters and, partially, mixing ones. Mixing heaters are energetically more profitable, since the highest heating of water is possible in them - up to the saturation temperature of the heating condensed steam:

$$T_{wg} = t_{hg} \text{ и } h_{wg} = h_{g'}$$

where  $t_{wg}$  and  $t_{hg}$  are temperatures, and  $h_{hg}$  and  $h_{g'}$  are the enthalpies of heated water and heating steam condensate, respectively [2].

Mixing heaters are cheaper and more reliable than surface heaters, they provide a better water regime for the installation.

Thus, the regenerative scheme with mixing heaters is thermodynamically the most perfect, since there is practically no subcooling and the heat of the heating steam drainage is used with great efficiency.

However, there are a number of difficulties in the implementation of multi-stage regenerative heating of feed water using a mixing heater. One of the most significant is to ensure reliable prevention of water ingress into the flow path of the turbine under various transient conditions. And also, after each mixing heater, it is necessary to install transfer pumps, since the pressure in each subsequent heater along the water flow is higher than in the previous one.

Surface heaters are free from this drawback: it is enough to have a condensate pump pumping water through a group of low-pressure surface heaters (LPH) and a feed pump pumping water through a group of high-pressure heaters (HPH) [2].

The disadvantages of surface LPH are the complexity and high cost of repair work. It is very inconvenient to have two groups of pumps in the feed duct, connected in series without interrupting the flow through the variable hydraulic resistance of the BOU and having different characteristics, which causes difficulties in operation under variable modes [3].

In addition, with the growth of unit capacities of turbines, the design of surface heaters becomes more complicated, the requirements for their efficiency and reliability increase, the relative costs of materials, the cost and labor intensity of manufacturing LPH increase.

To eliminate a number of the listed disadvantages of a low-pressure regenerative system, a combined regeneration system is proposed, in which one surface-type LPH is replaced by a mixing one, heat exchangers with excess steam pressure remain surface. In such a system, the complete removal of carbon dioxide by thermal desorption in mixing heaters was noted. This is where oxygen is removed. The advantages of mixing heaters, in addition, are their low cost, lower metal consumption, and less complexity in manufacturing. In such a scheme, contamination of the feed tract with oxides of Fe and Cu is reduced. Positive factors are also a significant simplification of the circuit, the elimination of heat loss associated with the removal of drainage from P1 to the condenser. Mixing heaters operate without undercooling, thus reducing the heat load of the subsequent surface LPH.

Until recently, in the domestic power industry, only brass of the L-68 brand was used as a material for LPH pipes [4].

The practice of operating block plants for supercritical initial steam parameters has shown, however, that in many cases of operation, and especially with minor violations of the condenser operation mode in relation to the oxygen content in the condensate, LPH brass tubes were the main source of copper removal into the boiler duct and the turbine flow path. This circumstance forced us to reconsider the question of the possibility of using L-68 brass for the manufacture of LPH pipes. For LPH, it is more correct to use stainless steel 1X18H10T. This consideration is one of the most significant reasons that prompted the use of contact (mixing) type heaters in the regeneration of low-pressure turbines.

Since there are no non-ferrous metals in the mixing heaters at all, the removal of copper into the feed path from this thermal element is completely excluded. These heaters are cheaper and simpler in design than surface type heaters because the mixing heaters do not have a piping system. Another positive feature of mixing heaters is the ability to provide additional condensate deaeration in these designs. This possibility is due to the fact that in devices of this type, as well as in deaerators, condensate is heated by contact with heating steam with the possibility of bringing the temperature of the heated water to a saturation temperature corresponding to the pressure in the heater housing. Some, albeit small, increase in the efficiency of the installation when using mixing heaters also speaks in their favor.



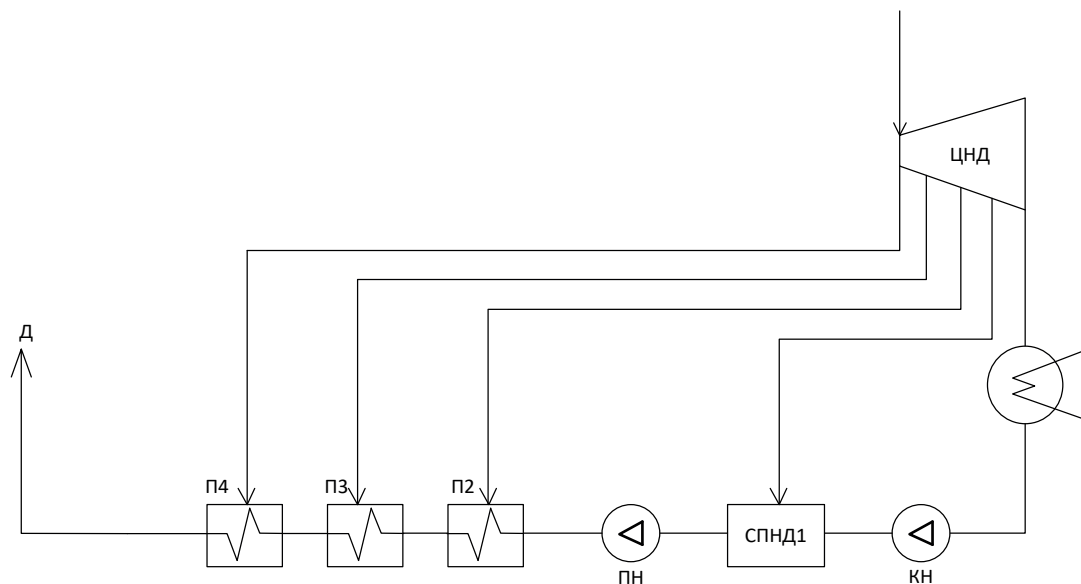


Figure 1 - Diagram of a regeneration system with a mixing heater

LPMH - low pressure mixing heater; TP - transfer pump; CP - condensate pump; D - deaerator; LPC - low pressure cylinder; P2, P3, P4 - low pressure heaters.

Replacing at least one surface LPH with a mixing heater increases the efficiency by 0.2-0.6%, depending on the amount of subcooling in the surface LPH.

The use of a mixing-type heat exchanger in thermal circuits of medium-power steam turbine plants leads to an increase in thermal efficiency and the efficiency of the thermodynamic cycle of the plant as a whole [5,6].

Table 1 - Determination of the additional power of the turbine plant when using the combined regeneration system of the thermal scheme of CHPP-1 in Almaty

Indicator	Result
Enthalpy of condensate, kJ/kg:	
at the entrance to the surface	125,3
P1, $\bar{t}_k$	184,3
at the exit from the surface	205,2
P1, $\bar{t}_{1п}$	339,1
at the outlet of the mixing	389,5
P1, $\bar{t}_{1s}$	494,1
at the exit from surface P2,	
$\bar{t}_{1c}(t_{2p})$	502,8
at the outlet of the mixing P2,	
$(t_{2s})$	
at the exit from P3 in the	
circuit with surface PND, $(t_{3p})$	
in a combined scheme with	
mixing LPH, $(t_{3s})$	
Drainage enthalpy from, kJ/kg:	
П3, $\bar{t}_{др3}$	514,1
П4, $\bar{t}_{др}$	625
Steam enthalpy in the condenser $i_k$ , kJ/kg:	2366

Steam enthalpy in extractions: kJ/kg:	
$i_8$	2520
$i_7$	2745
$i_6$	2900
$i_5$	3030
Condensate consumption, kg/h:	
P1, N <sub>1</sub>	$600 \cdot 10^3$
P2, N <sub>2</sub>	$620 \cdot 10^3$
P3, N <sub>3</sub>	$750 \cdot 10^3$
Power change factor for extractions:	
$e_8$	$e_8 = \frac{i_8 - i_k}{i_8 - \bar{t}_k} = 0,064$
$e_7$	$e_7 = \frac{i_7 - i_k - e_8(t_{1n} - t_k)}{i_7 - \bar{t}_{1n}} = 0,147$
$e_6$	$1 - e_6 = (1 - e_7) \frac{i_7 - t_{dp3}}{\bar{t}_6 - \bar{t}_{dp3}} = 0,202$
$e_5$	$1 - e_5 = (1 - e_6) \frac{i_6 - t_{dp4}}{\bar{t}_5 - \bar{t}_{dp4}} = 0,202$
Additional power, kW	$\frac{N_1(e_7 - e_8)(\bar{t}_{1c} - \bar{t}_{2n})}{860}$ $+ \frac{N_1(e_6 - e_7)[(\bar{t}_{2c} - \bar{t}_{1c}) - (\bar{t}_{2n} - \bar{t}_{1n})]}{860}$ $+ \frac{N_1(e_5 - e_6)(\bar{t}_{2c} - \bar{t}_{2n})}{860}$ $G_1=90$
Increasing the power of the turbine plant due to the elimination of undercooling in the heaters	$\frac{\Delta N_1}{N} = \Delta \eta \cdot \eta = 0,21$

## References

- 1 Fedorov V. A., Mil'man O. O., «Kondensatory paroturbinnih ustanovok» [Capacitors steam turbines] [Text]: Moscow: Publisher MSTU. NE Bauman. – Moskva: Izdatel'stvo MGTU im. N.E. Baumana, 2013. – 560 p.
- 2 Ryzhkin V. Y., «Teplovye elektricheskie stancii» [Thermal power plants: For university students] [Text]: Dlya studentov vuzov. 3-e izd., - Moskva: Energoatomizdat, 1987.- 328 p.
- 3 Tarasov E. V., Zhinov A. A., «Research of efficiency of vocational bezdeaeratorynyh schemes with mixing heaters» [High Tech in the machinery and mechanical engineering, and the development of innovation activities in high school] [Text]/ Materials of regional scientific-technical conference in April 2016, the Kaluga - Univ. MSTU. NE Bauman, 2016.
- 4 Ermolov V. F., Permyakov V. A., Efimochkin G. I., Verbickij V. L., «Smeshivayushchie podogrevateli parovyh turbin». [Mixing heaters of steam turbines] –Moskva: Energoizdat, 1982. – 208 p.

5 Galashev N. N., «Тепломеханическое and accessory power» [Text]: Textbook / NN Galashev; [National Research Tomsk Polytechnic University] - Tomsk: Publishing house of Tomsk Polytechnic University, 2010. - 244 p.

6 Rogalev, Comparative analysis of low-grade heat utilization methods for thermal power plants with back-pressure steam turbine [Text] / Nikolaya Rogalev N.; Kindra, Vladimir Kindra V.; Komarov, IvanKomarov I.; Osipov, Sergey Osipov S.; Zlyvko, Olga Zlyvko O.; Lvov, Dmitrii, // -2021. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85121478262&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=78e7b06e6bf712ab6f9ab5b4c5b2958f&sot=b&sdt=b&s=%29&sl=132&sessionSearchId=78e7b06e6bf712ab6f9ab5b4c5b2958f>

**УДК 656.254.5**

## **АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ КАБЕЛЕЙ**

*Мусагажинов М.Ж., докторант  
Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина  
г. Астана*

Волоконная оптика – это способ передачи информации через оптические волокна. Оптическое волокно - это тонкая нить из стекла или пластика, которая служит средством передачи, по которому передается информация. Таким образом, он выполняет ту же основную функцию, что и медный кабель, передающий телефонный разговор, компьютерные данные или видео. Однако, в отличие от медного кабеля, оптическое волокно переносит свет вместо электронов. При этом он обладает множеством неоспоримых преимуществ, которые делают его предпочтительным средством передачи информации [1].

В последнее время одним из наиболее перспективных и развивающихся направлений построения сети связи в мире являются ВОЛС. Широкое применение волоконно-оптических телекоммуникационных систем в сетях связи обусловлено рядом их преимуществ по сравнению с электрически кабельными системами связи.

Передача информационных и шумовые импульсных сигналов в оптическом волокне может быть осуществлена двумя режимами – асинхронным и синхронным. Кроме того, передача информационного и шумового сигнала через оптическое волокно может быть однонаправленным и двунаправленным. При однонаправленной передаче информационный и шумовой оптические сигналы вводятся через один и тот же конец оптического волокна, в котором оба сигнала имеют одинаковое направление распространения в оптическом волокне. При двунаправленной передаче информационный и шумовой оптические сигналы вводятся из противоположных концов оптического волокна, в котором сигналы имеют противоположное направление распространения в оптическом волокне. При однонаправленном асинхронном режиме передачи в оптическом волокне информационный и шумовой оптические сигналы между собой не синхронизированы. Поэтому расположенных по времени импульсов, информационного и шумового сигналов относительно друг друга является переменным и изменяется случайным образом [2,3].

В соответствии с потребностями системы используется унифицированная система онлайн-мониторинга оптического кабеля, основанная на интеллектуальном облачном программном обеспечении. Система мониторинга состоит из центрального сервера и нескольких распределенных хостов. Топология архитектуры системы мониторинга показана на рисунке.

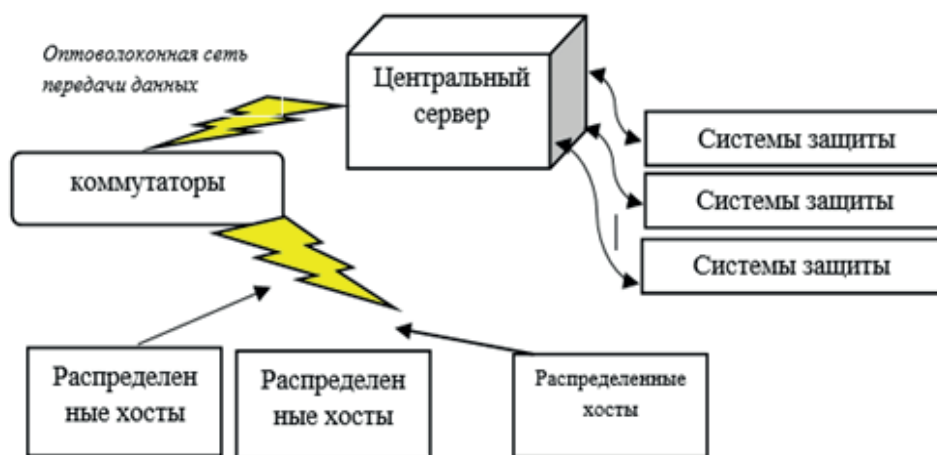


Рисунок 1 – Топология системы передачи информации

Каждый распределенный хост может поддерживать измерение по умолчанию по 32-канальной оптоволоконной линии связи и может открывать или закрывать соответствующие порты измерения в соответствии со своими собственными требованиями к тестированию.

Сервер выполняет функции установления тестовой топологии оптического волокна для каждого тестового узла, управления пользователями, резервного копирования тестовых данных и переадресации сигналов тревоги. Распределенный хост отвечает за проверку и тестирование оптоволоконных линий и хранение данных о неисправностях [4,5].

Система информационного мониторинга и управления сетью связи на большинстве предприятий является относительно отсталой, что приводит к неспособности предприятий сформировать интегрированную информационную бизнес-платформу. В настоящее время информационная платформа поддержки эксплуатации сетей связи и управления техническим обслуживанием многих телекоммуникационных предприятий в основном использует развертывание режим управления, продвигаемый национальной сетью и провинциальной сетью, среди которых IMS, ISS и другие системы мониторинга сети и безопасности для управления эксплуатацией и техническим обслуживанием сети связи, в основном используют платформу, развернутую национальной сетью и провинциальной сетью. Кроме того, телекоммуникационным предприятиям не хватает специального интегрированного централизованного платформа мониторинга работы сети связи. В системе супервизии вся управленческая работа может выполняться только персоналом по эксплуатации и техническому обслуживанию на их соответствующих терминальных узлах, что приводит к отсутствию общего представления об управлении бизнесом [6,7].

В связи с широким использованием современных информационных технологий, криптография становится незаменимым инструментом защиты информации. Использование электронных платежей, возможность передачи секретной информации через открытые сети связи, а также решение большого количества других задач информационной безопасности в компьютерных системах и информационных сетях основаны на криптографических методах. Республике Казахстан необходимо обеспечение необходимыми кадрами, которые способны расследовать подобные преступления, так как на данный момент полиция работает с информационными преступлениями не должным образом, раскрытие преступлений в области информационной безопасности имеет очень низкий уровень, в сравнении со странами Запада, где существуют специализированные отделы по борьбе с киберпреступностью.

## Список литературы

- 1 Ахметов Б.Б. Совершенствование киберзащиты информационно коммуникационных систем транспорта за счет минимизации обучающих выборок в системах выявления вторжений [Текст] / Захистінформації. -2018. Том 20. -№ 1. -С.12-17.
- 2 Об информатизации - ИПС "Әділет" (zan.kz)
- 3 Состояние защиты информации [Electronicresource]. – URL: Ақпараттық қауіпсіздіктің жағдайы қалай - 16.07.2020 | Strategy 2050.kz - обзорно-аналитический портал Казахстана.[Date od Accessed 28.06.2022].
- 4 Яковлев В.А, Комашинский В.В. Оптимизация параметров системы контроля несанкционированного доступа к защищенным волоконно-оптическим линиям связи. «Проблемы информа-ционной безопасности», -1999. - №2. -С. 93.
- 5 Фокин В.Г. Современные оптические системы передачи информации [Текст] : Монография. - Новосибирск: СибГУТИ, 2004. - 207 с.
- 6 Мальке Г., Гессинг П. Волоконно-оптические кабели. Планирование систем. Siemens
- 7 Jenniches S. Assessing the regional economic impacts of renewable energy sources – A literature review [Text] / Renewable and Sustainable Energy Reviewsthis. – 2018. -№93. -С.35-51. (Scopus) URL: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57202076848>

УДК 621.553:6 (045)

### РАЗРАБОТКА ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ МЕЛЬНИЦЫ С ОДНИМ ВАЛКОМ

<sup>1</sup>Алияров Б. К. д.т.н., профессор

<sup>2</sup>Мергалимова А. К., доктор PhD

<sup>3</sup>Омаров А. М., докторант

*НАО "Алматинский университет энергетики и связи имени Г. Даукенова"*

*г. Алматы*

*Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина*

*г. Астана*

На современных тепловых электростанциях твердое топливо сжигается во взвешенном состоянии в топке котла, поэтому энергетики, при оценке качества топлива, поступающего на тепловые электрические станции, уделяют и соответственно определяют следующие характеристики:

1. Размольная способность: определяет производительность и продолжительность работы оборудования дробления и/или измельчения,
2. Сыпучие свойства: влияют на непрерывность поступления угля из различных бункеров,
3. Склонность к окислению: определяет возможное возгорание в штабелях и снижение теплоты сгорания при длительном хранении,
4. Плавкость минеральной части,
5. Абразивность частиц измельченного угля [1].

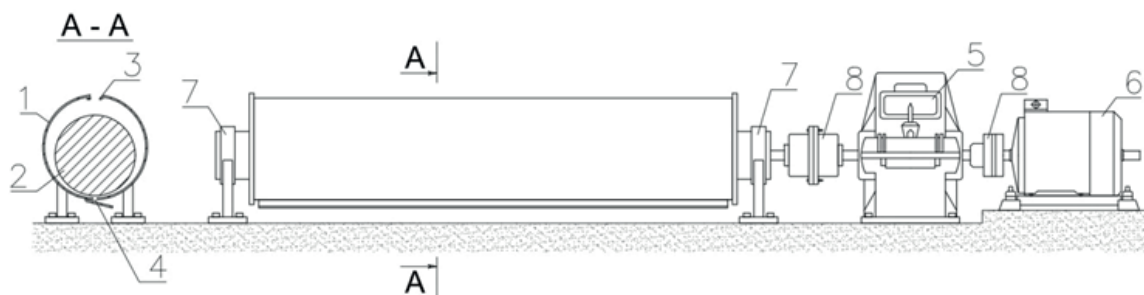
Для измельчения крупных кусков сырого топлива в пригодную для сжигания угольную пыль, твердое топливо проходит процесс подготовки в системе пылеприготовления, заключающийся в предварительном дроблении, подсушке и размоле. В результате получается угольная пыль необходимой тонины помола [2].



В угольной энергетике для размола твердого топлива используются в основном три типа мельниц: шаровая барабанная (ШБМ), молотковая (ММ), среднеходная (СМ) и мельницы-вентилятор (М-В). В шаровой барабанной мельнице в качестве размалывающего органа применяются чугунные шары, которые движутся по круговой в месте с барабаном, а затем падают на уголь с определенной высоты по параболе. Уголь измельчается в результате истирания при относительном перемещении мелющих тел и частиц самого угля, а также вследствие ударов. Молотковые мельницы относятся к классу быстроходных, и размол топлива осуществляется за счет удара бил о поступающие куски угля, а также путем истирающего действия бил по углю в пространстве. Измельчение топлива в среднеходных волковых мельницах происходит раздавливанием кусков угля на вращающемся радиальном столе за счет прижимаемых к слою угля вращающихся стальных шаров или конических валков. Мельницы-вентиляторы выполняют одновременно роль и вентилятора, подсасывающего сушильный агент – топочные газы к мельничной установке, и собственно мельницы. Размол топлива в мельницах-вентиляторах осуществляется практически по принципу чистого удара мелющих элементов – лопаток ротора о частицы топлива, поступающего вместе с сушильным газом ко всасу мельницы-вентилятора. По частоте вращения мельницы-вентилятор относится к классу быстроходных мельниц. Вынос готового измельченного вещества из всех типов мельниц производится подаваемым воздухом. Из данного описания видно, что во всех типах практически исключена возможность измельчения до заданных размеров частиц в самих мельницах и требуемый размер частиц обеспечивается специальными центробежными сепараторами [3].

Помимо этого у каждого типа мельниц имеются и другие недостатки. Например, к недостаткам шаровой мельницы относятся их значительные металлоемкость и износ мелющих тел, сильный шум, а также для обеспечения подъема шаров на требуемую высоту необходимо вращать корпус мельницы вместе с частью поступившего угля, что приводит к повышенным затратам энергии на размол. Молотковые мельницы обладают повышенной чувствительностью к попаданию посторонних предметов, также их недостатком является быстрый износ бил, требующий их частой замены. В среднеходных мельницах усложнена подача размалываемого угля и достаточно сложный вынос готовой угольной пыли. Также недостатком среднеходных мельниц являются повышенные затраты на ремонт, связанный со сложностью конструкции и износом мелющих органов: шары или валки и элементы размольной плиты. К недостаткам мельницы-вентилятора относятся ограниченность области применения (для размола мягких влажных бурых углей и фрезерного торфа) и низкая экономичность. Распределение получаемой смеси (в молотковых или среднеходных мельницах) между горелками (слабо регулируемое) производится в головке сепаратора [4].

В связи с этим предлагается конструкция универсального размалывающего устройства, в виде двух, не соосно расположенных, цилиндров, в котором измельчителем служит внутренний вращающийся цилиндр (рисунок 1). При таком размещении цилиндров поперечный размер пространства между цилиндрами по ходу движения угля меняется от величины, равной разнице между радиусами внешнего и внутреннего цилиндров до полного контакта между поверхностями двух цилиндров. За счет изменений диаметра внутреннего цилиндра существует возможность использовать данную мельницу для размола различных фракций, чем и обуславливается универсальность конструкции.



1 - внешний цилиндр; 2 - внутренний размалывающий цилиндр; 3 - направляющая для засыпки топлива; 4 - направляющая для вывода размолотого продукта; 5 - редуктор для регулировки скорости вращения внутреннего цилиндра; 6 - привод редуктора; 7 - опоры мельницы; 8 - муфтовые соединения вала

Рисунок 1 - Схема несоосного универсального размалывающего устройства

Процесс измельчения в этой мельнице происходит примерно по следующей последовательности: размалываемый уголь из бункера (так называемого БСУ - бункера сырого угля) поступает в зазор по образующей внешнего цилиндра с требуемой шириной и с протяженностью равной 0.7 - 0.9 длины внутреннего цилиндра. Однако, ширина входного зазора не должна превышать разницу между диаметрами внутреннего и наружного цилиндров для предотвращения застревания кусков угля. Наличие такого протяженного зазора с заметным размером практически исключает любое ограничение по объему поступления угля. Затем, поступивший уголь, за счет собственного веса и за счет «протягивания» вращающимся внутренним цилиндром, перемещается от места ввода размалываемого угля к месту выхода готовой угольной пыли. Это приводит к тому, что на каждом участке движения угля происходит «раздавливание» только тех кусков угля, размер которых превышает величину зазора между цилиндрами в этом месте (в традиционных валковых мельницах раздавливаются и измельченные частицы угля. Измельченный уголь удаляется через щель, также по образующей внешнего цилиндра, в нижней части. При этом истечение пыли из выходных щелей должно происходить без проблем за счет того, что угольная пыль обладает свойством текучести как жидкость.

Из описания на рисунке 1 видно, что предлагаемая конструкция мельницы сочетает в себе достоинство шаровой мельницы – размол угля происходит в объеме барабана и достоинство валковой мельницы – размол достигается раздавливанием. Кроме того, эта конструкция имеет и свое «собственное» достоинство – достигается постепенное измельчение угля по окружности внутреннего цилиндра, что снижает затраты энергии на размол, даже относительно среднеходных мельниц.

Возможность размещения мельниц на каждой стороне топki позволяет устанавливать близкие по длине пылепроводы для каждой горелки. Возможность установки за бункерами угольной пыли питателей для каждой горелки обеспечит, поступление в каждую горелку требуемого количества топлива при существующем регулировании количества воздуха. При такой схеме подачи угольной пыли и воздуха в горелки, температура аэро-смеси (один из значимых факторов в процессе воспламенения угольного факела) ограничивается только достижимой температурой нагрева воздуха в подогревателе воздуха.

В предлагаемой конструкции сохранен основной принцип работы валковых мельниц – измельчение угля раздавливанием, которое происходит в зазоре между внутренней поверхностью внешнего цилиндра (что представляет собой размольный стол) и наружной поверхностью внутреннего цилиндра (своего рода аналог работы конусных дробилок). Раздавливающее усилие определяется весом внутреннего цилиндра и скоростью его вращения (аналог ударных дробилок).

В результате предлагаемая мельница с цилиндрическими валками представляет собой своеобразный вариант валковых среднеходных мельниц (МВС). При этом, предлагаемую мельницу, правильнее будет называть «мельницы малого хода» т.к. число оборотов мелющего органа менее 10 об/мин, близко к частоте вращения барабана шаровой мельницы. Однако, в отличие от валковых мельниц, в которых подвижными частями являются как размольный стол, так и оба конических волка, в предлагаемой конструкции подвижным узлом является только внутренний цилиндр. Данный факт свидетельствует о более высокой надежности цилиндрической мельницы. Еще одним сходством является то, что раздавливание угля внутренним цилиндром осуществляется за счет веса самого цилиндра. Возможность перемещения выходного зазора различной ширины (которых может быть и несколько) для готовой угольной пыли (размещаемого также практически по всей длине внешнего цилиндра) по периметру внешнего цилиндра обеспечивает получение частиц угля требуемого размера без сепараторов, неизбежно присутствующих в других мельницах.

Процесс размала топлива сопровождается износом поверхности мелющих органов. В связи с тем, что скорость движения размалывающей поверхности незначительна (на уровне 1-2 м/сек) абразивный износ мелющих органов будет весьма замедленным. Восстановление мелющей поверхности будет производиться за очень короткий промежуток времени, т.к. для этого потребуется всего лишь извлечение и замена или восстановление наружной поверхности внутреннего цилиндра и внутренней поверхности наружного цилиндра. За счет чего увеличивается цикл работы мельницы между отказами из-за поломки. Можно отметить, что износ наружных стенок объема измельчения наблюдается во всех типах известных мельниц.

### Список литературы

- 1 Aliyarov B.K. METHODOLOGY AND EXPERIMENTAL SETUP FOR THE STUDY OF RELATIVE ABRASIVENESS OF BULK SOLIDS [Text]/News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences, 2022. –P.14-22. (Scopus) <https://library.kazatu.kz:2057/record/display.uri?eid=2-s2.0-85125096579&origin=resultslist&sort=plf-f>
- 2 Делягин Г.Н., Лебедев В.И., Пермяков Б.А.. Теплогенерирующие установки [Текст]: Учеб. для вузов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: ООО "ИД "БАСТЕТ"", 2010. – 624 с.
- 3 Хзмалян Д.М., Каган Я.А. Теория горения и топочные устройства [Текст] / «Энергия». 1976. – 488 с.
- 4 М.А. Стырчиков, К.Я. Катковская, Е.П. Серов Котельные агрегаты [Текст] / - Москва, Госэнергоиздат, 1958. - 488 с.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

*Рысбаева Г.Б., докторант,  
Умурзакова А.Д., старший преподаватель  
Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина  
г. Астана*

Цифровизация всех отраслей Казахстана, в том числе и сельского хозяйства, является основным вектором развития страны за последние несколько лет [1]. Цифровизация для сельского хозяйства – это снижение человеческого участия, повышение производительности, качества и конкурентоспособности продукции и отрасли. На смену приходят «умные» агротехнологии, которые обеспечиваются благодаря машинному обучению и нейросетям, цифровым платформам, 3D печати, робототехнике, биосенсорам и Big Data. Возможности для модернизации отрасли огромны. Сельское хозяйство в мире превращается из традиционной в высокотехнологичную отрасль, которая способна создать новые рынки для инновационных решений и разработок, не существовавших ранее для решения большого количества практических задач. Настало время, когда интеллектуальные цифровые решения должны помочь сельскому хозяйству страны справиться с проблемами повышения производительности труда в отрасли и ее устойчивого развития. Сельское хозяйство наиболее уязвимая отрасль экономики от природных явлений, во многом зависящая от климатических факторов [2].

Асинхронные двигатели (АД) занимают главенствующее положение в современном сельском хозяйстве, благодаря простоте и технологичности конструкции, высоким энергетическим показателям и эксплуатационной надежности. Как правило, АД используются сезонно, часто недогружены по мощности, а качество питающего напряжения не всегда соответствует установленным эксплуатационным параметрам [3].

Надежная и долговременная работа АД сельскохозяйственного назначения (АДСН) зачастую определяет эффективность всех производственных процессов в сельском хозяйстве, ведь выход из строя электродвигателя (ЭД) приводит к полной или частичной остановке электрооборудования и механизмов, нарушению технологических циклов работы.

Применяемые методы и средства диагностического управления в целом малочувствительны к изменениям основных рабочих параметров и энергетических показателей машины, особенно на ранних стадиях их возникновения по сравнению с неисправностями. Необходимы дополнительные целенаправленные усилия для диагностики поражений на ранних стадиях на основе конкретной диагностической информации, наиболее чувствительных и информативных параметров или признаков.

В связи с этим поднимается вопрос о необходимости разработки автоматизированной системы диагностики и контроля состояния АДСН с использованием «умных» технологии, то есть искусственных нейронных сетей (ИНС), что позволит получение своевременной информации о состоянии асинхронных двигателей и поможет фермеру принять оптимальное решение.

Нейронная сеть может более эффективным образом заменить неисправные машинные модели, используемые для формализации базы знаний диагностической системы, когда входные и выходные данные выбраны соответствующим образом. Обучая нейронную сеть на данных экспериментальных испытаний исправного ЭД и моделируя неисправный ЭД, диагностическая система может различать исправные и поврежденные электрические машины [4].

Нейронная сеть - это набор нейронов, каждый из которых представляет собой модель биологического нейрона. Каждый нейрон имеет так называемые дендриты, синапсы и аксоны. Дендриты идут от тела нервной клетки к другим нейронам, где они принимают сигналы в точках соединения, называемых синапсами. Принятые синапсом входные сигналы подводятся к телу нейрона. Здесь они суммируются, причем одни входы стремятся возбудить нейрон, другие - воспрепятствовать его возбуждению. Когда суммарное возбуждение в теле нейрона превышает некоторый порог, нейрон возбуждается, посылая по аксону сигнал другим нейронам. В настоящее время широко используются математические модели нейронных сетей. Графически такие модели изображаются в виде графа.

На данном рисунке изображены модель биологического нейрона и простейшая многослойная нейронная сеть прямого распространения, которую также называют перцептроном.

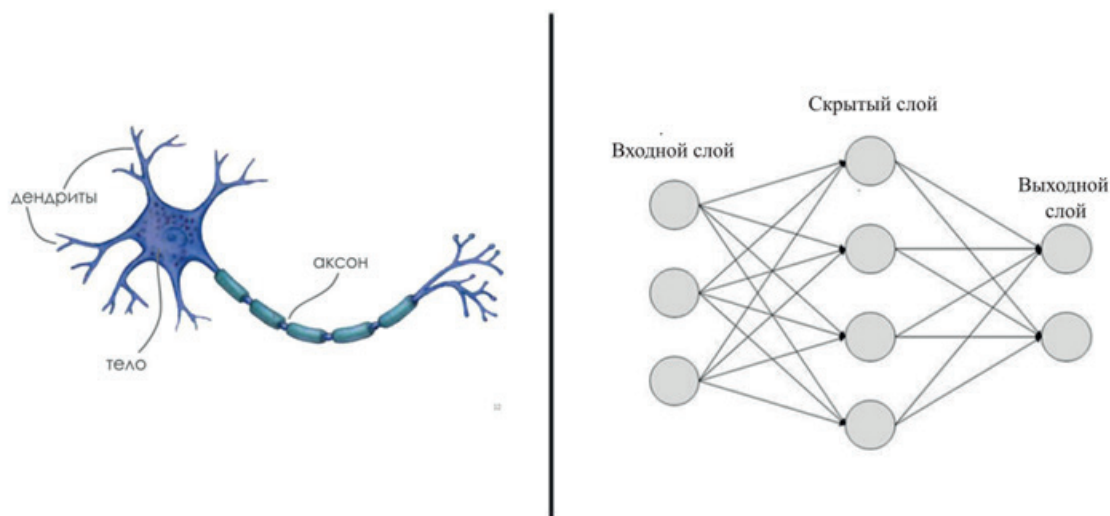


Рисунок 1 - Модель биологического нейрона и графическое представление математической модели нейронной сети прямого распространения

Нейронные сети дают возможность эффективно определять причину и виды повреждения асинхронных электродвигателей, работать с зашумленными данными, избавляя от необходимости применения промежуточных электронных фильтров от помех или фильтрации математическими методами, а также адаптироваться к конкретному типу электродвигателя.

Помимо выбора алгоритмов обработки сигнала и определения способа диагностики асинхронных электродвигателей необходимо разработать аппаратную часть программно-аппаратного диагностического комплекса.

Данный программно-аппаратный комплекс позволит значительно увеличить экономическую эффективность использования промышленных установок с асинхронными электродвигателями, и при этом увеличить срок службы электродвигателей в производстве путем проведения своевременного их ремонта по данным прогнозирования, полученным в результате диагностики.

В настоящее время на кафедре “Эксплуатация электрооборудования” в КазАТУ им. С.Сейфуллина ведутся разработки данного программно-аппаратного комплекса (ПАК). В реализации программной части комплекса планируются решение следующих задач:

- Разработка алгоритма и имитационных моделей ПАК АДСН с применением ИНС;
- Обучение ИНС по данным теоретических исследований в различных режимах работы АДСН;
- Экспериментальные испытания и тестирование ИНС;
- Проверка полученных результатов на основе компьютерного моделирования, лабораторных и промышленных испытаний;



- Разработка технических решений и рекомендаций применения ИНС для АДСН с целью раннего прогнозирования аварийного отключения и безаварийной работы электропривода.

Для снятия экспериментальных данных с датчиков статорных токов, напряжений и угловой скорости ротора асинхронного электропривода предлагается среда программирования LABVIEW, позволяющая проверять адекватность работы нейросетевого наблюдателя на основе экспериментальных данных на лабораторном стенде, функциональная схема которого представлена на рисунке 2.

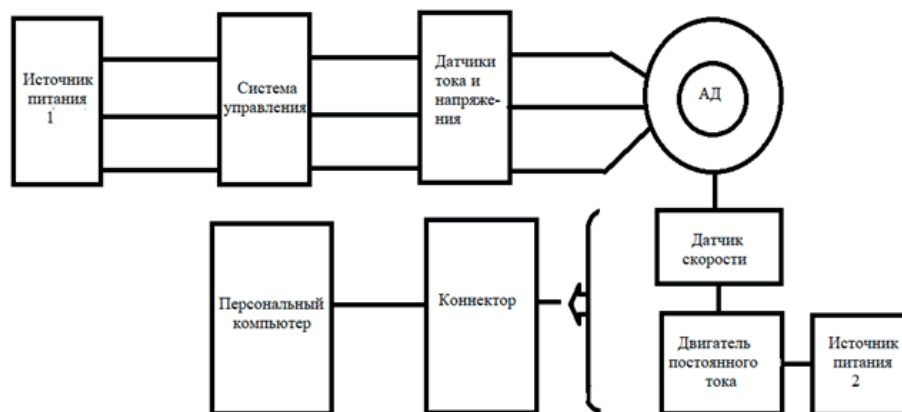


Рисунок 2 – Функциональная схема лабораторного стенда

Данный программно-аппаратный комплекс позволит значительно увеличить экономическую эффективность использования АДСН, и при этом увеличить срок службы электродвигателей в сельском хозяйстве путем проведения своевременного их ремонта по данным прогнозирования, полученным в результате диагностики.

### Список литературы

- 1 Сагинова Б.К., Бименова А.Е. Жылжымайтын мүлік экономикасы [Текст] : Оқулық. / ҚР Білім және ғылым министрлігі, ҚР Жоғары оқу орындарының қауымдастығы. - Алматы: Полиграфкомбинат, 2014. - 220 б. - ISBN 978-601-7427-55-9.
- 2 Байгісіев М.Қ. Жылжымайтын мүлік экономикасы [Текст]: Оқу құралы. / әл-Фараби атын. ҚазҰУ. - Алматы: Қазақ ун-ті, 2003. - 246 б. - ISBN 9965-12-240-6.
- 3 [<https://adilet.zan.kz/kaz/docs/V1800016971>]
- 4 N. Ozeranskaya, R. Abeldina, G. Kurmanova, Zh. Moldumarova, L. Smunyova. Agricultural land management in the system of sustainable rural development in the republic of kazakhstan [Text] / International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET) // -2018. Vol.9. Issue 13. -P. 1500-1513. (Scopus) <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85059564276&origin=resultslist>

## МИКРОФАКЕЛЬНЫЙ МЕТОД СЖИГАНИЯ И УСТРОЙСТВА

*Сапаргалиева А.Н., докторант 1 курса  
Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина  
г.Астана*

Проведенный анализ современных методов и конструкций КС дает возможность проанализировать и поставить основные требования к ним. Согласно [1-3] современные КС газовых турбин должны соответствовать следующим критериям:

- высокий коэффициент полноты сгорания топлива. Современные КС должны иметь  $\eta_c = 98,5 \div 99,5\%$ ;
- малые гидравлические потери давления;
- высокую теплонапряженность рабочего объема;
- малую температурную неравномерность температур на выходе из КС, для обеспечения надежной работы турбины;
- быстрый и надежный пуск. Стабильную работу по всем диапазоне нагрузок;
- долговечность конструкций, высокую надежность;
- отсутствие дыма, нагара и токсичных веществ.

Анализ разных способов и принципов горения микрофакельных устройств, показал особенности микрофакельного сжигания, который может максимально близко приблизиться к требованиям предъявляемым к КС представленных выше. Микрофакельное горение является разновидностью зонного горения [4].

Анализ основных причин образования оксидов азота в различных устройствах и перспектив развития энергетики показал, что традиционные способы сжигания топлива не обеспечивают требуемых параметров. Повышения эффективности сжигания топлива можно получить при использовании микрофакельного горения.

Несмотря на ограниченный объем экспериментальных данных по применению микрофакельного сжигания в КС, различными авторами [5] отмечаются следующие положительные качества данного метода: низкие потери напора газа, уменьшение габаритов конструкций, пониженные неравномерности температурного поля на выходе из КС, низкие показатели выхода оксидов азота с продуктами сгорания, уменьшенные радиационные потери.

Микромодульные камеры сгорания и горелки.

Согласно [2] снижения выбросов NOx можно добиться ведением топочного процесса при избытке первичного воздуха  $\alpha > 1,6, 1,8$  и обеспечении при этом интенсификации смесеобразования во фронтальной части КС. Выполнение таких требований дает возможность снизить локальные максимальные температуры в зоне горения и приблизить их к средней температуре факела и значительно сократить время выгорания топлива.

Следует отметить, что на выбросы NOx влияют не только ступенчатость включения ярусов (колец), но и соотношения топливо/воздух. Одним из минусов такого исполнения КС является усложнение системы ввиду необходимости переключения ярусов (колец). Также отмечается, что такие системы имеют тенденцию к закоксовыванию модулей и трубопроводов, затрудненность запуска модулей и ухудшение динамических характеристик при переходе с одного режима на другой, при работе на нефтяных топливах.

К недостаткам микромодульных конструкций можно отнести сложность систем подвода топлива, большое влияние технологических отклонений на работу КС, что может привести к большой неравномерности температурного поля передтурбиной. Также стоит отметить, что предварительное перемешивание ТВС приводит к увеличению вероятности проскока пламени и сокращению диапазона стабильной работы.

### Струйно-стабилизаторный метод сжигания

В Киевском политехническом институте по авторскому предложению В.А. Хриistica была создана оригинальная конструкция газовой горелки с отдельной подачей газа и воздуха, обеспечивающая высокую интенсивность процессов смесеобразования и горения и обладающая свойством саморегулируемости состава сгорающей смеси при переменных избытках воздуха.

Особенностями такой горелки является то, что она при отдельной подаче газа и воздуха обеспечивает такой же короткий и прозрачный факел, как горелки предварительного смешения, и одновременно с этим обладает очень высокой стабильностью факела, которая выше, чем у горелок предварительного смешения.

Принципиальная схема газовой горелки представлена на рисунке 6. Основными деталями горелки являются газовые форсунки и стабилизирующее устройство, выполненное из уголкового стабилизатора, приваренных к бандажам. Стабилизаторы располагаются по радиусам и наклонены к продольной оси горелки под углом  $45^\circ$ , так что система стабилизаторов имеет вид полного конуса при вершине  $90^\circ$ . Газовая форсунка размещена в центре стабилизирующего устройства и подает газ через отверстия в виде отдельных струй, каждая из которых располагается за соответствующим стабилизатором, развиваясь вдоль его оси.

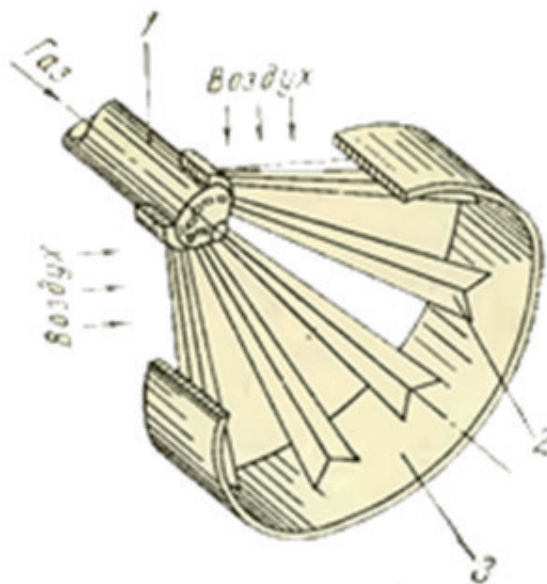


Рисунок 1 - Принципиальная схема газовой горелки струйно-стабилизаторного типа

Благодаря струйной подаче газа за стабилизаторы на газовые факелы во всем их протяжении накладывается поле высокой турбулентности. Кроме того, газовые струи вносят в эти зоны и свою долю турбулентных возмущений, обуславливающих высокую интенсивность массообмена за стабилизатором. Это не только интенсифицирует смесеобразование и горение, но и придает горелке своеобразное свойство саморегулируемости, позволяющее ей работать в широком диапазоне переменных коэффициентов избытка воздуха и иметь низкие эмиссии оксидов азота.

Проведенные эксперименты с принципами струйно - стабилизаторного метода на КС ГТУ с расходом газа  $550 \text{ м}^3/\text{ч}$  показали высокие показатели: рабочий диапазон коэффициента избытка воздуха –  $1,2 \div 20$ ; полнота сгорания –  $99,5\%$ .

Общая зона горения струйно-стабилизаторного горелочного устройства представляет собой совокупность элементарных радиальных факелов с сильно развитой суммарной поверхностью пламени и небольшой протяженностью его вдоль камеры, что сокращает время пребывания газов в зоне реакции.



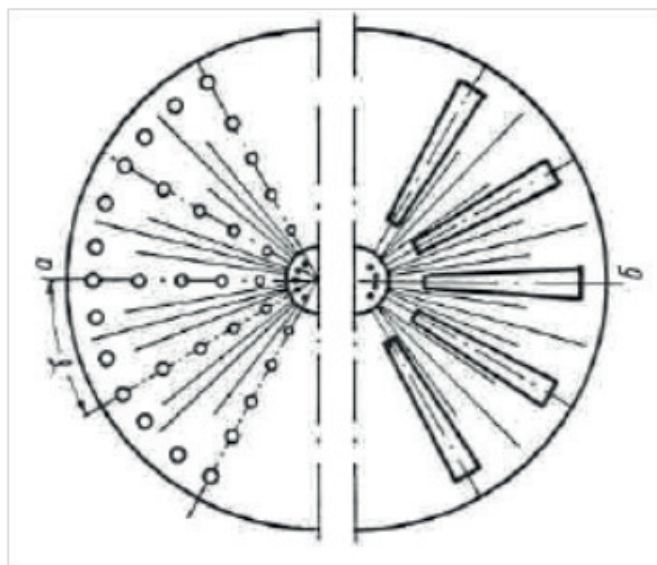


Рисунок 3 - Струйно-стабилизаторная газовая горелка  
Киевского политехнического университета

Представленная горелка работает по комбинированному принципу, т.е. часть газа предварительно смешивается в горелке с воздухом, а остальная часть подается отдельно от потока воздуха. Основными элементами горелки являются смеситель, служащий для предварительного смешения газа с воздухом, и само горелочное устройство. Смеситель имеет на входе перфорированную решетку. Отверстия в решетке расположены по радиусам. Между отверстиями перпендикулярно воздушному потоку подаются газовые струи. Они не сносятся воздушным потоком и, следовательно, могут проникать на любую его глубину. Однако при этом идет весьма интенсивное перемешивание газа с воздухом.

### Список литературы

- 1 Достияров А.М., Умышев Д.Р., Кибарин А.А., Туманов М.Е. [Текст]: Теплогенератор газовый с микрофакельной горелкой / №94648, патент РК №1734, опублик. 30.09.2016, Бюл. №12. – 5 с.
- 2 Тумановский А.Г. [Текст]: Некоторые пути снижения концентрации окислов азота в камерах сгорания ГТУ/ Теплоэнергетика. - 1973. – Вып.6. -30-33 с.
- 3 Достияров А.М., Достиярова А.М., Картджанов Н.Р., Садыкова С.С. [Текст]/ Микромодульные воздушные форсунки для кольцевой камеры сгорания ГТД. – Вестник КазНУ. – 2019. – № 6. – С. 451-456.
- 4 Жанбуршин Е.Т. [Текст]: Разработка микрофакельной горелки для попутных нефтяных газов с пониженным уровнем токсичных выбросов/дисс. ... канд.техн.наук.-Алматы, 1993.-160 с.
- 5 Dias R. Umyshev, Abay M. Dostiyarov, Andrey A. Kibarin, Galya M. Tyutebayeva, Gaziza S. Katranova, Darkhan B. Akpanbetov[Text] / Experimental investigation of distance between V-gutters on flame stabilization and NOx emissions // Thermal Science, - 2019. -Vol. 23. Issue 5. Part B. -P.2971-2981. <https://doi.org/10.2298/TSC1180503007U>



## ТАБИҒИ ГАЗДЫ ЖАҒУ КЕЗІНДЕ ШАҒЫН СУ ЖЫЛЫТУ ҚАЗАНДЫҚТАРЫНДА МИКРОФАКЕЛЬДІ ЖАҒУДЫ ҚОЛДАНУДЫҢ ЭНЕРГИЯ ТИІМДІЛІГІН БАҒАЛАУ

*Н.Н. Саракешова, 2 курс докторанты  
С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті  
Астана қ.*

Су жылыту қазандықтары тұрмыстық және технологиялық тұтынушыларды жылумен жабдықтау жүйелері үшін белгілі бір параметрлері бар ыстық су алуға арналған. Өндірушілер әртүрлі шағын су жылыту қазандықтарының кең ауқымын шығарады. Олардың жұмысы жылу өнімділігі (қуат), температура және су қысымы сияқты сипаттамалармен анықталады, су қазандықтары шығарылатын металл түрі маңызды болып саналады.

Бүгінгі күні орнатылған су жылыту қазандықтарының көп санының болуына байланысты: жанатын отынды пайдалану тиімділігін арттыру, қоршаған ортаны қорғау жөніндегі үнемі өсіп келе жатқан талаптар аясында Зиянды заттар шығарындыларының көлемін азайту, реттеу ауқымын ұлғайтумен, автоматтандыру деңгейін арттырумен, жағу мүмкіндігімен ұштастыра отырып, маневрліктің жоғары дәрежесін қамтамасыз ету сияқты мәселелерге бағдарланған зерттеулердің бағыты өзекті болып отыр жанармайдың кең ауқымы.

Өнеркәсіптік кәсіпорындардың, тұрғын үйлердің және қоғамдық ғимараттардың жылумен жабдықтау жүйелері (жылыту, желдету және ыстық сумен жабдықтау) отынның едәуір мөлшерін тұтынады. Мәселен, 2021 жылы Қазақстан Республикасында жылумен жабдықтау қажеттіліктеріне жылына шамамен 130 млн.бастапқы энергия ресурстарын жиынтық тұтыну кезінде 45 млн. астам (40% орталықтандырылмаған жылумен жабдықтау және ЖЭО мен қазандықтардан 60% орталықтандырылған жылумен жабдықтау) жұмсалды. Жылумен жабдықтау жүйелеріндегі отынның едәуір шығыны көбінесе Қазақстанның географиялық жағдайымен анықталады [1]. Осы уақытқа дейін Қазақстанда шағын жылу өнімділігі 3,15 МВт-қа дейінгі су жылыту қазандықтарын, оның ішінде қатты отынмен ауыстыру мәселесі өзекті болып отыр (жылу энергиясының шамамен 25% - 6 шағын қазандықтар өндіреді, олар 60% деңгейінде тиімділікпен сипатталады, бұл жылына 645 мың тоннадан астам шартты отынның артық жұмсалуына, сондай-ақ жылу энергиясына қосымша шығарындыларға әкеледі). 84-88% деңгейінде және CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> және басқа да зиянды және уытты шығарындылар шығарындылары едәуір төмендетілген қатты отынды жағу режимі бар жаңа су жылыту қазандықтарына байланысты. Ескірген су жылыту қазандықтарын зиянды заттардың шығарындылары едәуір төмен жаңа энергия тиімді қазандықтарға ауыстыру қажеттілігі атап өтілді [2].

Әлемде және Қазақстанда декарбонизация бойынша қазіргі заманғы трендтерді, қоршаған ортаға экологиялық қысымның өсуін, бастапқы энергия ресурстарына бағаның өсуін ескере отырып, отынды жағудың жаңа технологияларын, оның ішінде шағын қазандықтарда, отын ресурстарының елеулі шығындарының төмендеуімен, парниктік газдар мен улы заттардың атмосфераға шығарындыларының күрт төмендеуімен енгізуді шұғыл жүзеге асыру талап етіледі [2-4].

Төмен жылу қуаты 0,25-тен 3,15 МВт-қа дейінгі қатты отындағы моральдық ескірген су жылыту қазандықтарының конструкцияларын тиімділігі 60-65% - дан аспайтын үнемді, сенімді және парниктік және улы газдар шығарындыларының төмендеуімен ауыстыру міндеті ерекше өзекті болып табылады.

Жоғарыда айтылғандай, Қазақстанның жылу көздері бөлінісінде генерацияның ірі көздерінің көпшілігі жылу электр станциялары болып табылады [3], алайда олармен қатар мемлекеттік және жиі иеленетін шағын және орта қазандықтардың дамыған орталықтандырылмаған желісі өсудің жаңа трендіне ие болып отыр [6]. Сонымен қатар, түрлері, қуаты және бастапқы отын бойынша таралу өте кең. Ақмола, Қарағанды және Солтүстік Қазақстан облыстары сияқты кейбір өңірлердің жылу көздерінің құрылымында қатты (көмір) және сұйық ("солярка") отынмен жұмыс істейтін жеткілікті ескі, негізінен шағын қазандық агрегаттарының болуын атап өтуге болады [7,8].

Қазақстандағы қазандықтардың жұмысының өзектілігі туралы жалпы мәліметтерді талдай отырып, жылу энергетикалық жабдықтардың, оның ішінде су жылыту қазандықтарының едәуір үлесінің моральдық және физикалық тозу проблемаларының бар екендігі туралы бұрыннан белгілі және кеңінен талқыланған фактіні ескеру қажет. Нақты жағдай мұндай қазандықтардың нақты пайдалану тиімділігі 55% - дан 92% - ға дейін өзгеруі мүмкін, ал барлық қазандықтар (әсіресе муниципалды және мемлекеттік құрылымдарға бағынбайтын) жоғары техникалық-экономикалық деңгейде кәсіби пайдалану қызметін толық қамтамасыз ете алмайтындығы байқалады. Сонымен қатар, ескірген жабдықты ауыстыру немесе жөндеу және жөндеу қажеттілігі туындайтын көптеген шағын қазандықтар бар, бірақ әртүрлі себептермен бұл жұмыстар орындалмайды. Осындай проблемалық мәселелердің жиынтығы модернизация жүргізу қажеттілігі, ескі қазандықтардың үнемділігін қамтамасыз ету және экологиялық заңнаманың қатаң талаптарына сәйкестігі туралы үлкен ашық пікірталас мәселесін тудырады.

Жылу энергетикалық жабдықтар қорының ағымдағы жай-күйін, декарбонизацияға (ЕО көміртегі салығын енгізу), экологиялық тұрақтылыққа және энергетикалық тиімділікті арттыруға арналған заманауи трендтерді қорытындылай келе, ескірген қатты отынды су жылыту қазандықтарын табиғи газбен жұмыс істейтін шағын су жылыту қазандықтарына ауыстыру туралы шешім ең қолайлы болып табылады. Бұл ретте қазандық агрегаттарын жаңғырту мәселесінде жеткілікті үлкен әлеует бар, олар бойынша рұқсат етілген пайдалану мерзімі әлі аяқталмаған және жұмыс істеу сағаттарының саны сыни мәнге жақындамайды. Бұл опция, ең алдымен, қазандық агрегатының техникалық жетілуін арттыруды қамтамасыз ететін және перспективаның таяу және орта мерзімді кезеңіне жаңа құрылысқа арналған қазандықтардың бюджетін "үрлемеуге" мүмкіндік беретін экономикалық тұрғыдан тартымды болып шығады.

Мәселен, табиғи газды жағу кезінде шағын су жылыту қазандықтары үшін микрофакелдерді тұрақтандыру және қоспа қалыптастыру жүйесін жаңғырту және әзірлеу мүмкіндігі айқын мысал болып табылады. Соңғы жылдары Қызылорда, Қарағанды, Ақмола және Солтүстік Қазақстан облыстары арқылы өтетін "Сары-Арқа" магистральдық газ құбырының құрылысымен ғылыми тұрғыда қатты отынды жағатын кенттік қазандықтарды табиғи газға ауыстыру маңызды болып табылады. Зерттеудің өзектілігі оларды тиімді аударуды қамтамасыз ету болып табылады және сонымен бірге қазандықтардың оттықтарында табиғи газды микрофакельмен жағу кезінде үнемділік пен экологиялық бойынша қатаң талаптарды қамтамасыз етуге болады. Осы мақсатта қоспаның пайда болуының тиімді жүйелері (яғни ауа мен табиғи газдың араласуы) және от кеңістігіндегі жалынның тұрақтану шарттары зерттеледі.

Табиғи газда жылуға төзімді және жылуға төзімді жанғыш компоненттер бар. Сонымен, CO<sub>2</sub> және H<sub>2</sub> ыстыққа төзімді топқа жатады, олар ауаға қол жеткізбестен жоғары температураға дейін қыздырылған кезде молекулалық құрылымын сақтайды. Өз кезегінде табиғи газдардың құрамындағы көмірсутектердің көпшілігі ыстыққа төзімді және көміртекті күйе түрінде шығарумен ыдырайды. Метанның термиялық диссоциациясы 600-8000С, Этан – 4850с, пропан – 4000С температурадан басталады.

Авторлардың пікірінше [3-6] іс жүзінде табиғи газдардың пиролизі 3000с-тан басталады, онда оттегі жетіспейтін аймақтарда көміртек (күйе) атомдары бөлінеді. Аймағында

белсенді жану күйе нақалыетса жасайды жарқын қимасы. Газдарды ауамен алдын-ала араластырған кезде алаудың жарқын аймағы қысқа болады, ал күйе нашар пайда болған кезде алау көбейіп, алау ұзақ-жарқырайды.

Сәулелі жылуды қоршаған экранның тұрақты температурада жанып тұрған алаудан беруі оның жарықтандырылмағанға қарағанда үлкен. Бұл үшін кейбір жағдайларда жасанды түрде жасайды тапшылығын оттегінің.

Іс жүзінде газ оттықтары жұмыс істеген кезде жалынның оттыққа енуінен және алау жалынының бөлінуінен сақ болу керек [4-6]. Бұл тұрақсыздықтан пайда болады-тұтану майданы. Сондықтан қажет тұтану тұрақтылығын қамтамасыз етуге ұмтылады, бұл жанғыш құрылғының жанғыш қоспаның мүмкін болатын жоғары жылдамдығымен оттықтың аузына жақын жерде тұтануды қамтамасыз ету қабілетін білдіреді.

Энергетикалық қазандықтарда қоспасы оттықтан 25-50 м / с жылдамдықпен шығады, ал жоғары форсаждық камераларда ол 200 м/с жетеді. мұндай қондырғылар үшін жалынның таралу жылдамдығы жоғары болғандықтан, секіру мүмкін емес, бірақ ажырату нақты және жою шараларын қабылдау қажет. Бұл тұрғыда жағымды іс-шаралар алаудың түбірінде жанғыш жану өнімдерін қайта өндеуді ұйымдастыру болып табылады, егер тұтану аймағында және басқа жағдайларда сақталса, бұл жалын тұрақтандырғыштарында құрылымдық түрде жүзеге асырылады.

Бірі көп таралған түрлерінің аймақтық жану болып табылады микрофакельді жануы. Мұндай жануы жану аймағынан бойынша бойлық немесе сызбалық қимасы жану аймағынан қамтамасыз етіледі [5].

Жалпы, микрофакельді құрылғыларды бөлуге болады:

- Микро модульдік;
- Реактивті тұрақтандырғыш;
- Қарсы бұралған ағындармен;
- Жақсы оңтайландырылған денелер негізінде;
- Перфорацияланған майдан негізінде;
- Ауа саптамалары-тұрақтандырғыштармен.

Микро модульді қыздырғыш құрылғылардың артықшылығы - басқа техникалық-экономикалық көрсеткіштермен бірге азот оксидтерінің түзілуін төмендетудің жоғары тиімділігі. Реактивті-тұрақтандырғыш оттықтар жағдайында тиімділік қарапайым дизайн және жүктемелер мен артық ауаның кең ауқымында жұмыс істеу мүмкіндігі болып табылады. Қарама – қарсы бұралған оттықтар үлкен икемділікке ие, нашар реттелген денелер жоғары тұрақтандыру сипаттамаларына ие, жақсы реттелген денелер – аз гидравликалық шығындар, перфорацияланған фронт – тұрақтандырудың жоғары деңгейі, ауа инжекторлары тұрақтандырғыштар-отынды жағудың жоғары тиімділігі.

Осы уақытқа дейін ең дамыған, сонымен қатар жанармай құрылғыларынан кеңінен таралған-жанармай жағудың реактивті-тұрақтандырғыш әдісі [5]. Сиялы-тұрақтандырғыш алдыңғы құрылғылардың тән ерекшелігі-жұмыс көлемін микрофакельдермен толығымен толтыру. Бұл ретте, жұмыс ауаның бастапқы және қайталама деп айқындайды төмен деңгейі, температура алаудың камерада және жақсартумен қоса NO, тракт бойынша жану.

Дәстүрлі бір оттықпен салыстырғанда, реактивті тұрақтандырғыш түзілуінің 60-70 миллион-1 деңгейіне дейін төмендеуін қамтамасыз етті  $P=1,6$  МПа және  $\alpha = 4$  [7]. Микрофакельное жануы ерекше түрі ретінде отынды жағу құрылғыларда тартты назар зерттеушілер салыстырмалы түрде жақында, дегенмен негізі МФЖ белгілі болды, бұрын қолданылған әртүрлі оттықтардың жағу кезінде газ тәрізді отын.

Алматы энергетикалық университетінде автор с. Б. Садықова ұсынған ҚР патенті № 34943 [8] кіріс және шығыс регистрлерін (немесе құйындыларды), отын құбырын және отын-ауа қоспасын араластыруға арналған қуысты қамтитын Вентури құбыры нысаны бар, қуысы Вентури құбыры түрінде жасалғандығымен ерекшеленетін, ал отын бүрку

жүзеге асырылатын шағын модульді ауа саптамасы кіріс құйынынан кейінгі бірінші тар бөлімде.

Осылайша, микро модульдік ауа инжекторының дизайнын сандық зерттеу патентте келтірілген техникалық нәтиже: сұйық отын мен синтетикалық газды пайдалану кезінде қоспаның түзілуін жақсарту отын жеткізілетін жердегі арнаның тарылуына байланысты екенін көрсетеді. Кемшіліктерге мыналар жатады: орнатылған құйындар гидродинамикалық қарсылықты қамтамасыз етпейді.

Жүргізілген зерттеулердің негізінде авторлар микрофакелді технологияларды пайдаланудың тиімділігін арттыру үшін жанармайдың әртүрлі түрлерін жағудың жоғары тиімділігін қамтамасыз ету және қоршаған ортаға теріс әсерді азайту үшін Қазақстан экономикасының әртүрлі секторларында пайдалану мүмкіндігі бар әмбебап отын жағатын құрылғыларды құру мақсатында әртүрлі микрофакелді құрылғыларды біріктіру саласында іздеу жүргізу керек деген қорытындыға келді.

### Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1 Орумбаев Р.К., Орумбаева Ш. Р. Қазақстан Республикасындағы моральдық ескірген су жылыту қазандықтарын ауыстыру кезіндегі экономикалық және экологиялық әсерді бағалау [Текст] / Actual Problems of Economics. ISSN – 19936788. Киев. №5, 2012. – Б. 38-43. Impact Factor Journal. (Scopus) <https://eco-science.net/en/>

2 Қуаты аз жылыту қазандықтарын орнату және пайдалану - Борщов Д. Я, 2015.

3 Достияров А. М. Отын жағу құрылғыларында микрофакельді жануы. - Шымкент, ОҚМУ, 1999. – 181 б.

4 Достияров А. М. Әзірлеу топливосжигающих құрылғыларды микрофакельным жануымен және оларды есептеу әдістемесінің: дис. ... док. ғылымдар: 05.14.04 / Қазақ энергетика ғылыми-зерттеу институты. Академик Ш. Ч. Чоккин. - Алматы, 2000. - 237с. Инв. № 0500РК00036.

5 Достияров А.М., Умышев д. р., Яманбекова А. К., Катранова г. С., Ожикенова Ж. Ф. Сандық модельдеу көмегімен әртүрлі микрофакельді құрылғыларды салыстырмалы талдау [Текст] / Халықаралық қолданбалы және іргелі зерттеулер журналы. – 2019. – №2. – 23-27 ББ

6 Достияров А. М. Отын жағу құрылғыларды микрофакельді жануымен және оларды есептеу әдістемесін әзірлеу [Текст] : автореф. ... док. техника ғылымдары:15.14.04. - Алматы, 2000ж. - 49с.

7 Campbell A., Goldmeer J., Healy T., Washam R., Molie`re M., CitenoJ. Heavy duty gas turbines fuel flexibility [Text] / Proceedings of the ASME Turbo Expo 2008: Power for Land, Sea, and Air. Volume 3: Combustion, Fuels and Emissions, Parts A and B. – Berlin: ASME, 2008. – P. 1077-1085.

8 ҚР Патенті № 34943, ҰАК F23D 11/00, 09.02.2020 ж.

## ЖАҢАРТЫЛАТЫН ЭНЕРГИЯ КӨЗДЕРІН ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ ҚАЗАҚСТАНДА ТАРАТЫЛҒАН ГЕНЕРАЦИЯНЫҢ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУ

*Тәңірберген А.Б., 3 курс докторанты  
С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті  
Астана қ.*

Қазақстан көмір, мұнай, табиғи газ және уранды қоса алғанда, табиғи ресурстарға бай және желдің, күннің, гидроэнергетика мен биомассаның айтарлықтай жаңартылатын потенциалына ие. Осыған қарамастан, қазіргі уақытта ел электр энергиясын өндіру үшін қазба отынына тәуелді. Көмір электр станциялары электр энергиясын өндірудің жалпы көлемінің 75% құрайды, бұл парниктік газдар шығарындылары мен адам денсаулығы мен қоршаған ортаға әсері туралы алаңдаушылық туғызады. Қазақстанда Ұлттық төмен көмірсутекті энергетикалық стратегия көміртегі шығарындыларын барынша бейтараптандыруға және 2050 жылға қарай электр энергиясын өндірудегі жаңартылатын энергия көздері үлесін жеткізуге бағытталған. 2021 жылдың қорытындысы бойынша жаңартылатын энергия көздерінің жиынтық қуаты 2010 МВт құрайды, оның ішінде жел турбиналарының жиынтық қуаты 684 МВт құрайды. Таратылған генерацияны, оның ішінде жаңартылатын энергия көздерін қолдану көміртекті бейтараптандыруды жүзеге асырудың кілті болып табылады.

Соңғы он жылдықта әлемдік нарықтағы және Қазақстан аумағындағы мұнай өнімдерінің бағасының жоғарылауына байланысты экономиканың жеке және қоғамдық секторларында дизель отынының қымбаттығына байланысты электр энергиясын тұтынушыларды электрмен жабдықтау үшін дизель қондырғыларын пайдалану тиімді болмады. Мұның көпшілігі ұлттық электр энергетикасы жүйесінің әсер ету аймағынан тыс оңтүстік және шығыс аймақтарға қатысты.

Электр энергиясының баламалы көздері ретінде Қазақстан Республикасының Үкіметі ауылдық электрлендіруді дамытудың жаңа оңтайлы шешімін ұсынды, оның мәні дәстүрлі емес ресурстарды қоса алғанда, жергілікті жаңартылатын энергия көздерін пайдалануға жалпыұлттық көшу болып табылады.

Мұны іске асыру үшін Қазақстан Республикасының Үкіметі таратылған генерацияларды (жаңартылатын энергия көздерін) қысқа мерзімді, орта мерзімді және ұзақ мерзімді орындау, дамыту және пайдалану бағдарламалары бойынша бірқатар заңдар мен қаулылар қабылдады.

Бұл процесті объективті себептер мен мән-жайлар, сондай-ақ тамаша табиғи жағдайлар бойынша жүзеге асыруда Қазақстанның оңтүстік және шығыс өңірлерінің электр энергетикасын дамытудың басым стратегиялық бағыты ретінде шағын генерация көздеріне артықшылық беріледі.

Жаңартылатын энергия көздерін пайдалану міндетін өзектендіру сонымен қатар бұл көздердің шағын, мини және микро кластарға жататындығында, олар өндіретін қуаттың шамалы мөлшеріне байланысты [1], шағын су ағындарын пайдалануға байланысты гидроэлектростанциялар, күн электр станциялары күн радиациясының таралуына байланысты және жел электр станцияларында жергілікті рельефке байланысты және желдің әлсіз мәндеріне байланысты. Жоғарыда айтылғандарды ескере отырып, энергияның бұл түрлерін таратылған генерация деп атауға болады, өйткені олар Қазақстан Республикасында Орталық энергия жүйесімен электр байланысы жоқ биік таулы аудандарды қоса алғанда, шалғай елді мекендерде пайдаланылады.

Өкінішке орай, қазіргі уақытта салынған кіші және шағын су электр станцияларының көпшілігі жұмыс істемейді және олардың көпшілігі қазірдің өзінде бөлшектелген. Артта



қалған бөлігі тек қыс мезгілінде 3-4 ай бойы жұмыс істейді, сонымен қатар олар төмен кепілдендірілген қуаттылықпен жұмыс істейді, белгіленген қуаттың тек 10%. Негізінен қанағаттанарлықсыз жұмыстың себебі ГЭС-тің кепілдендірілген қуатын және олардың қолданыстағы энергия жүйесінің құрамындағы жұмысын дұрыс анықтамау болып табылады [2].

Осы қарқынмен Қазақстанның шағын су ағындарының гидроэнергетикалық ресурстарын пайдалану негізінде шағын гидроэнергетиканың теріс даму процесінің сипаты ұлғаю үрдісіне ие болып, ел экономикасы мен оның электр энергетикалық жүйесі үшін жеткілікті сезімтал бола бастады. Осылайша, жаңартылатын энергия көздерін тиімді пайдаланбай жалғастыру республикада шағын генерацияны дамыту идеясын жоққа шығарады [3]. Жұмыста Қазақстанның таулы шалғай аудандарында жаңартылатын энергия көздерінің бөлінген генерациясын әзірлеу кезінде әдіснамалық тәсілді зерттеу міндеті қойылған.

Қазақстанның жаңартылған энергия көздері мен әсіресе шағын гидроэнергетикасын дамыту мәселелері әртүрлі ғалымдар мен ұйымдардың жұмыстарында қаралды.

Жоғарыда аталған зерттеулердің көпшілігінде Қазақстан ішінде авторлар шағын гидроэнергетика проблемасының әртүрлі аспектілерін аз қарастырады, мысалы: республиканың кіші өзендерінің гидроэнергетикалық әлеуетін бағалау; мұз түзілу және шұғыл жүру проблемалары; әлеуметтік-экономикалық және экологиялық қауіпсіздік және басқа да маңызды мәселелер. Өкінішке орай, кіші және шағын ГЭС жобалауды ұйымдастыру және басқару процестерін, әсіресе шағын гидроэнергетикалық қондырғыларды салудың техникалық-экономикалық негіздемелерін әзірлеу кезінде олардың қолданылуының әдіснамалық тәсілдерінің қазіргі жағдайын зерттеу өз әсерін таппады.

Айта кету керек, бұл мәселенің кейбір мәселелері В.В. Вольшаник, Н.К. Малинин, Л. П. Михайлов, Т. А. Филиппова, Ю. А. хатшы және басқалардың еңбектерінде зерттелген және көрсетілген. Алайда, бұл авторлардың еңбектерінде жергілікті факторлардың жобаланатын шағын ГЭС-тің энергетикалық параметрлеріне, сондай-ақ электр энергиясын өндіру процесіне режимдік факторлардың әсерін бағалауға тиісті назар аударылмайды. Олар климаттық және биіктік факторларының механикалық және гидроэнергетикалық жабдықтарды, табиғи және жасанды су қоймаларын таңдауға электр энергиясын өндіруді ұлғайтуға әсерін бағаламайды және т. б. белгіленген қуатты есептеу кезінде су ағындарының кепілдендірілген қуатының нақты мәндері және олардың шағын ГЭС құрылысының негізділігін түпкілікті шешуге әсері ескерілмейді.

Соңғы жылдары электр энергиясының тапшылығын жабуға мүмкіндік беретін басқа жаңартылатын энергия көздері кеңінен қолданыла бастады. Жергілікті электр желілерінің жұмыс режимдерін оңтайландыру үшін ЖЭК пайдалану, таратылған генерация арқылы жүктеме графиктерін жабу қосымша зерттеуді қажет етеді. Б. В. Лукутиннің, В. В. Велкиннің, в. з. Манусовтың, С. Н. Удаловтың және басқалардың еңбектерінде климаттық және географиялық орналасуына байланысты әртүрлі аймақтар үшін бөлінген ұрпақ ретінде ЖЭК пайдаланудың кейбір аспектілері көрсетілген.

Сондықтан дәстүрлі емес және жаңартылатын энергия көздерін ескере отырып, гибриді электр орталықтарының режимдерін зерттеуге және оңтайландыруға көбірек көңіл бөлу керек.

Анық емес логика мен үйірлік интеллект алгоритмін қолдана отырып, бөлінген жаңартылатын энергия көздерін генерациясын жүз пайыз пайдаланатын гибриді энергетикалық орталықтар ретінде Қазақстанның жергілікті электр энергетикалық жүйелерін әзірлеу және зерттеу.

Мұндай зерттеулерде оң нәтижелерге қол жеткізу үшін осы әдістерді қолдану қажет:

1. Таратылған жаңартылатын энергия көздерін (гидравликалық ресурстар, күн, жел және т. б.) бұлыңғыр модельдерге негізделген бұлыңғыр интервалдар ретінде лингвистикалық жіктеудің математикалық негіздемесі;

2. Жаңартылатын энергия көздерін (жасыл энергия) дамыту арқылы белсенді қуат тапшылығын жабу және азайту мүмкіндігін зерттеу.

3. ЖЭК пайдалану арқылы міндеттерді шешудің тиімділігіне техникалық-экономикалық баға беру;

4. Анық емес логикаға негізделген тарату желілерінде компенсаторлық құрылғыларды орналастыру үшін түйіндерді таңдау;

5. Үйір интеллект алгоритмін қолдана отырып, компенсаторлық құрылғылардың қуатын таңдауды оңтайландыру;

Мұндай зерттеулердің теориялық маңыздылығы жаңартылатын энергия көздерінің таратылған генерациясын ескере отырып, реактивті қуат режимдерін реттеу және оңтайландыру міндеттерінде жасанды интеллект әдістерін тиімді қолдану болып табылады.

Мұндай зерттеулердің практикалық маңыздылығы:

1. ГЭС-тің кепілдік қуатын және ЖЭК-тің қол жетімді қуатын олардың теңіз деңгейінен биіктігіне қарай зерттеу, бұл тиімдірек шешімдер қабылдауға мүмкіндік береді.

2. Гибридті энергетикалық орталықта ЖЭК көздерін біріктіру мен айырбастауды зерделеу қашықтағы энергия тұтынушыларды электрмен жабдықтауды едәуір жақсартуға, тарифтерді төмендетуге және халықтың кедейлігін азайтуға мүмкіндік береді.

3. Бөлінген ЖЭК көздерін біріктіріп пайдалану есебінен күзгі-қысқы кезеңде белсенді қуат тапшылығын жою мүмкіндіктерін ашу.

4. Тарату желілерінде реактивті қуат көздерін орналастыру режимдерін оңтайландыру және тиімділігі шығындарды 9-дан 15% - ға дейін төмендетуге мүмкіндік берді.

5. Жобалау ұйымдары үшін инженерлік-техникалық кадрларды даярлау жөніндегі әдістемелік нұсқаулықтарда және техникалық университеттің оқу процесінде көрінісін зерттеу

Зерттеудің әдіснамалық және теориялық негізі гибридті энергетикалық орталықтар құру арқылы белсенді және реактивті қуаттың электр тапшылығын жою үшін жаңартылатын энергия көздерінің бөлінген генерациясын пайдалану саласындағы отандық және шетелдік зерттеулердің нәтижелері болды. Іргелі зерттеулер жүргізу және зерттеу қажет зерттеулер бұлыңғыр жиындарды, анық емес логиканы және үйір интеллект алгоритмін пайдалана отырып, осы жасанды интеллект әдістерінде қолданылған [6].

Шағын лингвистикалық классификацияның математикалық интерпретациясына іргелі зерттеу жүргізу қажет, өйткені бұлыңғыр қиылысатын сыныптар негізінде таратылған ЖЭК генерациясының шағын және микро станциялары. Бұл жіктеу әдісі жел мен күн қондырғыларына қолданылады, бұл электр жабдықтарын таңдау арқылы шағын генерация көздерін дұрыс жобалауды қамтамасыз етеді, сонымен қатар олардың электр энергиясының көтерме нарығына қол жетімділікпен және кейбір режимдік шектеулермен анықталатын операциялық режимдердегі функционалдық рөлін нақтылайды.

### **Пайдаланылған әдебиеттер тізімі**

1 Manusov V., Kirgizov A., Ahyoev J. Construction and optimization of a power complex with a distributed generation on the basis of renewables and methods of artificial intelligence (on the example of the Republic of Tajikistan) Scopus - сведения о документе - Construction and optimization of a power complex with a distributed generation on the basis of renewables and methods of artificial intelligence (on the example of the Republic of Tajikistan) (kazatu.kz)

2 Renewables 2013. Global status report. Renewable Energy Policy Network for the 21st Century [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.ren21.net](http://www.ren21.net).

3 Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата. [Электронный ресурс].-Режим доступа <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/convru.pdf>.

## УТИЛИЗАЦИЯ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

*Шаринов Т., докторант 2 курса  
Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина  
г. Астана*

В настоящее время появляется все больше путей решения проблемы в сфере энергосбережения. Одной из основных проблем использования низкопотенциальной тепловой энергии в народном хозяйстве является её транспортировка. Часть тепловой энергии в процессе транспортировки теряется – уходит через тепловую изоляцию труб (изоляция не может быть идеальной). Эти потери являются технологическими (неизбежными), они не могут быть устранены полностью, хотя могут быть уменьшены за счет качественной изоляции труб, в том числе и заменой их на трубы из более совершенных материалов, что требует больших капиталовложений. Такая же ситуация возникает и с аккумулярованием низкопотенциальной тепловой энергии. Процесс накапливания такой энергии совсем нерационален, т. к. возникают такие же потери, как и, например, при транспортировке.

Промышленные предприятия предоставляют наиболее широкие возможности применения тепловых отходов для производства электроэнергии.

Приблизительно одна треть тепловой энергии, потребляемой в промышленности, выбрасывается в виде тепловых потерь в атмосферу или в системах охлаждения. Эти потери являются следствием несовершенства и невозможности использования и утилизации в существующем процессе всех тепловых потоков. Значительную часть из них составляют тепловые отходы, которые, однако, являются непригодными для использования или рассеиваются в виде излучения. Их утилизация на современном уровне технологий не является целесообразной ни с практической, ни с экономической точек зрения.

Эффективность производства электрической энергии из тепловых отходов в значительной степени зависит от температуры сбросного тепла. В общем, экономическая целесообразность этого процесса достигается только при использовании высоко- и среднетемпературных отходов. Новые технологии, такие как органический цикл Ренкина, позволяют снизить этот предел, и дальнейшие разработки альтернативных циклов делают экономически оправданным производство электрической энергии даже из низкотемпературных тепловых отходов.

На уровне проектирования, для экономического обоснования целесообразности производства электроэнергии из тепловых отходов, кроме температурного уровня сбросного тепла должны быть приняты во внимание и следующие факторы:

- являются тепловые отходы газами или это жидкие отходы;
- какова доступность отходов – постоянные, циклические или периодические;
- каков коэффициент использования тепловых отходов, достаточное ли количество часов в году производятся отходы для покрытия затрат на амортизацию систем производства электроэнергии.
- с постоянной ли температурой производятся тепловые отходы;
- каков расход потоков, меняется ли он во времени;
- тепловые отходы имеют избыточное или пониженное давления, постоянно ли оно;
- каков состав потоков тепловых отходов;
- загрязнены ли потоки тепловых отходов, будут ли они коррозировать или разрушать утилизационное оборудование.

Ответы на этих вопросы дадут возможность определить конструктивные особенности утилизационной системы и ее экономическую обоснованность. Значительная часть

высокотемпературных источников проста для утилизации и использования в рамках существующих технологий [6].

Одним из наиболее эффективных методов сокращения энергопотребления является применение теплонасосных установок (ТНУ) для утилизации теплоты вторичных энергетических ресурсов (ВЭР). Многолетние исследования, а также многочисленный опыт эксплуатации таких установок показали целесообразность их использования в качестве эффективного и экономичного энергетического оборудования [3].

На сегодняшний день актуальной проблемой на множестве предприятий остается утилизация вторичных энергетических ресурсов. Большинство технологических процессов, работа многих механизмов и систем сопровождается выделением большого количества тепловой энергии, которая не используется, а рассеивается в окружающей среде и называется «сбросным теплом», и плохо влияет на экологию региона. Научная новизна работы заключается в разработке системы, работающей в режиме утилизации тепловых потерь металлургического производства, экономии и использования тепловых отходов, обоснованных результатами, графиков зависимости, математических выражений и моделей, имеющих важное значение для развития энергоэффективности металлургического производства.

Научная новизна исследования заключается в получении новых математических моделей, моделирование системы, обеспечивающей эффективность энергетических установок, работающих в режиме утилизации тепловых потерь, а также выражений и графикам зависимости. Получение научного обоснования теоретических и экспериментальных результатов, имеющих важное значение для развития энергоэффективности производства и сокращения потерь энергии.

Микро электростанция с двигателем с внешним подводом теплоты будет вырабатывать электрическую энергию для собственных нужд предприятия, используя тепловые потери коксового производства. Основой микро тепловой электростанции является двигатель с внешним подводом теплоты, работающий по принципу Стирлинга.

В данной статье будут учитываться положительные результаты, опыт и достижения разработчиков прошлого века, создавших множество модификаций двигателя с внешним подводом теплоты работающего по циклу Стирлинга, например, Philips, STM Inc., Daimier Benz, Solo, United Stirling, выпускавшие промышленные образцы [1]. Современные зарубежные образцы имеют высокую эффективность и стоимость с мощностью 1 кВт, работающие в основном на природном газе. Копирование данных образцов полностью отвергается АО «Казахстан Инвест Комир», компания ставит задачу разработки двигателя ДВПТ собственной конструкции и способна эффективно работать в их условиях эксплуатации. Вторым моментом должна быть решена задача его дальнейшего производства по минимально возможной цене, с использованием материалов и технологий, которые имеют Казахстанское содержание. Максимальное исключение импортных комплектующих и проектируемого ДВПТ, сильно усложняет задачу на первоначальном этапе, но будущие научные и опытно-конструкторские работы должны послужить основой успешной реализации проекта и востребованности нашей разработки на производстве. Для этого нами будут внесены ряд изменений в типовые известные конструкции ДВПТ, а также приводного механизма и электрического генератора. Предстоит отработать свою конструкцию нагревателя, регенератора, охладителя и уплотнений поршней, для достижения максимально возможного КПД. В качестве системы охлаждения будет использоваться жидкостный охладитель с обдуваемым радиатором. Ожидаемый результат от внедрения МТЭС в будущем: частичная или полная независимость компании от внешних источников энергии и ежегодного роста тарифа на электрическую энергию; переход к энергоэффективным и энергосберегающим технологиям, сокращающих тепловые потери предприятия; снижение стоимости 1 кВт/ч производимой для собственных нужд электроэнергии с перспективой продажи излишков во внешнюю электрическую сеть;

примерный срок окупаемости МТЭС должен быть в более 5 лет. На начальном этапе своей работы мы провели ряд экспериментов с небольшими и известными по конструкции моделями, для отработки будущей конструкции и накопления опыта по их изготовлению, что в дальнейшем позволит нам добиться оптимальной конструкции ДВПТ. Выбранный нами для экспериментов тепловой двигатель, работает по циклу Стирлинга, конструктивно реализован по известному типу «Гамма» [1]. Это известный тип двигателя и широко используется в других странах, описание которого можно найти в источнике [2]. Он содержит холодный цилиндр 1 с поршнем 2 и горячий цилиндр 3 с вытеснителем 4, кривошипно-шатунный механизм 5, нагреватель 6 и охладитель 7 (радиатор) с магистралью для перекачки рабочего тела, станину для крепления элементов механической части и цилиндров.

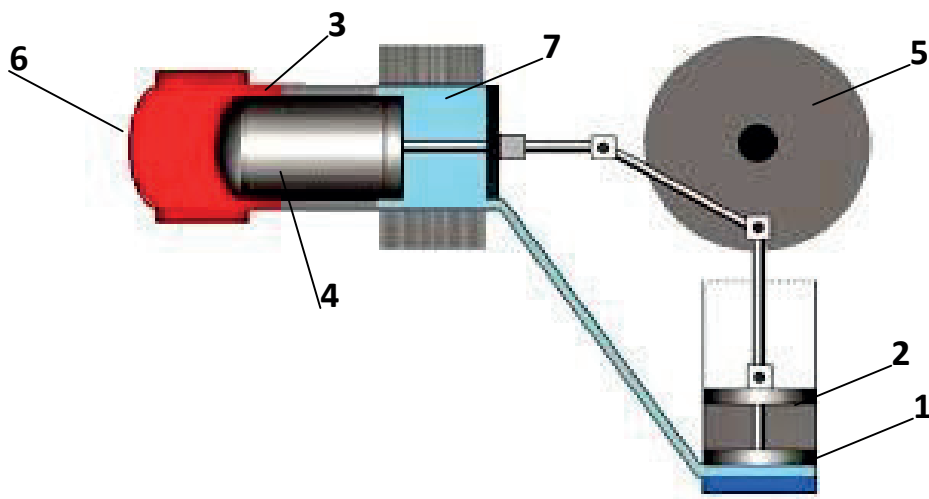


Рисунок 1 – Конструкция двигателя Стирлинга типа «Гамма»

В связи с этим, представленная модель электростанции сверхмалой мощности позволит эффективно использовать тепловые расходы металлургического производства для выработки собственной энергии. Данное обстоятельство значительно сократит расходы на электропитания здания в целом [7].

Высокопотенциальная энергия – это энергия, потенциал которой выше потенциала потребителя (точнее потенциала преобразователя, который экстрагирует энергию из окружающей среды для потребителя). Принципиальное различие низкопотенциальной тепловой энергии от высокопотенциальной в том, что она имеет потенциал, который ниже потенциала преобразователя, экстрагирующего энергию из окружающей среды для потребителя. Источниками низкопотенциальной энергии являются естественные источники тепла: земля, вода, воздух; или искусственные источники (вторичные энергетические ресурсы), т. е. тепловые отходы (промышленные сбросы, бытовые тепловыделения, удаляемый вентиляционный воздух).

### Список литературы

1 Мехтиев А.Д., Югай В.В., Калиаскаров Н.Б., Алькина А.Д., Турдыбеков Д.М. Использование двигателя стирлинга для когенерационной тепловой электростанции сверхмалой мощности с возможностью использование тепловых потерь металлургического производства / Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С.Сейфуллина (междисциплинарный). - 2018. - №3 (98). - С.186-195.

2 Разуваев А. В., Кудашева И. О., Костин Д. А. Системы утилизации теплоты энергоустановок как способ энергосбережения / Молодой ученый. – 2015. - №23.1 (103.1). - С. 6-9. URL: <https://moluch.ru/archive/103/23603/> (дата обращения: 20.01.2022).



- 3 Гетман В. В. Применение теплонасосных установок для утилизации теплоты вторичных энергетических ресурсов / статья.
- 4 Dr. Klaus Willnow Energy Efficient Solutions for Thermal Power Plants. Energy Efficiency Technologies. ANNEX III / Technical Report, 2013.
- 5 G. Uoker. Dvigateli Stirlinga / Per. s angl. – M.: Mir, 1985. – P. 408
- 6 Иващенко Е.Ю. Технологии утилизации тепловых отходов / учебно-методическое пособие по дисциплине «Вторичные энергетические ресурсы». – Минск, 2014.
- 7 Мехтиев А.Д., Югай В.В., Алькина А.Д., Есенжолов У.С., Калиаскаров Н.Б. Микро электростанция с двигателем с внешним подводом теплоты, работающая на энергии тепловых потерь коксового производства. Научная статья / Международный научно-исследовательский журнал – 2019. №1 (79) (Scopus) <https://doi.org/10.23670/IRJ.2019.79.1.007>

**ӘОЖ 621.311**

### **110 кВ ЖЕЛІСІНДЕГІ ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯСЫНЫҢ ШЫҒЫНЫН АЗАЙТУ ЖӨНІНДЕГІ ІС-ШАРАЛАРДЫ ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ НЕГІЗДЕУ**

*Акопян Д., 2 курс магистранті*

*С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті  
Астана қ.*

Тұрғындар санының өсуіне байланысты, қаланың жүктемесі күнделікті өсіп келеді, бұл 110 кВ электр желілерінің күшейтілуі мен қайта құрылымдалуын, дамуын талап етеді. «Энергия» отынды-энергетикалық жүйелердің Қазақстандық ғылыми-зерттеу және жобалық-ізденістер институты жабық акционерлі қоғамы жүктемелердің перспективті өсу негізінде электр желілердің даму схемасын құрастырды. Төменде 110 кВ электр желілерін дамытудың негізгі шешімдері ұсынылған [1].

110 кВ электрмен жабдықтау схемасының қайта құрылымдалуы қала тұтынушылары жүктемесінің перспективті өсуіне негізделіп орындалды.

Қаланы электрмен жабдықтау жүйесінің құрылу принциптерін анықтағанда, халық санының болжамы бойынша перспективаға электр жүктемелердің мәндері, тұрғын үйлер фонды бойынша үлестік нормалары және тұрғын үй және қоғамдық фондтарды орналастыруда архитекторлы-құрылыстық шешімдері негізгі бастапқы дерек болып келеді.

Электрберіліс желілеріндегі энергия мен қуат шығындары

Электрэнергетикалық жүйелерде электрэнергия шығының төмендету және талдау сұрақтарын зерттегенде бірнеше спецификалық терминдер мен анықтамалар кездестіруге болады. Олардың көбірек кездесетіндерін қарастырайық.

Белгілі электр энергия беріліс процесі сымның электрмагнитті өрісімен орындалады және толқынды сипатта болады. Соның ішінде берілетін электр энергияның бөлігі сымның өзінде шығындалады, дәл айтсақ «жоғалады». Осыдан «Электрэнергия шығындары» түсінігінің физикалық мағынасы шығады [2].

Электрэнергия шығындары барлық электр жүйелер бөлімдерінде: генераторларда, трансформаторларда, электрберіліс желілерінде орын алады. Дегенмен электрлік есептеулерде және электр жүйесін талдауда электртехникалық қондырғылардың өзімен емес олардың орынбасу схемаларымен жұмыс істейді.

Электр жүйе элементінің орынбасу схемасы өткізгіштер мен кедергілер өзара жалғанған комбинация болып келеді. Өткізгіштер мен кедергілердегі энергия шығыны олармен ағатын тоқтарға байланысты және Джоуль-Ленц заңына сәйкес бұл тоқтың квадраты мен өту уақытына тікелей пропорционалды.

Кедергілердегі тоқ жалпы жағдайда уақытта өзгертін жүктеме тоғымен негізделеді. Сондықтан орынбасу схемасы кедергілеріндегі энергия шығының жүктемелік немесе айнымалық деп атайды [3].

Өткізгіштердегі тоқ олардың жалғану нүктесіне кернеудің келтірілуіне байланысты. Сондықтан өткізгіштердегі энергия шығының тұрақтыға немесе бос жүріс шығындары жатқызады.

Жүктемелік шығындар және бос жүріс шығындары энергияның (физикалық) техникалық шығындарын құрайды. Техникалық шығындар электр энергия берілісіндегі сымдармен ағатын физикалық процесстермен және желінің конструктивті параметрлерімен негізделген.

Желіде жоғалған энергия жылу түрінде өзін сезілтеді. Оның мәндерін шығындар электрстанауышы көмегімен бағалауға болады.

Пайдаланудағы жағдайларда есепті шығындар түсінігі кең таралған. Есептік шығындар желіге түскен және тұтынушыларға жіберілген, энергияны есептейтін, электрстанауыштар көрсеткіштерінің айырмасы сияқты бағаланады. Есептік шығындардан электр станциялардың, қосалқы станциялардың және желілердің өндірістік және жеке қажеттілігіне энергияны шығындау болмайды.

Электрмен жабдықтау жүйесі элементтеріндегі энергия мен қуаттың техникалық шығындарын төмендететін құралдарды және тәсілдерді талдау.

Негізгі үлесі электр желілеріндегі энергия мен қуатты төмендетуге қол жеткізу есебінен алынатын реактивті қуатты компенсациялау-желінің технико-экономикалық көрсеткіштерін жоғарлатудың ең бір тиімді техникалық шарасы. Генератордан тұтынушыға үлкен қашықтыққа желімен реактивті қуатты беру R және X мәндері өсуінен шығынның жоғарлауына әкеледі. Q реактивті қуаттың жоғарлауымен, реактивті қуаттың да, активті қуаттың да шығындары өседі. Оларды төмендету үшін реактивті қуаттың көзі болып келетін және тұтынушыларды қуатпен жабдықтайтын, компенсация жасайтын құрылғыларды қолданады. Желілерді үлкен реактивті қуатпен жүктемес үшін, олардың көздерін тұтынушыларға жақынырақ орнатады:

$$\Delta P_{\text{л}} = \frac{P_{\text{л}}^2 + Q_{\text{л}}^2}{U^2} \cdot R_{\text{л}} \text{ және } \Delta Q_{\text{л}} = \frac{P_{\text{л}}^2 + Q_{\text{л}}^2}{U^2} \cdot X_{\text{л}} \quad (1)$$

мәндеріне дейін

$$\Delta P_{\text{л}} = \frac{P_{\text{л}}^2 + (Q_{\text{л}} - Q_{\text{к}})^2}{U^2} \cdot R_{\text{л}} \text{ және } \Delta Q_{\text{л}} = \frac{P_{\text{л}}^2 + (Q_{\text{л}} - Q_{\text{к}})^2}{U^2} \cdot X_{\text{л}} \quad (2)$$

мұнда  $Q_{\text{к}}$  – компенсация жасайтын құрылғының қуаты.

(2) көріп тұрғанымыздай, компенсация жасайтын құрылғының қуаты ( $Q_{\text{к}} < Q_{\text{л}}$  шамасынан) көбірек болса, онда қуаттың шығыны төмендейді. Дегенмен шығынның төмендеуі компенсация жасайтын құрылғыларға қосымша қаражатты қажет етеді, сондықтан құрылғының қуатын таңдағанда осы факторды да есепке алу қажет.

Реактивті қуатты компенсациялау электрмен жабдықтаудың тиімділігін жоғарлатудың маңызды құралы болып келеді. Ол тек қуат шығынының төмендеуіне әкеліп қоймай, электрстанциялар мен электр желілердің жүктемеден босауына және электрэнергия сапасының жоғарлауына әкеледі.

Реактивті қуат көздеріне генераторлар, компенсаторлар, синхронды қозғалтқыштар, конденсаторлар және басқа статикалық реттелетін көздер жатады. Реактивті қуатты сондай-ақ электрберіліс желілері өңдейді.

Номиналды қуатымен генератор

$$S_{\text{ном}} = \sqrt{P^2 + Q^2}, \quad (3)$$

активті қуатты да  $P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi$ , реактивті  $Q = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \sin \varphi$  қуатты да өңдей алады. Осылай, активті қуаттың жоғарлауы реактивті қуаттың төмендеуіне әкеледі және

керісінше. Дегенмен активті есебінен реактивті қуатпен генераторларды жүктеу үнемді емес. Жүйедегі реактивті қуат артық болатын оқиғаларда үнемділігі аз генераторларды реактивті қуатты тек қана тұтынатын синхронды компенсаторлардың режимдеріне ауыстырған дұрыс.

Синхронды қозғалтқыш тұтынушыда орнатылады. Ол реактивті қуатты өңдеп қоймай, тұтынатын активтіні пайдаланады.

Синхронды компенсатор тұтынушыларға қажетті реактивті қуатты ғана өңдеу үшін арнайы орнатылады. Ол өз айналысы үшін, тікелей желіден алынатын, азғантай активті қуатпен тұтынады [4].

Қажеттіліге байланысты реактивті қуатты синхронды компенсатор (асқын қоздырылу режимінде) берсе, (қозбай қалу режимінде) желіден ала алады.

Конденсаторлы батарея – бұл жетпей қалған реактивті қуатты жабу үшін қызмет ететін, паралельді және жүйелі қосылған конденсаторлардың тобы.

Паралельді қосылған тізбектердің көбеюімен батареяның мүмкін тоғы жоғарлайды. Ретімен жалғанған конденсаторлар санының көбеюімен батареяға мүмкін кернеу жоғарлайды. Фаздыларға (жұлдызшаларға) немесе линейлі кернеуге (үшбұрышқа) қосылған, үш фазалы желі үшін үш батарея орнатады. Желіге көлденең қосылған, конденсаторлар батареялары, реактивті қуаттың генераторы ретінде қызмет етеді. Көлденең қосылатын қондырғының тағайындалуына байланысты конденсаторларды реттелетіндей (басқарылатындай) және реттелмейтіндей орындайды. Реттелмейтін конденсаторларда қосылған конденсаторлар саны әрқашан бір қалыпты. Осындай қондырғымен генерацияланатын,  $Q_k$ ,  $Mvar$  реактивті қуат, конденсатор қыспақтарындағы тек қана кернеудің шамасынан байланысты болады:

$$Q_k = U^2 \cdot \omega \cdot C, \quad (4)$$

мұнда  $\omega$  – бұрышты жылдамдық, Гц;

$C$  – конденсатор сыйымдылығы, Ф.

Реттелетін конденсаторлар батареяларында қосылған конденсаторлардың саны желі жұмысының режимдеріне байланысты қолмен немесе автоматты өзгертіледі. Қазіргі уақытта кернеуі 0,38 және 6-10 кВ арнайы комплекті конденсаторлар батареялары дайындалуда. Олар конденсатор қуатын автоматты өзгерту үшін қажетті сәйкес іске қосуды реттегіш жабдығымен жабдықталған. Бұл өзгеріс көпсатылы немесе бір сатылы болуы мүмкін. Бір сатылы реттеу кезінде барлық конденсаторлы батареялар автоматты қосылады немесе ажыратылады. Көп сатылы реттеу кезінде конденсатордың жеке секциялары автоматты ажырайды, бұл үшін олар ажыратқыштармен немесе контакторлармен жабдықталған.

Бойлай қосылу қондырғыларында желіге конденсаторлар ретімен қосылады және негізінде оның реактивті кедергісін компенсациялау үшін қызмет етеді. Осы қондырғылармен генерацияланатын, реактивті қуат, іс жүзінде үлкен емес, оны ток арқылы білдірген қолайлы:

$$Q_k = \frac{I^2}{\omega \cdot C}. \quad (5)$$

Осы мақалада электрэнергия шығындарының сипаттамалары келтірілген, электрэнергия шығындарының структурасы, электрберіліс желілерінің орынбасу схемалары мен шығындарды есептеу әдісі қарастырылған. Электрмен жабдықтау жүйесі элементтеріндегі энергия мен қуаттың техникалық шығындарын төмендететін құралдарға және тәсілдерге талдау жасалды.

Синхронды компенсатордың кернеудің есептік деңгейлеріне және актив, реактив қуаттар шығынының құрылымына әсер етеді.

Яғни, тораптарында электр энергия шығынын төмендету үшін синхронды компенсаторлар орнату тиімді болады.

### Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

- 1 Броерская Н.А. Об учете и нормировании потерь электроэнергии в электрических сетях в условиях реструктуризации отрасли [Текст] / Н.А. Броерская // Энергетик, 2014. – №9. – С.16-19
- 2 Воротницкий В.Э. Потери электроэнергии в электрических сетях: Анализ и опыт снижения [Текст]: – М.: Энергопрогресс, 2013. – 103 с.
- 3 Toshkhodzhaeva, M.I. Features of diagnostics of 110 kV overhead transmission lines in conditions of sharply continental climate Bulletin of the Tula State University. Technical Science [Text] / -2019. -P.364-369.
- 4 Toshkhodzhaeva, M., Gracheva, E., Odirmatova, U., Valtchev, S., Karimov, I. Proceedings - 2022 4th International Conference on Control Systems, Mathematical Modeling, Automation and Energy Efficiency [Text] / SUMMA, 2022. -С.781-786. <https://library.kazatu.kz:2057/record/display.uri?eid=2-s2.0-85146114042&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=measures+to+reduce+electricity+losses&sid=87cba464e4bf9ce409c0f400007a8c43&ot=b&sdt=b&sl=52&s=TITLE-ABS-KEY%28measures+to+reduce+electricity+losses%29&elpos=19&citeCnt=0&searchTerm>

УДК 621.311.24

### ВЕТРОУСТАНОВКИ С МОДУЛЬНЫМ ВЕТРОКОЛЕСОМ ДЛЯ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ СЕЛЬСКИХ АВТОНОМНЫХ ОБЪЕКТОВ

*Баймагамбетова Т.Е., магистрант 1 курса*

*Исенов С.С., к.т.н., ассоц. профессор*

*Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина  
г. Астана*

В период мирового кризиса энергетика села все чаще сталкивается с глобальной зависимостью от топливно-энергетических ресурсов и их дефицитом, а также с неизменным ростом цен на топливо, что сказывается на стоимости производства. При этом в отрасли преобладает высокая энергоемкость, ощущается сильный дефицит инженеров-энергетиков, а также существуют проблемы с надежностью электроснабжения отдельных территорий и хозяйств. Все это происходит на фоне высокого процента износа электрооборудования. С другой стороны, в Казахстане имеются все необходимые ресурсные, технические, энергетические и экономические условия для широкомасштабного эффективного использования ветроэнергетических установок, в том числе для сельскохозяйственных районов.

Внедрение альтернативной энергетики на основе возобновляемых источников энергии может создавать надежные, редко обслуживаемые локальные системы энергоснабжения на территории агропромышленного комплекса (АПК). При этом одним из доступных, удобных и выгодных вариантов является ветроэнергетика. Ветроэнергетические установки (ВЭУ) могут располагаться в местах, не предназначенных для посевов, но расположенных рядом с объектами потребления (горные массивы, холмы, поймы рек, болота, земли с низким геотермальным потенциалом и т.д.). Их также можно размещать

и на территории пастбищ, полей, ферм и других объектов сельского хозяйства, в отличие от фотоэлектрических преобразователей, биогазовых заводов, геотермальных станций. ВЭУ меньше подвержены вандализму, занимают малые территории в связи с наличием на поверхности земли только одного элемента - мачты. При этом именно автономные ВЭУ могут ускорить развитие села благодаря своей мобильности и возможности размещения в труднодоступных местах. В связи с вышесказанным внедрение автономных ветроэнергетических установок в сельской местности может обеспечить полным или частичным энергоснабжением небольшие поселки, жилые объекты, фермы, офисные помещения или малые цеха с целью развития инфраструктуры на удаленных территориях страны [1, 2].

Принцип работы ветроустановок очень прост: лопасти, которые вращаются за счет силы ветра, через вал передают механическую энергию к электрогенератору. Тот в свою очередь вырабатывает энергию электрическую. Получается, что ветроэлектростанции работают как игрушечные машины на батарейках, только принцип их действия противоположен. Вместо преобразования электрической энергии в механическую, энергия ветра превращается электрический ток. Для получения энергии ветра применяют разные конструкции: многолопастные «ромашки»; винты вроде самолетных пропеллеров с тремя, двумя и даже одной лопастью (тогда у нее есть груз противовеса); вертикальные роторы, напоминающие разрезанную вдоль и насаженную на ось бочку; некое подобие «вставшего дыбом» вертолетного винта: наружные концы его лопастей загнуты вверх и соединены между собой. Вертикальные конструкции хороши тем, что улавливают ветер любого направления.

Остальным приходится разворачиваться по ветру. Чтобы как-то компенсировать изменчивость ветра, сооружают огромные «ветренные фермы». Ветро двигатели на ветряных фермах стоят рядами на обширном пространстве и работают на единую сеть. На одном краю «фермы» может дуть ветер, на другом в это время тихо. Ветряки нельзя ставить слишком близко, чтобы они не загораживали друг друга. По этой причине ферма занимает много места. Такие фермы есть в США, во Франции, в Англии, а в Дании «ветряную ферму» разместили на прибрежном мелководье Северного моря: там она никому не мешает и ветер устойчивее, чем на суше. Чтобы снизить зависимость от непостоянного направления и силы ветра, в систему включают маховики, частично сглаживающие порывы ветра, и разного рода аккумуляторы. Чаще всего они электрические [3, 4].

Но применяют также воздушные (ветряк нагнетает воздух в баллоны; выходя оттуда, его ровная струя вращает турбину с электрогенератором) и гидравлические (силой ветра вода поднимается на определенную высоту, а, падая вниз, вращает турбину). Ставят также электролизные аккумуляторы. Ветряк дает электрический ток, разлагающий воду на кислород и водород. Их запасают в баллонах и по мере необходимости сжигают в топливном элементе (т.е. в химическом реакторе, где энергия горючего превращается в электричество) либо в газовой турбине, вновь получая ток, но уже без резких колебаний напряжения, связанного с капризами ветра.

В настоящее время технические средства включают два основных типа промышленных ветроустановок: горизонтальные - с горизонтально осевой турбиной (ветроколесом), когда ось вращения ветроколеса параллельна воздушному потоку; вертикальные - с вертикально осевой турбиной (ротором), когда ось вращения перпендикулярна воздушному потоку. Ветроколесо с горизонтальной осью делятся на однолопастные, двухлопастные, трехлопастные и многолопастные; с вертикальной осью различают следующие конструкции роторов: чашечный анемометр, ротор Савониуса, ротор Дарье, также имеются конструкции с концентраторами (усилителями) ветрового потока, такие, как ротор Масгрува, ротор Эванса, усилители потока специальной конструкции. Следует отметить, что ветроколесо с вертикальной осью вращения, в отличие от с горизонтальной, находятся



в рабочем положении при любом направлении ветра, однако их принципиальным недостатком являются большая подверженность усталостным разрушениям из-за возникающих в них автоколебательных процессов и пульсация крутящего момента, приводящая к нежелательным пульсациям выходных параметров генератора. Из-за этого подавляющее большинство ветрогенераторов выполнено по горизонтально-осевой схеме, хотя продолжают использоваться всесторонние проработки различных типов вертикально-осевых установок [5, 6, 7].

По мощности ветроустановки делятся на: малой мощности - до 100 кВт, средней - от 100 до 500 кВт, и большой (мегаваттного класса) - 0,5-4 МВт и более. Существующие системы ветродвигателей по схеме устройства ветроколеса и его положению в потоке ветра разделяются на три класса. Первый класс включает ветродвигатели, у которых ветровое колесо располагается в вертикальной плоскости; при этом плоскость вращения перпендикулярна направлению ветра, и, следовательно, ось ветроколеса параллельна потоку. Такие ветродвигатели называются крыльчатými.

Быстроходностью называют отношение окружной скорости конца лопасти к скорости ветра:

$$Z = \frac{w \cdot R}{V}$$

Крыльчатые ветродвигатели, согласно ГОСТ 2656-44, в зависимости от типа ветроколеса и быстроходности, разделяются на три группы.

- ветродвигатели многолопастные, тихоходные, с быстроходностью  $Z_n \leq 2$ .
- ветродвигатели малолопастные, тихоходные, в том числе ветряные мельницы, с быстроходностью  $Z_n > 2$ .
- ветродвигатели малолопастные, быстроходные,  $Z_n \geq 3$ .

Ко второму классу относят системы ветродвигателей с вертикальной осью вращения ветрового колеса.

По конструктивной схеме они разбиваются на группы: - карусельные, у которых нерабочие лопасти либо прикрываются ширмой, либо располагаются ребром против ветра; - роторные ветродвигатели системы Савониуса.

К третьему классу относятся ветродвигатели, работающие по принципу водяного мельничного колеса и называемые барабанными. У этих ветродвигателей ось вращения горизонтальна и перпендикулярна направлению ветра.

Информация о финансировании. Данная работа является результатом, полученным в ходе реализации проекта ИРН № АР14872147, финансируемого в рамках грантового финансирования от Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан.

Выводы. На основе анализа различных данных, замечен огромный потенциал использования ВЭУ для отдаленных сельскохозяйственных объектов. Кроме того, наибольшее распространение получили трехлопастные ВЭУ с горизонтальной осью вращения.

В настоящее время при разработке ветроэнергетических установок необходимо учитывать оптимальную конструкцию, эффективной в условиях нашего региона.

### Список литературы

- 1 Безруких П.П. Использование энергии ветра [Текст] / П.П. Безруких- М.: Колос, 2008. - С.158.
- 2 Твайдел Дж. Возобновляемые источники энергии [Текст] / Дж.Твайделл, А.Уэйр / Пер. с англ. под ред. Коробкова В.А. - М.: Энергоатомиздат, 1990. -С.195-242.

3 Галась М.И. О целесообразности создания вертикально-осевых ветроэлектрических установок мегаваттного класса [Текст]:/ М.И. Галась, Ю.П. Дымковец, Н.А. Акаев, И.Ю. Костюков // Энергетическое строительство. -1991. -№3. -С.33-37.

4 Турян К.Дж. Мощность ветроэлектрических агрегатов с вертикальной осью вращения [Текст]:/ К.Дж. Турян, Дж.Х. Стрикленд, Д.Э. Берг // Аэрокосмическая техника.-1988.-№8. 105-121 -С.

5 Лятхер, В.М. Развитие ветроэнергетики [Текст]/ В.М. Лятхер // Малая энергетика. - 2006. - №1-2 (4-5). -С.18-38.

6 Eldredge J. D. Numerical simulation of the fluid dynamics of 2D rigid body motion with the vortex particle method [Text] / J. Comput. Physics. -2007. -Vol. 221. -P. 626-648. DOI:10.1016/j.jcp.2006.06.038.

7 Концепция использования ветровой энергии в Казахстане. Комитет Казахстанского Союза научных и инженерных общественных организаций по проблемам использования возобновляемых источников энергии. [Текст]: под ред. П.П. Безруких - М.: Книга-Пента, 2005. - 45 с.

## УДК 621.316.925.1

### **РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ АЛГОРИТМА ЗАЩИТЫ, АПВ И ИНФОРМАТОРА АВАРИЙНОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ ЛИНИИ НАПРЯЖЕНИЕМ 35 кВ**

*Боранбаева З.К., магистрант 2 курса  
Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина  
г. Астана*

В настоящее время внешнее электроснабжение посёлков и производственных объектов АПК осуществляется по линиям 35 кВ. Современная линия 35 кВ, как правило, питает несколько трансформаторных подстанций напряжением 35/10 кВ, которые удалены друг от друга и районной подстанции 110/35/10 кВ на десятки километров. Важную роль в обеспечении надёжности передачи электроэнергии по линиям 35 кВ играют средства релейной защиты и автоматики. Несчастные случаи в линии в последние годы происходят часто и постепенно, они стали важной заботой отдела обслуживания. Изучение неисправностей, процесс разработки новых защит линии напряжением 35 кВ полезно, так как дает возможность обнаружить и диагностировать пробой и короткие замыкания заранее, и дает избежать расширение аварии [1].

В настоящее время постепенно проводится модернизация защит и автоматики линий 35 кВ, которая в основном затронула защиты, установленные в голове линии. Она заключается в замене электромеханической базы защит на цифровую, что позволяет повысить надёжность средств защит и автоматики, однако не решается вопрос с получением информации о работе защит, установленных на секционирующих выключателях напряжением 35 кВ подстанций 35/10 кВ. В результате при их отключении нарушается питание других подстанций 35/10 кВ и, в итоге, приводит к перерывам электроснабжения потребителей. Ранее эту функцию выполняли средства телемеханики, в которых информация передавалась по специальному высокочастотному каналу связи, но применения они не получили в связи со сложностью отстройки от помех и высокой стоимостью. В настоящее время известны диагностические признаки способов контроля режимов сети, при которых осуществляется действие токовой отсечки, автоматического повторного включения и информатора аварийного отключения выключателя.

Задачей исследования является разработка модели комплексного устройства, выполняющего функции двухступенчатой токовой защиты с ускорением до автоматического повторного включения и информатора аварийных отключений секционирующих выключателей, что позволит повысить надёжность работы защиты и автоматики линии 35 кВ и снизить перерывы электроснабжения потребителей.

В результате анализа диагностических признаков и возможных ситуаций, возникающих в электрической сети 35 кВ и требований, предъявляемых к устройствам, а также оптимизации будущего автоматического устройства разработана структурная схема алгоритма логического и функционального взаимодействия элементов комплексной защиты.

На рисунке 1 представлена схема алгоритма, выполняющая функции ускоренной защиты до автоматического повторного включения и информатора аварийного отключения секционирующего выключателя линии 35 кВ. Ниже дан анализ выполнения алгоритмом функций в зависимости от возникающих ситуаций на линии 35 кВ [2].

Информация о токе ( $0 \leq I \leq I_k$ ), поступает со вторичных обмоток трансформаторов тока, на вход преобразователей тока в напряжение, которые в виде сигналов: ( $0 < I < I_k$ ;  $I = I_k$ ;  $I = 0$ ) подаются в структурную схему алгоритма устройства.

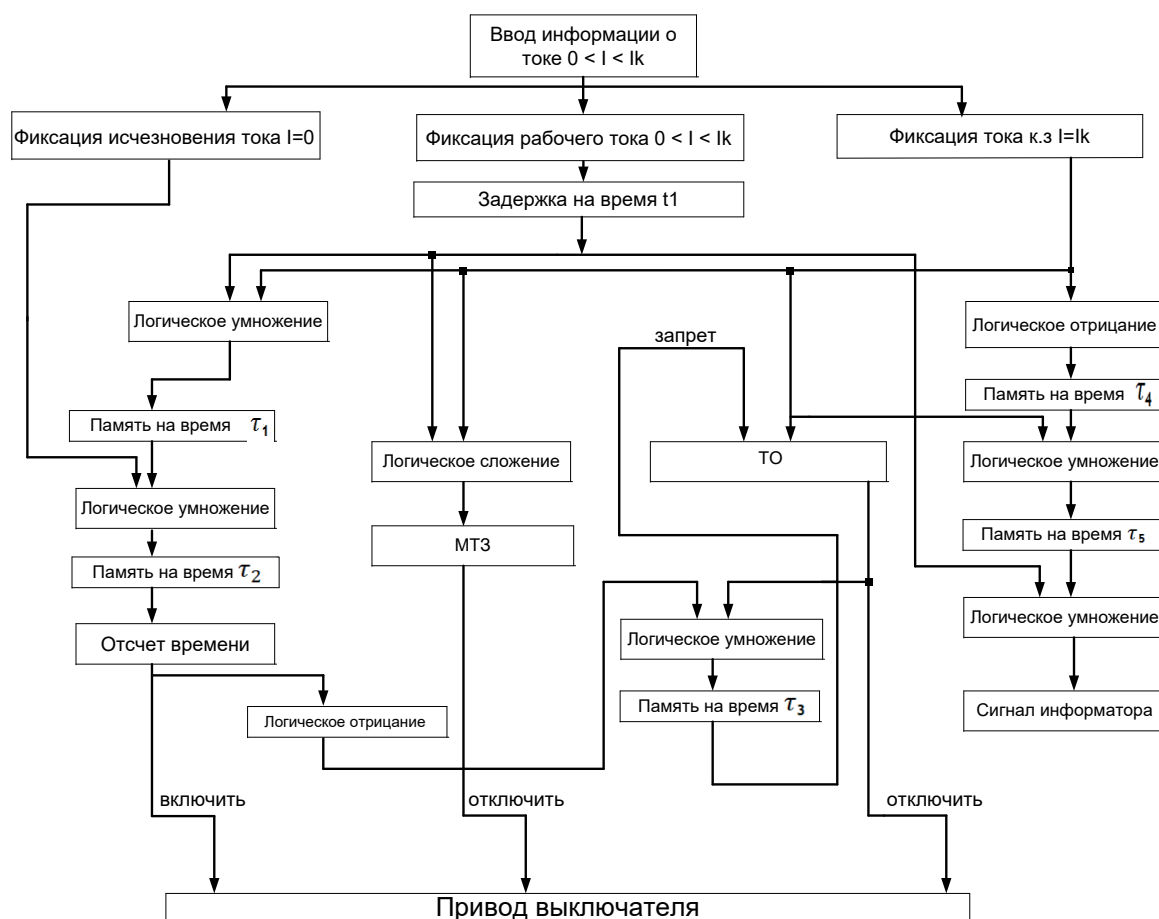


Рисунок 1 - Структурная схема алгоритма логического и функционального взаимодействия защиты с ускорением до автоматического повторного включения и информатора аварийного отключения выключателя линии 35 кВ

Порядок выполнения алгоритмом математических и логических операций зависит от конкретных условий. В данном случае рассматриваются две возможные ситуации:

- а) неустойчивое короткое замыкание на секционирующем участке;
- б) устойчивое короткое замыкание на секционирующем участке.

В первом случае необходимо выполнить следующее:

Если линия находится в отключённом состоянии зафиксировать значение тока  $I=0$ ;

При включении линии под нагрузку через время  $t_1$ , зафиксируется рабочее значение тока ( $0 < I < I_k$ );

При возникновении короткого замыкания на секционирующем участке ( $I=I_k$ ) зафиксировать его;

Если в момент появления тока короткого замыкания рабочий ток будет зафиксирован, запомнить на время  $\tau_1$  их совпадение;

Подать сигнал на срабатывание неселективной токовой отсечки;

Выполнить отключение секционирующего выключателя;

После отключения действием неселективной токовой отсечки выключателя секционирующего участка, запомнить на время  $\tau_2$ ;

После исчезновения тока короткого замыкания зафиксировать нулевое значение тока в линии  $I=0$ ;

Если момент появления нулевого тока ( $I=0$ ) совпадает с временем памяти  $\tau_1$ , запомнить данную ситуацию на время  $\tau_2$ ;

Выполнить отсчет выдержки бестоковой паузы;

Подать сигнал на включение выключателя;

После включения выключателя и появления информации о токе  $I > 0$  выполнить сброс памяти со временем  $\tau_2$ .

Запомнить момент исчезновения первого броска тока короткого замыкания на время  $\tau_3$  равное бестоковой паузы автоматического повторного включения секционирующего выключателя.

Если в течение времени  $\tau_3$  не появится второй бросок тока короткого замыкания, значит короткое замыкание самоустранилось в бестоковую паузу автоматического повторного включения секционирующего выключателя.

Во втором случае последовательность выполнения операций совпадает с началом алгоритма работы при неустойчивом коротком замыкании, до тех пор, пока не будет зафиксирован второй бросок тока короткого замыкания.

При возникновении второго броска тока короткого замыкания зафиксировать его;

Выполнить запрет отключения выключателя действием ускоренной защиты в течение времени  $\tau_3$ ;

Если в течение времени  $\tau_4$  появится второй бросок тока короткого замыкания, то запомнить это момент на время  $\tau_5$ ;

Время  $\tau_5$  принимается больше наибольшего времени срабатывания защиты и собственного времени отключения секционирующего выключателя;

Далее подается сигнал на работу максимальной токовой защиты;

Выполнить отключение секционирующего выключателя;

После отключения действием максимальной токовой защиты с выдержкой времени выключателя секционирующего участка, запомнить на время  $\tau_5$ ;

После исчезновения второго броска тока короткого замыкания зафиксировать значение тока в линии;

Если ток равен нулю, сделать сброс памяти  $\tau_5$ ;

Если ток не равен нулю и к этому моменту будут зафиксированы два броска тока короткого замыкания, выдать информацию об аварийном отключении секционирующего выключателя.

Действия ускоренной защиты и максимальной токовой защиты основывается на том, что при фиксации тока короткого замыкания сначала срабатывает ускоренная защита (токовая отсечка) и отключает выключатель без выдержки времени и далее осуществляется запрет повторного срабатывания на время  $\tau_3$  при наличии сигнала о срабатывании автоматического повторного включения, что касается максимальной токовой защиты, то

она срабатывает с выдержкой времени после неуспешного автоматического повторного включения.

На основании вышеизложенного следует сделать следующий вывод:

Разработанный алгоритм подтвердил логическое и функциональное взаимодействие элементов комплексного устройства, что позволяет приступить к созданию его функциональной схемы.

### Список литературы

1 Hu R. et al. Power cable fired by transient arcing below the action value of relay protection: An analysis of a medium-voltage cable joint breakdown fault [Text] / Engineering Failure Analysis. – 2023. – Vol. 1. 145 – P. (Scopus)

<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85059564276&origin=resultslist>

2 Зуль Н.М., Палюга М.В., Анисимов Ю.В. Повышение эффективности использования АПВ в электрических сетях [Текст] / Энергетик, -1985. -№ 12.

УДК 622.275:624.45.042:621.18(043)

## ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ГАЗИФИКАЦИИ УГЛЯ ШУБАРКОЛЬСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДЛЯ ДАЛЬНЕЙШЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИНТЕЗ-ГАЗА В ПГУ

*Жаилганов А.С., магистрант 2 курса*

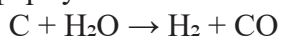
*Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина  
г. Астана*

В энергетике РК основным энергоносителем для выработки электроэнергии является уголь. Это объясняется тем, что уголь имеется практически во всех регионах, а учитывая возможность его доставки в зависимости от объемов потребления по железной дороге или автотранспортом. Уголь может считаться наиболее доступным и дешевым первичным энергоносителем. В мировой энергетике широко используется технология получения из угля синтез-газа, такой процесс имеет название газификация угля [1].

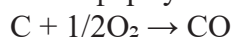
Среди стран СНГ Казахстан занимает третье место по запасам и добыче угля и первое место - по добыче угля на душу населения. Наибольший объем добычи угля в республике приходится на Центральный (Караганда) и Северо-Восточные (Павлодар) регионы - 96,2%.

Существуют три основных метода получения синтез-газа.

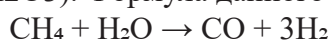
1. Газификация угля. Данный процесс основан на взаимодействии каменного угля с водяным паром и происходит по формуле:



Данная реакция является эндотермической, и равновесие при температуре 900-1000 по шкале Цельсия сдвигается вправо. Разработаны различные технологические процессы, использующие парокислородное дутье, благодаря которому наряду с упомянутой реакцией параллельно протекает экзотермическая реакция сгорания угля, которая обеспечивает необходимый тепловой баланс. Ее формула:



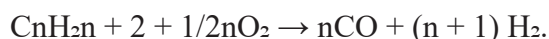
2. Конверсия метана. Данная реакция взаимодействия водяного пара и метана проводится при повышенной температуре (800-900 градусов) и давлении при присутствии никелевых катализаторов (Ni-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Формула данного процесса:





Также в качестве сырья в данном способе вместо метана можно использовать любое сырье, содержащее углеводород [2].

3. Парциальное окисление углеводородов. Данный процесс, происходящий при температурах выше 1300 градусов заключается в термическом окислении углеводородов. Формула данной реакции:



В данной работе мы будем рассматривать газификацию углей Шубаркольского месторождения.

Месторождение находится в черте города Караганда, и отличается своими крупными залежами чистого угля. Угли Шубаркольского месторождения каменные, марок Д и Д-1. Шубаркольский уголь используется для работы различных электростанций и котельных. Шубаркольский уголь имеет следующие характеристики:

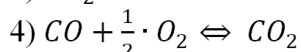
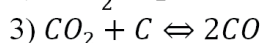
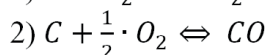
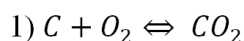
В таблице 1 приведена, сравнительная характеристика углей.

Таблица 1 - Качественные характеристики углей

№	Показатели	Ед. изм.	Индекс	Экибаст.	Шубарколь	Майкуб.
1	2	3	4	5	6	7
1	Влага общая	%	W <sub>ir</sub>	4,0-9,0	14,5	16,0-22,0
2	Зольность	%	Ad	42,0-43,0	6,0-13,0	20,0-25,0
3	Выход летучих веществ	%	V <sub>daf</sub>	24,0-28,0	43,5	42,0-45,0
4	Нелетучий (связанный углерод)	%	C		76,0	
5	Индекс Рога	ед.	R <sub>j</sub>		0	
6	Высшая теплота сгорания	Мдж/кг	Q <sup>daf</sup> <sub>j</sub>		30,14	
		ккал/кг			7300	
7	Низшая теплота сгорания	Мдж/кг	Q <sup>i</sup>	16,55	22,40	18,14
		ккал/кг		3950-4050	5600-5100	4330-4040
8	Общая сера	%	S <sup>di</sup>	0,4-0,7	0,5	0,4-0,9
Элементарный состав горючей массы						
	Углерод	%	C	82,0	76,9	74,0-76,0
	Водород	%	H	5,0	5,35	4,7-5,3
	Азот	%	N	1,5	1,48	
	Кислород	%	O	11,5	15,30	
	Азот + Кислород	%	N+O			18,6-21,7
	Фосфор	%	P		0,015	
	Плавкость золы;					
	Темп. начала деформ.	С <sub>о</sub>	torA	1300	1100	1240
	Темп. размягчения	С <sub>о</sub>	torB	1460	1420	1260
	Темп. жидкоплав. состоян	С <sub>о</sub>	torC	1500	1440	1300
9	Размолоспособность углей по методу ВТИ			1,35	1,3	1,21

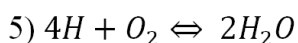
Процесс газификации твердого топлива основан на термических процессах, в результате которого из твердого углеродистого вещества образуются газовые продукты в виде газов, способных в дальнейшем гореть и выделять тепловую энергию. Предварительно отметим, что процессы разложения угля за счет внешнего источника обогрева, известные как процессы коксования, в результате которого из летучих компонентов угля образуется коксовый газ, а углеродистое вещество остается в виде кокса (полукокса) в данном случае не рассматриваются [3]. Также не рассматриваются процессы раскисления окислов металлов (железной руды) углеродом, т.е. процесс, проходящий в доменных печах, в результате которого также образуется горючий (доменный) газ. В качестве процесса газификации рассматривается процесс, в котором тепло для процессов образования горючих газов используется за счет сгорания части исходного топлива.

Если в слой предварительно разогретого углеродистого вещества (уголь, торф, дрова) дуть окислитель (кислород, воздух), происходят следующие химические реакции:

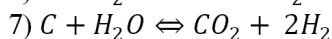
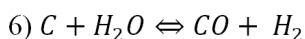


Все рассмотренные реакции обратимы и их равновесие зависит от условий в реакционной зоне. Как можно видеть, если в качестве исходного продукта в первых двух реакциях используется твердое вещество – углерод, то все конечные продукты реакций представляют собой газообразные продукты. Среди них есть как горючие газы (CO, реакции 2,3), так и газы, где все связи углерода с кислородом уже использованы (CO<sub>2</sub>, реакции 1,4).

В реальных условиях твердое топливо представлено не чистым углеродом, оно имеет большую долю углеводородов, представляющих собой соединения C<sub>m</sub>H<sub>n</sub>. При воздействии высокой температуры углеводороды возгоняются, происходит так называемый выход летучих. Часть углеводородов распадается на составляющие – углерод и водород. Углерод при высокой температуре вступает в реакции с кислородом по приведенным выше реакциям. Водород может окисляться



Следовательно, в зоне горения, даже при применении для дутья сухого воздуха, присутствуют водяные пары. Кроме этого, при газификации часто применяют добавление водяного пара к воздуху. Поэтому в зоне горения дополнительно могут проходить следующие реакции:



Как видно, реакции углерода с водяным паром также приводят к переходу твердого вещества (углерода) в газообразные продукты, некоторые из которых являются горючими.

Протекание процесса газификации и состав газа зависит от условий в реакционной зоне. Из приведенных семи реакций три реакции (1, 2, 4, 5) проходят с выделением тепла. Реакции 3, 6, 7 эндотермичны и вызывают понижение температуры продуктов реагирования.

В газогенераторах процесс газификации происходит следующим образом (рассматриваются газогенераторы первого поколения слоевого типа). В зоне горения при разогретом слое и подаче окислителя происходят экзотермические реакции горения с выделением тепла и образованием продуктов полного или частичного окисления углерода (реакции 1, 2, 4), а также горение продуктов возгона летучих (реакция 5). Температура в

зоне горения может достигать 1400 и более °С. В слое топлива, непосредственно контактирующем с зоной горения, который имеет высокую температуру, но кислород уже весь связан, происходят восстановительные реакции (реакции 3, 6, частично 7). За счет поглощения тепла при этих реакциях температура реагирующих веществ снижается и эти реакции идут в слое, в котором температура еще поддерживается на уровне 800...900 °С. В слое топлива с меньшей температурой происходят процессы пиролиза с расщеплением высокомолекулярных соединений до более простых, температура этой зоны до 400 °С. В контактирующей с этой зоной слоем с меньшей температурой происходит выделение летучих фракций. Далее по мере снижения температуры происходит подсушка топлива (испарение влаги). На рисунке 1 показана схема газификации и типичные реакции в зонах реактора.

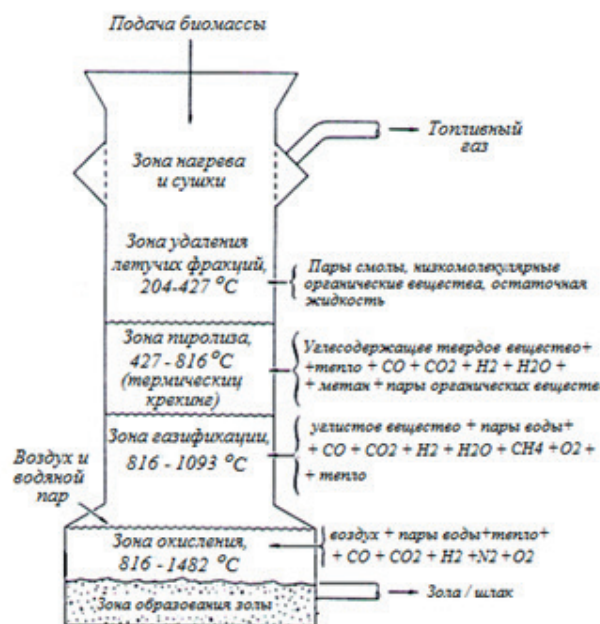


Рисунок 1- Реакционные зоны в газогенераторе слоевого типа (противоточного типа)

В настоящее время электростанции используют технологии 90-х годов, а модернизации приводят к переводу котлов с угля на газ. В данной работе предлагается применение и использование полученного газа в ПГУ, а так же использование парогазовых установок с внутрицикловой газификацией Шубаркольского угля. Основными задачами модернизации является: повышение эффективности использования твердого топлива, безболезненная интеграция новой установки в схему ТЭС, снижение уровня выбросов, удержание капиталовложений на конкурентоспособном уровне [3].

В энергетике реализованы ряд тепловых схем ПГУ, имеющих свои особенности и различия в технологическом процессе. Были рассмотрены различные варианты реализации ПГУ с возможностью независимой работы газотурбинной и паротурбинной частей. Изучив схемы ПГУ было решено использовать схему ПГУ с параллельной работой ГТ и ПТ частей.

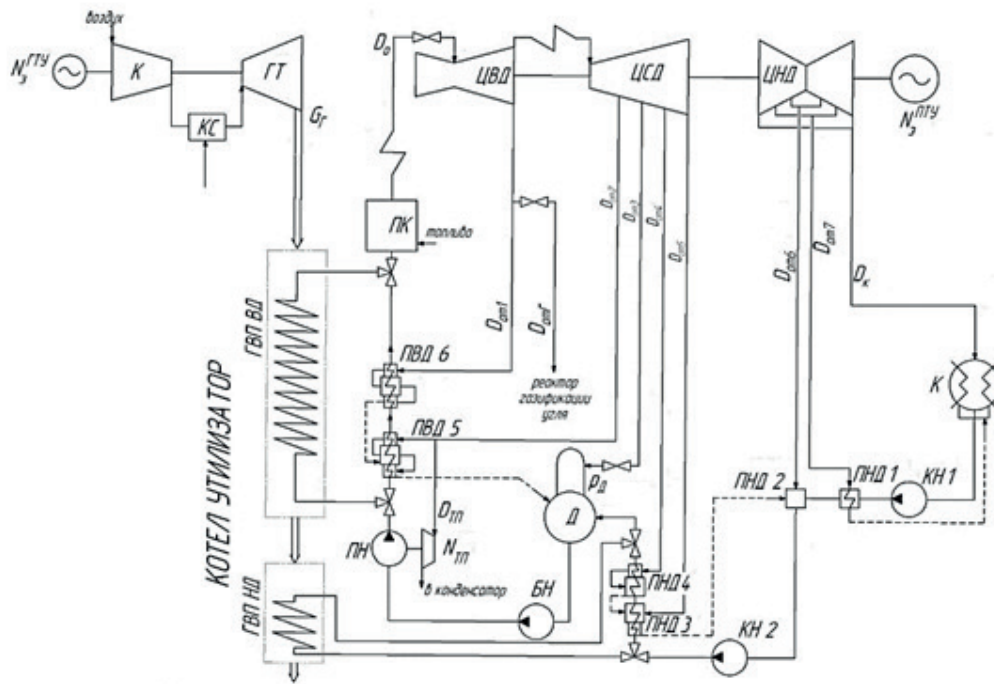


Рисунок 2 - Схема ПГУ с параллельной работой ГТ и ПТ частей

Схема ПГУ с внутри цикловой газификацией угля приведена на рисунке 3.

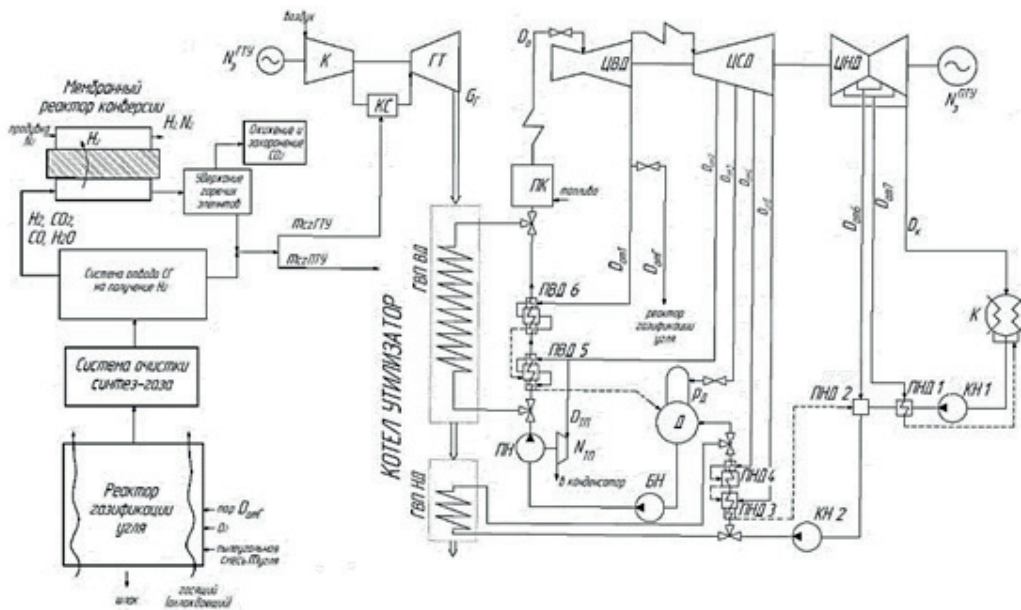


Рисунок 3- Схема ПГУ с внутри цикловой газификацией угля

Эти схемы являются наиболее эффективными и выбор между ними при проектировании энергоблока должен производиться в зависимости от потребности в электрической, тепловой энергии и графика сетевой нагрузки в регионе, где планируется строительство [4].

Процессы газификации можно классифицировать по следующим признакам:

- 1) По теплоте сгорания получаемых газов (в МДж/м<sup>3</sup>);
- 2) По назначению газов;
- 3) По типу дутья (воздушное, паровоздушное, кислородное);
- 4) По давлению газификации. Большинство современных технологических процессов основаны на применении газификации под давлением до 6-8 Мпа;

5) По температуре. Повышение температуры газификации увеличивает скорость реакций и уменьшаем образование побочных продуктов;

Влияние основных свойств горючих ископаемых на их газификацию: спекаемость топлива, шлакообразующая способность топлива, зольность.

Исходя из этого, выбираем газификацию с парокислородным дутьём, а из углей Казахстана Шубаркольский уголь. Из двух схем ПГУ с параллельной схемой работы и с полузависимой схемой работы необходимо выбрать наиболее эффективную.

### Список литературы

1 Бирюков А.Б. Сжигание и термическая переработка органических топлив. Твердое топливо [Текст] : учебное пособие / А.Б. Бирюков, И.П. Дробышевская, Ю.Е. Рубан. – Донецк: ГВУЗ «ДонНТУ», 2014. – 232с.

2 Алешина А. С., Сергеев В. В. Газификация твердого топлива [Текст]: учеб. пособие. - СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2010. - 202 с.

3 Рыжкин В.Я. Тепловые электрические станции [Текст]: учебник для вузов / Под ред. В.Я. Гиршфельда. – М: Энергоатомиз-дат, 1987. – 328 с.

4 Wang P, Lv Y., Wang Y., Liu X., Bai Q., Zhang H., Jin B. Adaptability and Anti-Noise Capacity Enhancement for  $\phi$ -OTDR With Deep Learning [Text] / Journal of Lightwave Technology // -2020. Vol. 38. Issue. 23. -P. 6699-6706. (Scopus) <https://doi.org/10.1109/JLT.2020.3016712>

### ӘОЖ 631.3

#### **АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ӨНДІРІСІНІҢ ҚАЛДЫҚТАРЫН КӘДЕГЕ ЖАРАТУ МҮМКІНДІГІМЕН КОГЕНЕРАЦИЯЛЫҚ ЭНЕРГИЯ ҚОНДЫРҒЫСЫН ПАЙДАЛАНА ОТЫРЫП, АГРОӨНЕРКӘСПТІК КЕШЕН ОБЪЕКТІЛЕРІН ДЕРБЕС ЭНЕРГИЯМЕН ЖАБДЫҚТАУДЫ ӘЗІРЛЕУ**

*Мехтиева А.Д. т.ғ.к., қауымд. профессор*

*Жамалханова Ж.Ф. магистрант*

*С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті  
Астана қ.*

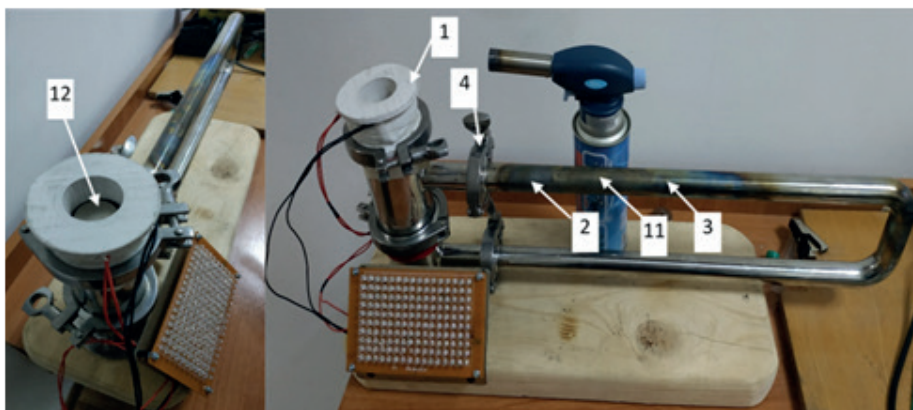
Біздің зерттеуіміз Стирлинг циклі бойынша жұмыс істейтін сыртқы жылу көзі бар қозғалтқыштың тиімділігін арттыру мәселесін шешуге бағытталған. Мұндай қозғалтқышты автономды электр генераторының жетегі ретінде пайдалану өте перспективалы, ал салқындату жүйесінен алынған жылу энергиясы әртүрлі бөлмелерді жылытуға бағытталуы мүмкін. Біз өз жұмысымызда термоакустика саласындағы белгілі теориялық және практикалық жетістіктерді қолданамыз [1]. Біз Автономды тұтынушылар үшін электр және жылу энергиясын жан-жақты өндіруге қабілетті ультра төмен қуатты когенерациялық электр станциясын құру үшін болашақ термоакустикалық дизайнын сынаған бірнеше зертханалық үлгілерді әзірледік. Термоакустикалық талшықты тақтаның және бос поршеннің артықшылықтарының бірі-жоғары тиімділік және 100000 сағаттан астам ресурс. Стирлинг цикліне ең жақын термодинамикалық циклді аяқтау арқылы жылу энергиясын акустикалық энергияға түрлендіру кезінде пайда болатын акустикалық жүгіру толқынының әсерінен жұмыс істейтін термоакустикалық қозғалтқыш (ТАД) [2]. Жылытқышты шартты түрде атайтын жылу алмастырғышта жұмыс денесі қызған кезде акустикалық энергия өндіріледі, ол тұрақты магниттері бар сызықтық айнымалы ток генераторы немесе екі бағытты турбина арқылы электр

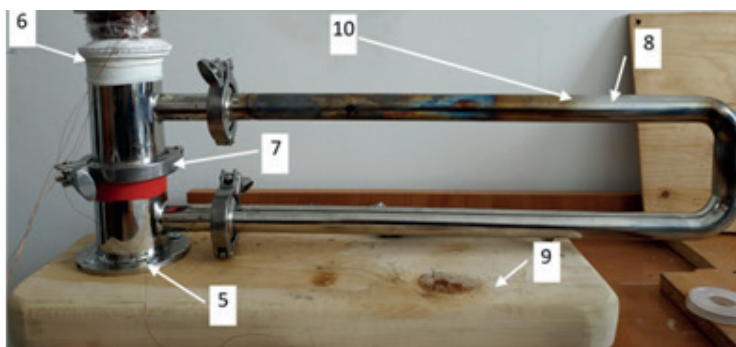


энергиясына айналады. Термоакустикалық әсерді қолданатын барлық қарастырылған сыртқы жылу қозғалтқыштары ыстық жылу алмастырғышта салыстырмалы түрде жоғары температура беретін көзден жұмыс істей алады жылытқыш [3], сәйкесінше суық жылу алмастырғыш арасындағы Регенератор бойындағы температураның үлкен айырмашылығы салқындатқыш. Біз ТАД-тың температуралық градиенттердің кішігірім мәндерінде, жылытқыш пен салқындатқыш жүйесіндегі жұмыс денесінің температурасының минималды айырмашылығымен жұмыс істеу қабілетін қоямыз. Қозғалмалы механикалық бөліктері бар Стерлингтердің классикалық нұсқаларына қарағанда ТАД артықшылықтарын пайдалана отырып, ТАД кәсіпорындар технологиялық су айдындарына төгетін геотермалдық көздерді, Күн радиациясын немесе өнеркәсіптік ағындардың жылуын пайдалану үшін сенімді, арзан және экологиялық таза энергия түрлендіру құрылғыларын құру тұрғысынан айтарлықтай әлеуетке ие. Сыртқы жылу беру қозғалтқыштарының зерттеу материалдары мен конструкцияларын талдағаннан кейін біз 1 суретте көрсетілген зертханалық үлгіні жасадық. Жылу қозғалтқыштарының бұл түрінің болашағы оларды геотермалдық ұңғымадан алынған төмен потенциалды жылуды түрлендіру үшін пайдалану болып табылады. Біз тұрақты акустикалық толқыны бар ТАД әзірледік және зерттедік. Жұмыс денесі ретінде 1,5 Атм дейінгі қысыммен ауа немесе гелий қолданылады. Таd жылу (жылу) энергиясын акустикалық қуатқа айналдыра отырып, сыртқы акустикалық жүктемеге 30 Ваттқа дейін акустикалық қуатты дамыта алады.

Сыртқы жылу беру қозғалтқыштарының зерттеу материалдары мен конструкцияларын талдағаннан кейін біз 1 суретте көрсетілген зертханалық үлгіні жасадық. Жылу қозғалтқыштарының бұл түрінің болашағы оларды геотермалдық ұңғымадан алынған төмен потенциалды жылуды түрлендіру үшін пайдалану болып табылады. Біз тұрақты акустикалық толқыны бар ТАД әзірледік және зерттедік. Жұмыс денесі ретінде 1,5 Атм дейінгі қысыммен ауа немесе гелий қолданылады. ТАД жылу энергиясын акустикалық қуатқа айналдыра отырып, сыртқы акустикалық жүктемеге 30 Ваттқа дейін акустикалық қуатты дамыта алады. Зертханалық үлгінің төмен тиімділігі ыстық жылу алмастырғыштағы жылудың айтарлықтай жоғалуына және салқындату жүйесінің жылу алмастырғышының төмен тиімділігіне байланысты, бірақ одан әрі жұмыс ТАД жылу тиімділігін арттыру үшін дизайнды өзгертуді жоспарлап отыр. Тұрақты акустикалық толқыны бар термодинамикалық цикл мәні бойынша қайтымсыз.

Жылытқыш ретінде жалын температурасы 9000 С дейінгі құрғақ жанғыш (құрғақ алкоголь) таблеткалары немесе жалын температурасы 13000-ға дейінгі портативті газ оттығы қолданылады. Жұмыс денесін салқындату тәжірибесі 2 аймаққа орналастырылған суға малынған мақта матаны пайдаланады, қосымша салқындату үшін 10-аймақ пайдаланылды, өйткені Стирлинг қозғалтқышы үшін жылу қозғалтқыштарының басқа түрлеріне қарағанда қарқынды салқындату өте маңызды.





1-сызықтық генератор катушкасы; 2-салқындату аймағы; 3-қыздыру аймағы; 4-клапан резонаторды бекітуге арналған қосылыс; 5-резонаторды бекітуге арналған фланец; 6-сызықтық генератордың жоғарғы мембранасы; 7-төменгі мембрана; 8-резонатор түтігі; 9-ТАД бекітуге арналған негіз; 10-қосымша салқындату аймағы; 11-сым регенераторы

1 сурет-ТАД көрінісі

Қорытындылай келетін болсақ термоакустикалық қозғалтқыштар классикалық Стирлинг қозғалтқыштарына ұқсас термодинамикалық процестерге ие, бірақ бірқатар маңызды артықшылықтарға ие және осы типтегі қозғалтқыштарға тән көптеген кемшіліктердің болмауы, ал Тад тиімділігі жоғары. Тығыздағыштары мен маховиктері бар поршеньдердің болмауы оларды жеңіл және сенімді етеді. Құрғақ қаныққан буды жұмыс денесі ретінде пайдаланған кезде өндірілетін қуатты едәуір арттыруға және ТАД-ты бәсекеге қабілетті етуге және оның негізінде автономды энергиямен жабдықтау жүйелері үшін электр және жылу энергиясын жан-жақты өндіретін төмен қуаттан жоғары жылу электр станциясын құруға болады.

### Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

- 1 Мехтиев А.Д., Югай В.В., Алькина А.Д., Калиаскаров Н.Б., Есенжолов У.С. много-топливная микротепловая электростанция мощностью 1-10 кВт для удаленных объектов сельской местности и фермерских хозяйств [Текст] / Вестник южно-уральского государственного университета. Серия «энергетика» // -2018 №2. -С.62-71. ISSN 1990-8512
- 2 Yazaki T., Iwata A., Maekawa T., Tominaga A. Traveling wave thermoacoustic engine in a looped tube [Text] / Phys Rev Lett, 1998. –P.31 .
- 3 «Spent Nuclear Fuel-Waste or Resource the Potential of Strategic Materials Recovery during Recycle for Sustainability and Advanced Waste Management» by Kathryn George Clint [Text] / A. Sharrad, Harry Eccles, Alistair F. Holdsworth, Ana Ferreira, Cristina Carlos and Luís Rosado Waste, -2023. -№1(1). -P. 249-263. (Scopus) <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85059564276&origin=resultslist> <https://doi.org/10.3390/waste1010016>

## АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫНДА АСИНХРОНДЫ ҚОЗҒАЛТҚЫШТАРДЫҢ ЖҰМЫС ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

*Қасымбек Ұ., 2 курс магистранты  
С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті  
Астана қ.*

Ауыл шаруашылық асинхронды машиналар электр қозғалтқышы сипатталады. Әр түрлі жұмыс жағдайлары, олар әсер етеді пайдалану сенімділігін электр қозғалтқыштар.

Жұмыс шарттары санының көп электр қозғалтқыштарын ауыл шаруашылығында болып саналады. Ауыр әсерінен бірқатар сыртқы факторлар әсер етеді;

- қоршаған ортаны факторлар электрмен жабдықтау;

-эксплуатациялық факторлар ықпал тарапынан жұмыс машиналары мен механизмдерін;

-факторлар және эксплуатациялық қызмет көрсету жоспары;

Қоршаған ортаға әсері:

-агрессивті газдардың қора-жайларында (аммиак, көмірқышқыл газы, күкіртті сутек);

-пікірқаталтәуліктік және маусымдық перепадами температура электр қозғалтқыштары үшін ашық ауада жұмыс істейтін (орнату сумен жабдықтау, қазандық, астық кептіргіштер және т. б.);

-жоғары ылғалдылығы кезінде ауаның жұмыс электр қозғалтқыштарын мал шаруашылығы үй-жайларында, цехтарында бойынша жемістер мен көкөністерді өңдеу;

-запыленностью үй-жайларында өңдеу үшін астықтың, диірмендерде, бұл құрама жем цехтарында.

Агрессивті газдар, температура ауытқуы, жоғары ылғалдылық әсер етеді электр қозғалтқыштарды окшаулау (окшаулау кедергісі азаяды және оның электрлік беріктігі). Жоғары шаң-тозаңды үй-жайлар нашарлатады салқындату электр қозғалтқышының, өйткені забиваются желдеткіш саңылаулар. Ерекше қолайсыз әрекет факторлары бірнеше бір мезгілде.

Электрмен жабдықтау факторлар. Жағымсыз әсер пайдалану кезінде электр қозғалтқыштарының ауытқуы көрсетеді. Қоректендіруші кернеу. электр берілісі желілерінің және жеткіліксіз қималы сымдар жиі ауытқуы және қоректендіруші кернеу шегінен тыс белгіленген МЕМСТ 13109-97. Кернеудің төмендеуі азаюына әкеледі развиваемого қозғалтқышы бар, ол үшін қолайсыз болса тетіктерін жағдайлары ауыр іске қосылады (сүт сепараторлары, ағаш тілетін рамалар, жетектер сенных престер және т. б.). Сонымен қатар, ауылдық электр тораптарында фазалар бойынша жүктеме туғызады несимметрию қоректендіруші кернеу байқалады.

Эксплуатациялық факторлар. Қарай пайдалану факторларына әсер ететін жұмысқа асинхронды қозғалтқыштар жатады. Ұзақтығы қозғалтқыштардың жұмыс жыл бойы, сипаты тиеу қуаты, пайдалану және авариялық жұмыс режимі. Статистикалық мәліметтер көрсеткендей, деңгейі пайдалану электр қозғалтқыштары айтарлықтай әр түрлі болып табылады [1,2]. Жекелеген қозғалтқыштан нагружены барлығы 10% - ға, ал кейбір заттар шамадан 5-15%. Ең жоғары орташа жүктемесі бар электр қозғалтқыштары, пайдаланылатын мал шаруашылығында, қосалқы үй-жайларда. Жүктеме электр қозғалтқыштар әдетте келісілген жағдайларға қолдану, т. е. электр жинақталады емес, оңтайлы. Төмен пайдалану деңгейі қуат электр қозғалтқыштары өсімдік шаруашылығындағы негізделген недогрузкой қозғалтқыштардың қуаты аз.

Орташа саны электр қозғалтқыштар мал шаруашылығы 43% құрайды, өсімдік шаруашылығы - 17%, шеберханаларда және жөндеу учаскелерінде - 30% - ға, басқа учаскелерінде - 10% [1]. Басқа деректер бойынша [2] саны электр қозғалтқыштарын - мал

- 50,4%, өсімдік шаруашылығында - 24,2%, шеберханаларда және жөндеу учаскелерінде - 25,4%. Ауыл шаруашылығы үшін тән болып табылады маусымдық исуточная әркелкілігі жұмыстарды күрт шектейді занятость электродвигателей. Коэффициенті маусымдық кезінде использования двигателей мал шаруашылығында 0,7; өсімдік шаруашылығы - 0,3;

Тәуліктік жұмыс ұзақтығы 1,5 - 2,0 сағат 50% - қозғалтқыштар; 4,0 - 5,0-ге дейін 30% - ға; 8,0 - 14,0-ге дейін 20%).

Әсеретуі жағынан жұмыс машиналары. Ерекшеліктері асинхронды қозғалтқыштардың ауыл шаруашылығында, сондай-ақ байланысты сипатына әсер ету жағынан жұмыс машиналары мен механизмдерін [3]. Айнымалы және кездейсоқ сипаттағы жүктеме тудырады тұрақты электромагниттік, электромеханикалық және жылу өтпелі асинхронды қозғалтқыштарда, олар кері әсерін оларды пайдалану сенімділігін. Жұмыста электр қозғалтқыштарын ықпал етеді, сондай-ақ жетілмегендігі жұмыс машиналары мен механизмдерін, байланысты болмауына автоматтандыру құралдары және бақылау жүктемесі әкеледі ауыртпалықтарға қозғалтқыштар, созылмалы ұшыру, жұмыс режимінде аударылуы.

Сәйкес МЕСТ 18322-78 барлық профилактикалық іс-шаралар дәрежесіне байланысты қалпына келтіру ресурсы бұйымдар мыналарды қамтиды.

Техникалық қызмет көрсету сипатталады бірнеше көрсеткіштері бар: техникалық қызмет көрсету кезеңі – интервалы арасындағы уақыт немесе атқарылатын жұмыс осы техникалық қызмет көрсету түрі мен келесі түрі; ұзақтығы бір техникалық қызмет көрсету бұйымдар (жұмсалатын уақыт бір техникалық қызмет көрсету бұйымдар); трудоемкостью қызмет көрсету (трудозатратами орындауға бір техникалық қызмет көрсету); цикл техникалық қызмет көрсету – ең аз қайталанатын уақыт немесе атқарылатын жұмыс аралығы бұйымдар, оның ішінде орындалады белгілі бір ретпен талаптарына сәйкес нормативтік – техникалық құжаттамада белгіленген барлық түрлері кезеңдік техникалық қызмет көрсету.

Жөндеу – кешені қалпына келтіру жөніндегі операциялар жарамдылығын немесе жұмысқа қабілеттілігін бұйымдар мен ресурстарды қалпына келтіру бұйымдарды немесе олардың құрамдас бөліктерін. Қажеттілігі жөндеуге туындайды мүмкін болмаған құру, техникалық құрылғы, барлық тораптары мен изнашивались еді бірқалыпты және билеушілер еді бірдей ұзақ. Айырмашылығы техникалық қызмет көрсету, жөндеу кезінде жүреді ресурсын қалпына келтіру бұйымдар. Жалпы жағдайда жүйе электр жабдықтарын пайдалану құрылымдылығы 1 суретте көрсетілген [4-6].

Барлық балаларға мына мамандықтар бойынша стационарлық ауыл шаруашылығы техникасы мен жабдықтар мал шаруашылығы үшін алады жетегі жылғы асинхронды электр қозғалтқыштар қысқа тұйықталған роторы бар жұмыс істейтін 1 млн. электр қозғалтқыштарын, олардың көпшілігі болуы тиіс жоғары қорғалуы әсерінен қоршаған ортаны қорғау. Негізінен пайдаланылады электр қозғалтқыштары бірыңғай серияларын АИ, 4А, 5А, РА, Д, ауыл шаруашылығы және жалпы кәсіпорындық орындау, сондай-ақ АО2 және кейбір басқа да.

Электр қозғалтқыштары бірыңғай сериясы АИ, 5А және РА салыстырғанда сериялар 4А бірқатар басымдылықтарға ие: жоғары іске қосу сәттері, жоғары сенімділік көрсеткіштері, үлкейтілген к. п. д., сондай-ақ аз жалпы салмағы [6-8].

Барлық балаларға мына мамандықтар бойынша стационарлық ауыл шаруашылығы техникасы мен жабдықтар мал шаруашылығы үшін алады жетегі жылғы асинхронды электр қозғалтқыштар қысқа тұйықталған роторы бар жұмыс істейтін 1 млн. электр қозғалтқыштарын, олардың көпшілігі болуы тиіс жоғары қорғалуы әсерінен қоршаған ортаны қорғау. Негізінен пайдаланылады электр қозғалтқыштары бірыңғай серияларын АИ, 4А, 5А, РА, Д, ауыл шаруашылығы және жалпы кәсіпорындық орындау, сондай-ақ АО2 және кейбір басқа да.

Электр қозғалтқыштары бірыңғай сериясы АИ, 5А және RA салыстырғанда сериалар 4А бірқатар басымдылықтарға ие: жоғары іске қосу сәттері, жоғары сенімділік көрсеткіштері, үлкейтілген к. п. д., сондай-ақ аз жалпы салмағы.



1 Сурет - Техникалық қызмет көрсету және электрқондырғыларды электр жүйесі

Сенімділігі электр қозғалтқыштарын сипатталады мерзімі, істелген жұмыс бас тарту, жылдық пайызы істен шыққан. Негізгі себебі жеткіліксіз сенімділігі электр қозғалтқыштар болып табылады дұрыс пайдаланбау болмауы, қажетті қорғану, дайындау сапасы, жөндеу сапасы [6-9].

Негізгі себептері жоғары апаттылық электр қозғалтқыштарының жұмыс істейтін ауыл шаруашылығында, мыналар болып табылады:

1. Сәйкес келмеуі орындау шаруашылығы өндірісінде қолданылатын электр қозғалтқыштарының қоршаған орта жағдайларына. Электр қозғалтқыштары болуы тиіс жоғары қорғалуы әсерінен агрессивті, ылғалды және запыленной сыртқы орта.

2. Болмауы сенімді электр қозғалтқыштарын қорғау авариялық режимдер. Пайдалану шарттары электр қозғалтқыштары ауыл шаруашылығы өндірісінде ерекшеленеді үлкен ықтималдықпен пайда болуы технологиялық жүктелімдер, неполнофазных және ауыспалы жұмыс режимдерін. Бұл шарттар көтеріңкі талаптар қояды қорғау электр қозғалтқыштарын шамадан тыс жүктемеден. Жылу релесі бар конструктивтік кемшіліктері және төмен тиімді сақтау Қорғау үлгідегі УВТЗ, ФУЗ, сондай-ақ басқа да көптеген қазіргі заманғы электрондық қорғау құрылғысы не получили до сих пор кеңінен



қолдану. Осының нәтижесінде шамамен 75% электр қозғалтқыштар іс жүзінде жоқ жүктелуден, ал авариялық шығу электрқозғалтқыштардың осы себеппен жетеді жалпы санының 65% - істен шығу.

3. Сапасы төмен электр қозғалтқыштарын күрделі жөндеу жүргізіледі бұзушылықтарды жөндеу технологиясы. Емес, барлық номенклатурасы электр қозғалтқыштары жөнделіп, сондай-ақ жөнделген электр қозғалтқыштардың бірнеше есе төмен жаңа жақсартады, олардың апаттылық ауыл шаруашылығы кәсіпорындарында.

4. Сапасы төмен электр энергиясын көп жағдайда қанағаттандырады белгіленген талаптарға сәйкес. Үлкен симметриялы болмауы және елеулі ауытқу кернеудің нормаланған мәнін негіздейді жоғары апаттылық электр қозғалтқыштар.

5. Кемшіліктері жүйесінде техникалық қызмет көрсету және ағымдағы жөндеу әкеледі ғана емес, жасақталуы электротехникалық қызмет кадрлармен, әлсіздік, олардың өндірістік-техникалық базаның болмаған жоспарлы қамтамасыз ету қызметтерінің көлігімен, материалдармен, қосалқы алулар туралы хабарландыру бөлшектермен, құрал-саймандармен және құрылғылармен жұмыс үшін жөндеу - пайдалану жұмыстарын орындаудың қажетті профилактикалық іс-шаралар өткізіледі, бұл сондай-ақ ықпал етеді уақытынан бұрын істен шығуына электр жабдықтарын.

### **Пайдаланылған әдебиеттер тізімі**

1 Novozhilov A., Yussupova A., Assainov G., Novozhilov T., Manukovsky, A. [Text] / Sources of independent power supply for protection relay, Przegląd Elektrotechniczny. -2018. Vol. 94(5). -P. 23–26.

2 Fernando Baneira, Lucian Asiminoaei, Jesús Doval-Gandoy, Hernan Miranda Delpino, Alejandro G. Yepes, Jens Godbersen. Estimation Method of Stator Winding Resistance for Induction-Motor Drives Based on DC-Signal Injection Suitable for Low Inertia [Text] / IEEE Transactions on Power Electronics, 2018. DOI10.1109/TPEL.2018.2869412.

**ӘОЖ 66.011:681.51**

### **КҮН ЭНЕРГИЯСЫН МЕХАНИКАЛЫҚ ТҮРЛЕНДІРУ ЖҮЙЕСІН АВТОМАТТЫ БАСҚАРУ**

*Каханов С.А., 2 курс магистранты*

*С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті  
Астана қ.*

Қазақстан Республикасында Мемлекеттік энергетикалық саясаты жаңа буынның энергия үнемдейтін технологияларын құруды қолдайды. Кейде электр энергиясын тұтынушылар электрмен жабдықтау көздерінен шалғай тұрады, ал электр желілерін кеңейту, электр энергиясының шығыны көп болуына байланысты энергия компанияларына тиімді емес. Сондықтан бүгінгі таңда баламалы энергетика экономиканың белсенді дамуына әсер ететін сектор болып табылады. Қазіргі әлемде қалпына келетін энергия көздері негізінде қондырғылар үлесінің артуы байқалуда. Энергияға деген сұраныстың артуы және өсіп келе жатқан экологиялық проблемалар таза энергетикалық зерттеулердің кеңеюіне әкелді. Солардың ішінде күн энергиясы электр энергиясын өндіру үшін ең тартымды баламалы энергия көздерінің бірі болып табылады. Күн энергиясын түрлендіру қазбалы отынды тұтынуды азайтады, сонымен қатар қоршаған ортаның ластануын төмендетеді [1].

Күн сәулесі іс жүзінде сарқылмайтын энергия көзін білдіреді. Ол жердің барлық бұрыштарына енеді және кез-келген тұтынушының "қолында" болады. Күннің сәулелену спектрі – 5800 К температураға дейін қыздырылған абсолютті қара дененің спектріне жақын, бұл сәулелену қолданылатын қоршаған ортаның температурасынан әлдеқайда жоғары (300 К). Сондықтан күн сәулесінің түрлендіруші құрылғының шекті термодинамикалық тиімділігі 100 % - ға жақын болуы мүмкін дегенді білдіреді. Осылайша, күн сәулесі жоғары энергетикалық әлеуетке ие экологиялық таза, қол жетімді энергия көзі болып табылады. Соның ішінде Стирлинг қозғалтқышына немесе сыртқы жану қозғалтқышына негізделген баламалы энергияға артықшылық беру оңтайлы. Мұндай қозғалтқыштың негізгі артықшылығы – электр энергиясын өндіруде қалдықтардың болмауы мен минималды бөлінулер. Стирлинг қозғалтқышының тиімділігі дизайн мен өндіріс технологияларының заманауи деңгейін қолданып Карно циклынан 65-70% тиімділікке жеткізуге мүмкіндік береді.

Поршеньді ішкі жану қозғалтқыштарынан айырмашылығы, Стирлинг қозғалтқыштары сыртқы жану немесе басқа сыртқы жылу көздерінде жұмыс істейді, бұл әртүрлі бастапқы энергия көздерін, соның ішінде қазба отындарын (мұнайдан немесе табиғи газдан алынған) және жаңартылатын энергия көздерін (күн немесе биомасса) пайдалануға мүмкіндік береді. Стирлинг қозғалтқыштары – термодинамикалық құрылғылар, олар теориялық тұрғыдан Стирлинг циклінде жұмыс істейді және ауа, сутегі, гелий немесе азот сияқты сығылатын газды жұмыс ортасы ретінде пайдаланады. Жану процесі қозғалтқыштан тыс жүретіндіктен, үздіксіз жану процесі Стирлинг қозғалтқыштарын икемді технологияға айналдырады, бұл поршеньді ішкі жану қозғалтқыштарымен салыстырғанда дірілдің, шу деңгейінің және әртүрлі бөлінулердің төмендеуіне алып келеді. Бұл технологияның шектеулері қозғалтқыштың кейбір бөліктері жүйенің жоғары температура мен қысымға ұшырауына байланысты арнайы қорытпалардан жасалғандығына байланысты болады. Бұл аспект үлкен инвестицияны қажет ететін өндіріс құнын арттырады. Сонымен қатар, "идеалды" газды таңдау оның заттар арқылы таралу қабілетіне байланысты белгілі бір қиындықтар тудыруы мүмкін. Стирлинг қозғалтқыштарының осы біршама шектеулеріне қарамастан, бұл технология энергияны түрлендірудің орталықтандырылмаған қосымшалары үшін бірқатар талаптарға жауап береді, атап айтқанда қазба отындарын пайдалануды азайту қажеттілігі, таза энергия алудың балама жолдарын іздеу қажеттілігі және қалдық жылуды пайдалану мүмкіндігі.

Стирлинг қозғалтқышы негізінде күн энергиясын түрлендіру идеясы күн концентраторлары мен Стирлинг қозғалтқыштарын біріктіру арқылы туындады. Стирлинг тақтайшалары алдымен жылу энергиясын бойына жинап, Стирлинг қозғалтқышы арқылы механикалық энергияға айналдырады, Стирлинг қозғалтқышы күн энергиясынан электр энергиясын өндіру жүйелерін қарастырғанда ең жоғары тиімділікті көрсетті. Нақтылап айтқанда күн сәулесінің шамамен 30% электр энергиясына айналдыру қабілетіне ие [2].

Тәуліктік циклде энергетикалық қондырғының тиімділігін арттыру үшін Стирлинг тақтасының вертикальды жазықтығын күн сәулесіне бағыттаудың автоматты жүйесі қажет. Бұл жағдайда күн энергиясын игеру қозғалмайтын фотоэлектрлік батареялармен салыстырғанда шамамен 80%–ға жоғары болады, жоғалту үлесі шамамен 10%–ын құрайды.

Қашықтықтағы электр энергиясын тұтынушыларды қуаттандыру үшін балама энергия көзі ретінде зертханалық үлгіні қолданудың болашағын зерттеу үшін Стирлинг қозғалтқышына негізделген күн энергиясын механикалық түрлендіргішті автоматты басқару мақсаты қойылған. Ол мақсатқа жету үшін келесідей міндеттерді орындау қажет. Алдымен Стирлинг қозғалтқышына негізделген күн энергиясын механикалық түрлендіргішті қолдану саласындағы жалпы ақпаратты талдау және жинау және оның

жұмысын бақылау және басқару процестерін автоматтандыруды қарастыру. Екіншіден модельдеу ортасын таңдау, эксперименттерді жоспарлау және деректерді өңдеу үшін теориялық зерттеулер жүргізу. Сосын физикалық үлгіні қолдана отырып, зертханалық тәжірибелер жүргізу. Стерлинг қозғалтқышына негізделген күн энергиясын механикалық түрлендіргішті басқарудың және басқарудың автоматтандырылған жүйесін жасау қажет. Соңында Стирлинг қозғалтқышына негізделген күн энергиясын механикалық түрлендіргішті бақылау және басқарудың автоматтандырылған жүйесін пайдалану бойынша практикалық ұсыныстар әзірлеу. Барлық жұмыс негізгі екі теориялық және эксперименттік әдістер арқылы жүргізіледі. Бұл жағдайда бақылау, салыстырмалы талдау, зерттеуге оңтайлы жағдай жасау эксперименттік зерттеулердің негізі болып табылады.

Энергия көзі ретінде күн сәулесінің айқын кемшілігі – оның тәуліктік, маусымдық циклдік және ауа-райына байланысты жер бетіне түсуінің біркелкі болмауы.

Автоматтандырылған, көлеңкеден қорғалған күн энергиясын түрлендіретін құрылғыны құру кезінде бірнеше мәселелерді қарастыру қажет. Олар:

- жарыққа сезімтал элементтерді таңдау мәселесі;
- құрылымды таңдау мәселелері;
- күн позициясының үздіксіз өзгеретін бұрыштарын өлшеу және ұзақ уақыт көлеңкеленген жағдайда күнді автоматты түрде бақылау мәселелері;
- минималды энергия шығындарымен панельдердің бұрыштық қозғалысын басқару және электр жетегі алгоритмдерін іске асыру мәселелері.

Мысал ретінде күн көлеңкеленген кезде бұрыштық координаталар сенсорынан күннің орналасуы туралы мәліметтер тоқтайды, ал күн пайда болған кезде сәйкестік болмағандықтан бұрыштық сенсордың бағытталған диаграммасының сызықтық аймағынан асып кетуі мүмкін. Бұл жағдайда көлеңке кезеңінде күннің орналасуын, бұрыштық сенсордың жұмыс принципін, дизайнын, оның параметрлерін, бағыт диаграммасын, сондай-ақ электр жетегі мен бақылау жүйесінің басқа элементтерін таңдау кезінде экстраполяциялау мүмкіндіктері маңызды рөл атқарады. Сонымен қатар экстраполяциялық құрылғы автоматты басқару мәселесін шешуде өте тиімді. Алдын ала жоспарлау бақылау процесінде жабық және ашық режимде жұмыс істеу дәлдігіне ғана емес, сонымен қатар бір жұмыс режимінен екіншісіне ауысу кезіндегі өтпелі кезеңдерге де әсер етеді, сондықтан жүйе барлық элементтердің әсерін ескере отырып, тұтастай талданады. Тұйық режимде дәл бақылауды дамытуға және үзіліс кезінде сигналды реттеу үшін қызмет етеді. Бұл уақытта жүйе экстраполятордың сақталып қалған сигналдары бойынша ашық режимде жұмыс істейді.

### Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1 Yong Shuai, Xin – Lin Xia, He – Ping Tan. Radiation performance of dish solar concentrator/cavity receiver systems [Text] / Elsevier. Solar Energy. -2008. -Vol. 82. Issue 1. -P.13–21. URL:<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0038092X07001235>

2 Udai Raj Singh, Anil Kumar. Stirling Solar Engine Review [Text] /Development and Performance – Elsevier. Thermal Science and Engineering Progress, -2018. -Vol. 8. –P. 244–256. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2451904918304566>

## РАЗРАБОТКА СПОСОБА СОГЛАСОВАНИЯ ЗАЩИТ БЕЗ ВЫДЕРЖКИ ВРЕМЕНИ ВВОДА И ОТХОДЯЩИХ ЛИНИЙ ТРАНСФОРМАТОРНОГО ПРИСОЕДИНЕНИЯ 10 КВ

*Костыря Е.И., магистрант 2 курса  
Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина  
г. Астана*

В системах электроснабжения районов, населённых пунктов и производственных объектов различного назначения широко используются понижающие подстанции напряжением 110/35/10 и 35/10 кВ.

Важным конструктивным узлом подстанции является трансформаторное присоединение 10 кВ, которое включает в себя распределительные шины и отходящие линии. Практика эксплуатации подстанций показала, что они чаще подвергаются повреждениям, т.е. различным видам междуфазных коротких замыканий, которые являются внешними КЗ для силового трансформатора, однако они оказывают вредное влияние на его работу, снижая срок эксплуатации. В настоящее время защита и автоматика этих элементов выполняются индивидуально, и согласование их действий по времени осуществляется по ступенчатому принципу, что приводит к увеличению выдержки времени защит и усугублению последствий повреждений оборудования подстанции, и нарушению надёжности электроснабжения потребителей [1].

Решение данной задачи можно осуществить при качественно новом подходе, который заключается в создании одного устройства, выполняющего функции токовой защиты шин и отходящих линий 10 кВ и способное отключать повреждённые элементы присоединения без выдержки времени. Выполнить поставленную задачу можно при использовании методов технической диагностики.

Как известно, диагностический процесс — это процесс логического мышления, процесс обработки исходной информации для получения вывода о состоянии исследуемой системы.

В качестве исходной информации при решении диагностической задачи используются симптомы, характеризующие режим и состояние контролируемых элементов, и признаки нормального и аварийного функционирования системы. Симптомом - это информация об отклонениях от нормальных параметров системы, характеризующих ее работоспособность или состояние, а также об изменении этих отклонений во времени. В электроэнергетике, как правило, идёт речь об электрических параметрах, которые характеризуют режимы и ситуации контролируемой сети,

В данном случае исследуемой системой является трансформаторное присоединение 10 кВ, которое показано на рисунке 1а, которое включает в себя [2]: 1- силовой трансформатор; (2 – 5) – трансформаторы тока, установленные на вводе 10 кВ и отходящих линиях 10 кВ.

Для разработки способа защиты, в качестве признаков нормального функционирования и аварийных ситуаций, принимается, соответственно, рабочий ток и ток короткого замыкания, а отключённого состояния выключателя- ток, равный нулю. Предположим, для контроля тока во вторичные цепи трансформаторов тока ввода 10 кВ и отходящих линий включены приборы, с помощью которых можно фиксировать значения токов в нормальном и аварийном режимах. Для этого проанализируем порядок возникновения указанных диагностических признаков в трансформаторном присоединении 10 кВ.

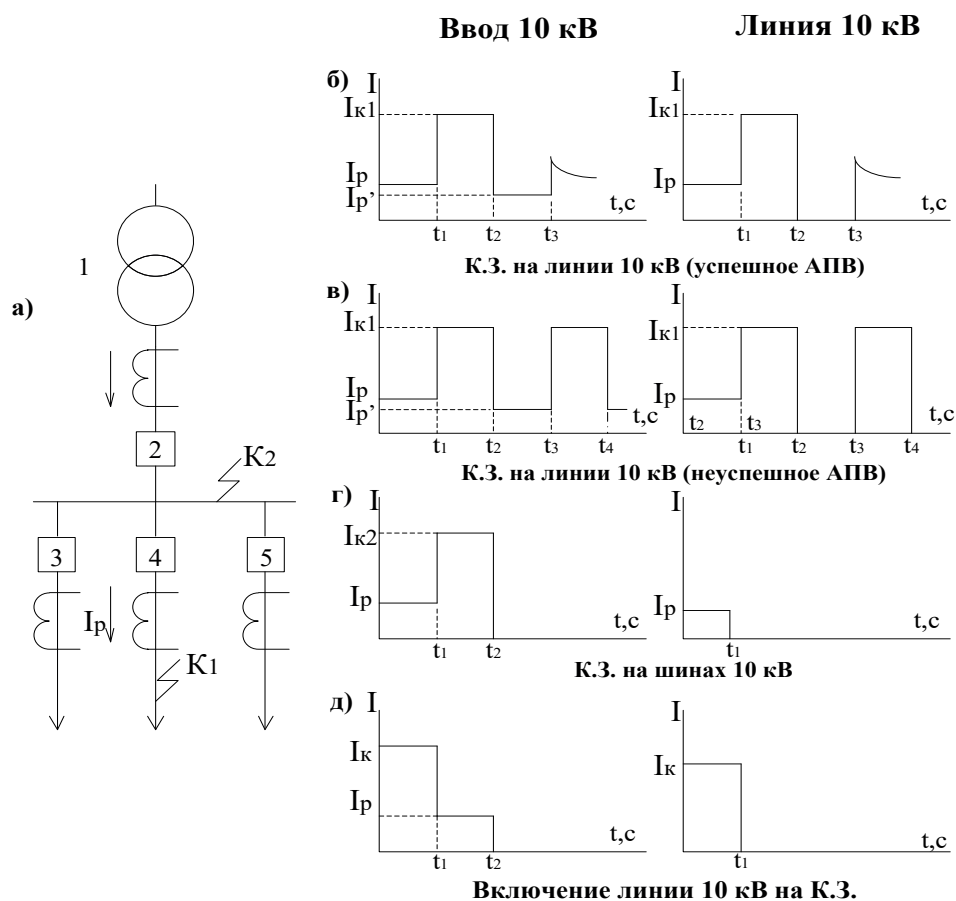


Рисунок 1 – Диаграммы изменения тока в различных ситуациях

На рисунке 1(б-д) представлены диаграммы изменения тока, которые контролируются на вводе и отходящей линии 10 кВ при различных режимах работы присоединения.

На рисунке 1(б) изображены диаграммы, соответствующие неустойчивому короткому замыканию на линии 10 кВ. На первой диаграмме значение тока  $I_p$  - рабочий ток нагрузки в нормальном режиме, бросок тока в момент времени между  $t_1$  до значения тока  $I_K$  - ток короткого замыкания. Время между  $t_1$  и  $t_2$  (длительность броска тока) складывается из времени действия защиты ввода 10 кВ. Значение тока  $I_p'$  в диапазоне времени  $t_2 - t_3$  соответствует значению рабочего тока на вводе, после отключения линии. Отсутствие второго броска тока, говорит об успешности срабатывания АПВ линии 10 кВ.

Вторая диаграмма характеризует изменение тока в линии при успешном АПВ, порядок изменения тока аналогичен предыдущему случаю, за исключением того, что после срабатывания защиты линии, значение тока равняется нулю. Нулевое значение тока свидетельствует об отключении выключателя линии, а небольшой бросок тока после бестоковой паузы на самозапуск нагрузки.

На диаграмме 1(в) показана последовательность изменения тока при возникающих устойчивых коротких замыканиях на линии 10 кВ, где после срабатывания защиты, происходит повторный бросок тока короткого замыкания, что говорит о неуспешном АПВ.

При коротких замыканиях на шинах 10 кВ (см. рисунок 1г) происходит бросок тока, в результате которого срабатывает защита шин и значение тока становится равным нулю. На второй диаграмме показано изменение тока на отходящей линии: сначала ток в линии равен рабочему току, а после отключения вводного выключателя действием защиты значение тока становится равным нулю.

На диаграмме 1 (д) показано изменение тока при оперативном включении линии на короткое замыкание. В результате, сначала происходит бросок тока КЗ, а затем ток на



вводе устанавливается равным рабочему току линий 10 кВ, находящихся в работе. Оперативное отключение линии в нормальном режиме характеризуется отсутствием тока.

Рассмотренные выше диаграммы наглядно демонстрируют определённый порядок возникновения диагностических признаков, характеризующих ситуации, при которых срабатывают токовые защиты и АПВ трансформаторного присоединения 10 кВ. Из графиков (см. рисунок 1б, в, г) видно, что действиям защит и АПВ сопутствует один и тот же признак, а именно, бросок тока короткого замыкания. Причём, короткому замыканию на шинах соответствует один бросок тока КЗ (см. рисунок 1г), а КЗ на отходящей линии два (см. рисунок 1б.в), т.е. броски тока, которые будут одновременно зафиксированы на вводе и отходящей линии 10 кВ. Следовательно, возникает вопрос обеспечения селективности действия токовых защит ввода и отходящей линии. Здесь можно рассмотреть два варианта: первый-согласовать действия защит по времени, используя ступенчатый принцип, но в результате его возрастает выдержка времени и усугубляются последствия КЗ; второй - использовать для распознавания места КЗ ещё один диагностический признак, а именно, количество одновременно возникающих бросков тока короткого замыкания. Тогда, если зафиксирован один бросок тока КЗ, следовательно, повреждены шины, если два броска - повреждение на отходящей линии 10 кВ. На основании вышеизложенного следует вывод:

1 Разработанный способ определения места короткого замыкания по количеству бросков тока КЗ, позволяет выполнить токовую защиту присоединения, действующую на отключение вводного выключателя и выключателя отходящей линии 10 кВ без выдержки времени.

2 Отключение повреждённого элемента без выдержки времени позволит снизить вредное влияние токов КЗ на силовой трансформатор и оборудование подстанции и продлить их срок службы.

### Список литературы

1 Srivastava C., Tripathy M. DC microgrid protection issues and schemes [Text] /A critical review //Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2021. – P.151.

2 N. Ozeranskaya, R. Abeldina, G. Kurmanova, Zh. Moldumarova, L. Smunyova. Agricultural land management in the system of sustainable rural development in the republic of kazakhstan [Text] / International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET) // -2018. -Vol.9. Issue 13. -P. 1500-1513. (Scopus) <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85059564276&origin=resultslist>

**ӘОЖ 620.9(045)**

### ЭЛЕКТР ЖҮКТЕМЕСІН БОЛЖАУ ӘДІСТЕРІН ТАЛДАУ

*Қуантаев Н.К., 2 курс магистранты  
С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті  
Астана қ.*

Электр жүктемесін болжау қазіргі заманғы электр энергиясын басқару жүйесінің маңызды бөлігі болып табылады. Қазіргі уақытта іс жүзінде жүктемені болжаудың 20-ға жуық негізгі әдістері қолданылады. Болжау әдістерін жіктеу үш негізгі белгі бойынша жүзеге асырылады: әдістерді ресімдеу дәрежесі бойынша; іс-қимылдың жалпы қағидаты бойынша; болжамды ақпаратты алу тәсілі бойынша. Жүктемелердің болжамы ағымдағы режимнің дұрыс жұмыс істеуі, жөндеуге шығару үшін электр энергетикалық жабдықты

ажыратуға байланысты жедел диспетчерлік өтінімдерді қарау, сынақтар үшін және т. б. үшін қажет [1].

Көптеген өнеркәсіптік кәсіпорындарда электр энергиясын тұтынуды болжау сараптамалық бағалау әдісі негізінде жүзеге асырылады, ол көп жағдайда қажетті болжам дәлдігін қамтамасыз ете алмайды. Қазіргі уақытта электр энергиясын тұтынуды болжаудың әртүрлі әдістері бар. Алайда, ұсынылған әдістер оларды жүйелі қолдануға бағытталмаған, болжамды қажетті дәлдік деңгейімен алуға мүмкіндік беретін болжаудың жалпы әдістемесі жасалмаған. Электр энергиясын тұтынуды дәл болжау тұтынушылар арасында жүктемелердің оңтайлы бөлінуін қамтамасыз етеді. Бұл жұмыста үш әдіс негізінде орындалған электр жүктемесін болжау саласындағы зерттеулер қарастырылған: бірнеше регрессиялық талдау, бұлыңғыр логика және нейрондық желілер.

Жиындық регрессиялық талдау бұл электр жүктемесін болжау үшін қолданылатын әдіс. Ол жүктеме мен оның факторлары арасындағы тәуелділікті статистикалық талдауға негізделген, мысалы, температура, тәулік уақыты, апта күні, мерекелер және энергияны тұтынуға әсер етуі мүмкін басқа факторлар. Жиындық регрессиялық талдауды қолдану үшін белгілі бір уақыт аралығында жүктеме және оның факторлары туралы мәліметтер жинау қажет. Содан кейін жүктеме мен оның факторлары арасындағы байланысты анықтау үшін статистикалық талдау қолданылады.

Жиындық регрессиялық талдау әдісін қолдана отырып, кеңістіктік электр жүктемесін болжау алгоритмі [2] мақаласында ұсынылған. Электр жүктемесін болжау дәлдігін арттыру үшін өткен жылғы электр жүктемесін сатудың кіріс айнымалылары таңдалды. Сынақ нәтижелері ұсынылған әдістің жалпы дәлдігі 10% жақсарғанын көрсетеді. Ұсынылған әдіс тарату жүйелеріне оңтайлы инвестициялау үшін жергілікті электр жүктемелерін болжау үшін пайдаланылады, бірақ жүктемені қысқа мерзімді болжау үшін жарамсыз, өйткені орташа абсолютті пайыздық қателік 5% - дан асады.

Сызықтық регрессияға және жүктеме уақыттарының күнделікті циклдік заңдылықтарына негізделген жүктемені қысқа мерзімді болжауға арналған бір өлшемді модельдер [2] мақалада ұсынылған. Кіріс және шығыс айнымалылары ретінде пайдаланылатын үлгілер күнделікті кезеңдерден асатын кезеңдердің трендтік және маусымдық ауытқуларын сүзу арқылы болжау тапсырмасын жеңілдетеді. Жүктеме болжамы болжамды шығыс үлгісіне және жүктеменің уақыт қатарын сипаттайтын айнымалылардың ағымдағы мәндеріне негізделген. Ұсынылған қадамдық және Лассо регрессиялары болжаушылардың санын бірнеше рет азайтады. Негізгі компоненттердің регрессиясында және ішінара регрессияда ең кіші квадраттар әдісімен тек бір болжаушы қолданылады. Қолдану мысалдары ұсынылған тәсілдердің құнды қасиеттерін және олардың жоғары дәлдігін растайды.

Жиындық регрессиялық талдауды қолданудың артықшылығы - оның қарапайымдылығы мен түсінігі. Оны Машиналық оқыту бойынша арнайы білімді қажет етпей-ақ пайдалануға болады және оқыту үшін үлкен көлемдегі деректерді қажет етпейді. Бірнеше регрессиялық талдау әдісінің кемшілігі - бұл дұрыс емес болжамдарға әкелуі мүмкін кірістердің бұлыңғырлығы мен белгісіздігін ескере алмайды. Сонымен қатар, бірнеше регрессиялық талдау деректердегі шығарындылар мен қателіктерге сезімтал болуы мүмкін, бұл нәтижелердің бұрмалануына әкелуі мүмкін.

Бұлыңғыр логиканы электр жүктемесін болжау үшін де қолдануға болады. Бұл анық емес немесе анықталмаған деректермен жұмыс істеуге және кіріс параметрлерінің белгісіздігі мен бұлыңғырлығын ескеруге мүмкіндік береді. Бұлыңғыр логиканы қолдана отырып, жүктемені болжау үшін үш негізгі компоненттен тұратын анық емес шығыс жүйесі қолданылады: бұлыңғыр білім базасы, бұлыңғыр логика блогы және шығыс блогы. Бұлыңғыр білім базасында кіріс пен шығыс болжамы арасындағы байланысты сипаттайтын лингвистикалық айнымалылар мен ережелер бар. Бұлыңғыр логика блогы бұлыңғыр білім қорынан қандай ережелерді қолдану керектігін анықтау үшін кіріс

деректерінде бұлыңғыр операцияны орындайды. Шығару блогы қолданылған ережелер мен түсініксіз операцияларға негізделген шығыс болжамын анықтайды.

Бұлыңғыр логика мен адаптивті нейро-бұлыңғыр қорытынды жүйесін қолдана отырып жасалған қысқа мерзімді жүктемені болжау модельдері [2] мақалада келтірілген. Бұл мақалада бұлыңғыр логика 1 жыл ішінде өте үлкен тестілік деректер жиынтығында жақсы нәтиже бере алатындығы көрсетілген. Сонымен қатар, үлкен аумақтары бар елдер үшін қаланың тек бір нүктесінен алынған температура деректері болжау қателіктерінің артуына әкеледі. Болжау дәлдігі тұрғысынан бұлыңғыр логикалық модельдердің орташа абсолютті пайыздық қателіктері 2,1% құрайды. Нәтижелер бұлыңғыр логиканың ұсынылған модельдері жүктемені тиімді болжауға және нақты деректерге өте жақын мәндерді шығаруға қабілетті екенін көрсетеді.

Күннің уақыты мен температурасы бұлыңғыр логикалық контроллер үшін [2] мақалада кіріс ретінде қабылданады, ал болжамалы жүктеме шығыс сигналы болып табылады. Бұлыңғыр болжамды жүктеме мәндері әдеттегі болжамды мәндермен салыстырылады. Болжалды жүктеме  $\pm 3\%$  шегінде нақты жүктемеге дәл сәйкес келеді. Бұл сандардан бұлыңғырлыққа негізделген өзін-өзі бағалау дәстүрлі әдіске қарағанда әлдеқайда төмен болжамды мәнге ие екенін көруге болады. Демек, бұлыңғыр логикалық тәсіл тиімдірек және үнемді, ол нақты жүктемеге өте жақын.

Жүктемені болжау үшін бұлыңғыр логиканы қолданудың артықшылығы - кірістердің бұлыңғырлығы мен белгісіздігін ескеру және қарапайым статистикалық талдау әдістеріне қарағанда дәлірек болжам жасау мүмкіндігі. Сонымен қатар, бұлыңғыр логика нейрондық желілерге қарағанда қарапайым және түсінікті әдіс болып табылады және машиналық оқыту туралы арнайы білімді қажет етпейді. Бұлыңғыр логиканы қолданудың кемшілігі - бұл қолмен жасау қиын болуы мүмкін лингвистикалық айнымалылар мен ережелерді анықтауды талап етеді. Сонымен қатар, егер ережелер мен лингвистикалық айнымалылар дұрыс анықталмаса немесе дәл анықталмаса, бұлыңғыр логика қателіктер жіберуі мүмкін.

Электр жүктемесін болжау үшін кеңінен қолданылатын келесі әдіс нейрондық желілер болып табылады. Олар деректердің үлкен көлемін талдай алады және энергияны тұтынуға әсер ететін әртүрлі факторлар арасындағы күрделі тәуелділіктерді анықтай алады. Нейрондық желілер арқылы жүктемені болжау үшін әртүрлі архитектуралар қолданылады, мысалы: қайталанатын нейрондық желілер, конволюциялық нейрондық желілер және терең нейрондық желілер. Бұл архитектуралардың әрқайсысының өзіндік артықшылықтары бар және нақты тапсырмаға байланысты оңтайлы болуы мүмкін. Жүктемені болжауға арналған кіріс ақпарат энергияны тұтынудың тарихи деректері, ауарайы жағдайлары, аптаның күндері, тәулік уақыты және басқа факторлар болуы мүмкін. Осы мәліметтерге сүйене отырып, нейрондық желі болашақ энергияны тұтынудың болжамын жоғары дәлдікпен шығара алады.

Нейрондық желілердің әртүрлі кластарын пайдалану кезінде жүктемені қысқа мерзімді болжау мәселесін салыстырмалы зерттеу [2] мақалада жүргізіледі. Автор қарастырылған модельдерді алдымен бақыланатын синтетикалық есептерде, содан кейін зерттеудің маңызды практикалық мысалдарын қамтитын әртүрлі нақты деректер жиынтығында сынайды. Мақалада ең маңызды архитектураларға жалпы шолу жасалады және нақты құны бар уақыт қатарларын болжау үшін қайталанатын желілерді орнату бойынша ұсыныстар анықталады. Жасанды нейрондық желі арқылы алынған нәтижелер көптеген тапсырмаларда бәсекеге қабілетті және оны жүзеге асырудың қарапайымдылығы оны уақыт қатарларын болжаудың тартымды құралына айналдырады. Жасанды нейрондық желілердің оқу процедурасы жылдамдық болғанымен, өнімділігі әр түрлі параметрлерге тәуелді.

Электр энергиясын тұтынуды болжау үшін 24 оңтайландырылған болжамды модель конфигурациясын енгізуді қамтитын жаңа әдістеме [2] мақалада ұсынылған.

Бұл ұсынылған конфигурациялар айтылған сызықтық регрессияның әр моделі, тірек векторының регрессиясы, болжамалы модельдердің бір бағытты ұзақ мерзімді және қысқа мерзімді жады мен екі бағытты ұзақ мерзімді және қысқа мерзімді жады үшін әртүрлі кіріс жиынтығының сценарийлерін қолдануды қамтиды. Нәтижелер модельді болжау дәлдігін арттыру мақсатында осындай теңшеу процестерін қолданудың маңыздылығын көрсетті. Алдыңғы зерттеулерде болжаудың озық әдістері қолданылғанымен, ұсынылған конфигурация болжау дәлдігін айтарлықтай арттыра алды.

Жүктемені болжау үшін нейрондық желілерді қолданудың көптеген артықшылықтары бар, мысалы, энергияны пайдалану тиімділігін арттыру, энергияны өндіру мен тарату шығындарын азайту және желінің тұрақтылығын жақсарту. Электр жүктемесін болжау үшін нейрондық желілерді қолданудың көптеген артықшылықтарына қарамастан, кейбір кемшіліктерді ескеру қажет. Нейрондық желіні оқыту үшін үлкен көлемдегі деректер қажет, бұл жүктеме деректері шектеулі немесе толық болмаса, қиындық тудыруы мүмкін. Нейрондық желілерді оқыту және пайдалану үшін жоғары есептеу қуаты қажет, бұл кейбір энергетикалық жүйелер үшін қиын болуы мүмкін. Нейрондық желілерді жобалау және конфигурациялау үшін машиналық оқыту және жасанды интеллект саласындағы тәжірибелі мамандар қажет. Нейрондық желілер де қателіктерге бейім болуы мүмкін, мысалы, кез-келген болжау әдісі сияқты, жүктемені дұрыс болжай алмауы мүмкін.

Шыққан нәтижелер барлық үш әдіс электр жүктемесін болжау үшін қолдануға мүмкін екенін көрсетеді. Электр жүктемесін болжау әдістерін салыстыру – күрделі мәселе, өйткені әр әдістің өзіндік артықшылықтары мен кемшіліктері бар және оның сипаттамаларына байланысты белгілі бір болжау өз тапсырмасына сәйкес келмеуі мүмкін. Мысалы, егер деректер бір-бірімен айқын сызықтық байланыста болса және қарапайым және түсінікті болжау әдісі қажет болса, бұл мәселені шешу үшін бірнеше регрессиялық талдау әдісі жақсы сәйкес келеді. Егер бастапқы деректер бір-бірімен айқын сызықтық байланыста болмаса немесе кірістер күрделі қатынастар мен белгісіздіктерді қамтыса, жүктемені болжау үшін нейрондық желілерді қолдану тиімдірек болуы мүмкін. Бұлыңғыр логика кірістердің бұлыңғырлығы мен энергияны тұтынуға әсер етуі мүмкін белгісіздіктерді ескеру қажет болған жағдайда пайдалы болуы мүмкін. Жалпы электр жүктемесін болжау әдісін таңдау тапсырманың сипаттамаларына және деректердің қолжетімділігіне байланысты болады. Жақсы нәтижеге жету үшін кейде бірнеше әдістерді бірыңғай қолдану қажет.

### **Пайдаланылған әдебиеттер тізімі**

1 Atef S., Nakata K., Eltawil A.B. A deep bi-directional long-short term memory neural network-based methodology to enhance short-term electricity load forecasting for residential applications [Text] / Computers & Industrial Engineering. – 2022.

2 N. Ozeranskaya, R. Abeldina, G. Kurmanova, Zh. Moldumarova, L. Smunyova. Agricultural land management in the system of sustainable rural development in the republic of kazakhstan [Text] / International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCET) // -2018. Vol.9. Issue 13. -P. 1500-1513. (Scopus) [<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85059564276&origin=resultslist>]

## ОПТИМАЛЬНЫЕ РАЙОНЫ АКМОЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ ДЛЯ РАЗМЕЩЕНИЯ ВЕТРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ ПО ВЕТРОВОМУ ПОТЕНЦИАЛУ

*Қасым А.Е., магистрант 2 курса  
Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина  
г. Астана*

Традиционно сложилось, что многие регионы Казахстана зависят от поставок электроэнергии из центральной части Казахстана, на транспортировку которой требуются значительные затраты. Использование местных источников энергии сокращает общие затраты на удовлетворение потребностей в энергии за счет сокращения капитальных вложений в развитие инфраструктуры электрических сетей, потерь электроэнергии при транспорте.

Казахстан является источником огромного запаса ветровой энергии. Особенно сильные ветра наблюдаются близ Каспийского моря, в степях и ущельях гор. На большей части территории скорость ветра достигает до 20-35 м/с весной и осенью. А оцениваемый ветровой потенциал составляет 1820 млрд. кВт\*час [1].

Из вышеперечисленного можно сделать вывод что среди возобновляемых источников энергии, ветровая энергетика может стать перспективным направлением.

Энергия ветра характеризуется скоростью, являющейся случайной переменной в пространстве и времени. Поэтому, энергетические характеристики ветра представляются вероятностным описанием случайного процесса изменения ветроэнергетического потенциала. В качестве временных интервалов стационарности обычно используется час, сутки, сезон, год [2 - 4].

Метеорологические данные, относящиеся к ветряным электростанциям, очень важны для завершения технико-экономических обоснований строительства ветряных электростанций [5]. Для электроэнергетики ветропотенциал региона является очень важным показателем. На основе данных о метеонаблюдениях, направлениях и силы ветров составляются ветроэнергетический кадастр региона [6]. Для достоверных сведений ветрового потенциала определенной местности нужно вести наблюдение не эпизодически, а систематически, в течение длительного времени. Рекомендуется использовать период порядка лет [7].

Еще одним важным показателем является направление ветра, и частота, с которой ветер дует в данном направлении, так как направление ветра влияет на лопасти ветрогенератора. Неправильно установленная ветроэлектростанция относительно направления ветра, не будет вырабатывать свою номинальную мощность при номинальной скорости ветра. Которое приведет к простоя ветроэлектростанции, что в свою очередь приведет ко многим другим проблемам. Для поиска преобладающего направления ветра строится роза ветров, представляющая собой векторную диаграмму, у которой длина лучей, расходящихся от центра диаграммы в разных направлениях, соразмерна повторяемости ветров этих направлений.

Акмолинская область состоит из 17 районов: Аккольский район, Аршалынский район, Астраханский район, Атбасарский район, район Биржан сал, Буландынский район, Бурабайский район, Егиндыкольский район, Ерейментауский район, Есильский район, Жаксынский район, Жаркаинский район, Зерендинский район, Коргалжынский район, Сандыктауский район, Целиноградский район, Шортандинский район.





Рисунок 1 - Карта Акмолинской области

В Сандыктауском, Аккольском, Биржан сал, Буландынском районах среднегодовая скорость ветра составляет 3-4 м/с, что является самым низким показателем в области, такая скорость ветра не сможет раскрутить большинство видов ветрогенераторов на их номинальную мощность. При такой скорости ветра ветрогенераторы большой и средней мощности будут мало эффективны. Ветроэлектростанции малой мощности будут оптимальным решением для данного района так как скорость ветра для самостарта таких ветроэлектростанции составляет 1-3м/с, а номинальная скорость ветра ниже, чем у средних и больших ветрогенераторов. Учитывая все эти данные в данном районе размещение больших ветропарков нецелесообразно, не только в техническом плане, но и экономическом. В остальных районах среднегодовая скорость ветра составляет 4-7м/с. Что позволяет разместить в этих районах ВЭС средней и большой мощности.

Особо выделяются такие районы: Ерейментауский, Целиноградский и Атбасарский. В этих районах среднегодовая скорость ветра составляет 5-7 м/с. На (рисунке 1) видно что в Атбасарском районе средняя скорость ветра за последние пять лет всего в двух месяцах опускалась ниже 5м/с. Всё остальное время он выше или равен 5м/с. Из этих данных делаем вывод что это оптимальные районы для размещения ветроэлектростанции большой (более 1000кВт) и средней (от 100 до 1000кВт) мощности [8]. Так как у большинства ветрогенераторов номинальная скорость вращения ротора, находится в диапазоне 3-25м/с.

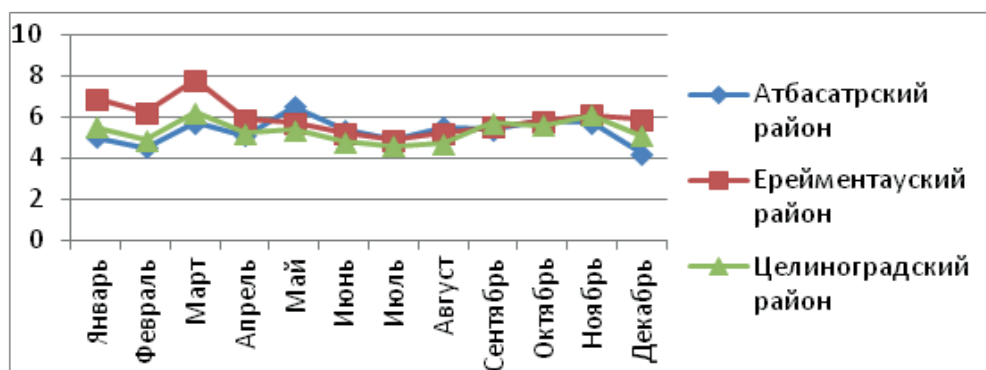


Рисунок 2 - График ветров за 5 лет в Атбасарском, Ерейментауском и Целиноградском районе

В данном докладе проанализирована среднегодовая скорость ветра районов Акмолинской области и сделаны выводы какой мощности ветрогенераторы целесообразно и выгодно разместить в этих районах. Приведенные в статье решения и выводы не могут быть 100% верными. Но эти сведения облегчают предварительный анализ места размещения и выбор ветрогенератора по мощности.

### Список литературы

- 1 Бабажанова З., Чемберс Б., Есенбеков А., Вартанова Н. и Джандоссова Ф. Новая энергетическая система в Республике Казахстан: изучение возможности создания и механизмов внедрения [Текст] / Международный журнал энергетической экономики и политики.-2017. - № 7.- 164-170 с.
- 2 Кривцов В. С., Олейников А. М., Яковлев А. И. Неисчерпаемая энергия. [Текст] / Ветроэнергетика. Харьков: ХАИ, 2014. 158 с.
- 3 Научный журнал Куб ГАУ [Электронный ресурс]. URL: <http://ej.kubagro.ru/> (дата обращения: 19.06.2022)
- 4 Безруких П. П. Ветроэнергетика [Текст]: справочное и методическое пособие. - М.: ИД «ЭНЕРГИЯ», - 2015. -320 с.
- 5 Ali B. et al. A comparative study to analyze wind potential of different wind corridors / Energy Reports. – 2023. – Т. 9. – С. 1157-1170.
- 6 Елистратов В. В. Ветроэнергоустановки. Автономные ветроустановки и комплексы [Текст]: учеб. пособие. СПб.: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого. 2018. -101 с.
- 7 Бубенчиков А. А. и др. Применение ветроколес и генераторов для ветроэнергетических установок малой мощности [Текст] / Международный научно-исследовательский журнал. – 2015. – №. 5-2 (36). – С. 35-39.
- 8 N. Ozeranskaya, R. Abeldina, G. Kurmanova, Zh. Moldumarova, L. Smunyova. Agricultural land management in the system of sustainable rural development in the republic of kazakhstan [Text] / International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET) // -2018. -Vol.9. Issue 13. -P. 1500-1513. (Scopus) <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85059564276&origin=resultslist>

**ӘОЖ 502.174.3(045)**

### ЭНЕРГИЯ ҮНЕМДЕУ ШАРАЛАРЫН ПАЙДАЛАНУДЫ ТАЛДАУ

*Құрманғазықызы Н., 2 курс магистранты  
С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті  
Астана қ.*

1999 жылғы 9 сәуірде Үкімет қабылдаған Қазақстан Республикасының электр энергетикасын дамытудың 2030 жылға дейінгі бағдарламасы энергетика секторын дамытудың басым бағыттары мен Қазақстан Республикасының экологиялық мәселелерін шешудің арасында жаңартылатын энергия көздерін пайдалануды көрсетеді.

Қазіргі уақытта әлемнің көптеген елдерінің электр энергетикасы айтарлықтай өзгерістерге ұшырауда, оның мақсаты барлығына арзан, сенімді, тұрақты "жасыл" және заманауи энергия көздеріне жалпыға бірдей қол жетімділікті қамтамасыз ету болып табылады [1].

Бұл мақсатқа әртүрлі дәстүрлі және жаңартылатын энергия көздерін шағын таратылған генерация объектілерінен ірі желілік электр станцияларына дейінгі қуаттардың кең

ауқымында белсенді интеграциялау арқылы қол жеткізіледі, бұл энергия жүйелерінің өзгеруіне әкеледі.

Энергия үнемдеу, энергетикалық ресурстар мен шикізат көздерін тиімді және ұтымды пайдалану мәселелері біздің еліміз үшін ерекше өзекті болып табылады.



1 сурет - Электр энергиясын % қатынасында тұтыну

Энергетика бастапқы энергия ресурстарының негізгі тұтынушысы болып табылады. Электр және жылу энергиясын өндіруге бастапқы энергияны жалпы тұтынудың 40-50% жұмсалады.

Электр энергиясының негізгі тұтынушысы-энергияны көп қажет ететін тау-кен және металлургия салалары бар өнеркәсіп. Диаграммадан Қазақстанның өнеркәсібі энергияны көп қажет ететін сала болып табылатынын көруге болады. Өнеркәсіп, оның ішінде электр энергетикасы ел тұтынатын электр энергиясының 3/4 бөлігін құрайды [2].

Қазақстандағы жағдайдың өзіндік ерекшеліктері бар: біріншіден, республика барлық бастапқы энергия ресурстарының үлкен қорларына ие, екіншіден, парниктік газдар эмиссиясының жалпы әлемдік көлеміне елеулі үлес қоспайды. Осы ерекшеліктерді ескере отырып, энергияны үнемдейтін технологияларды енгізу арқылы шешуге болады. Қазақстан үшін ең өзекті екі міндетті бөліп көрсетуге болады.

Қазақстан энергетикасының энергия тиімділігін арттыру жөніндегі негізгі міндет энергия ресурстарының көлемін азайту болып табылады. Бұл электр станциялары мен қосалқы станциялардың өз қажеттіліктеріне жұмсалатын шығынды азайту, сондай-ақ оны желілер арқылы беру кезінде электр энергиясының шығынын азайту, энергия шығындарын бақылау тетіктерін жетілдіру және объектілерді энергия және басқа да энергия ресурстарын есепке алу құралдарымен жабдықтау, осы есепке алу аспаптарының негізінде ақпаратты жинау және талдау процесін ұйымдастыру есебінен мүмкін болады.

Қазақстанның энергожүйесі ұзақ желілермен және негізгі энергия көздерінің тұтыну орталықтарынан алыс орналасуымен сипатталады. Бұл шығындардың жоғарылауына әкеледі. Сонымен қатар, Қазақстан үшін күрт континенттік климат тән, бұл кернеуі 220 кВ және одан жоғары электр желілеріндегі тәжге шығынға теріс әсер етеді (тәжге шығынның үлесі жалпы шығынның 20-30% - құрайды).

Энергия үнемдеудің және Қазақстан Республикасының Электр энергетикасы саласының тиімділігін арттырудың негізгі бағыттары айқындалды

- электр станцияларын орналастыруды оңтайландыру (негізгі критерий-тұтыну орталықтарына мүмкіндігінше жақын);
- отын-энергетикалық ресурстарды тұтынуды есепке алу жүйесін жетілдіру;

- электр желілерінде реактивті қуаттың орнын толтыру құрылғыларын орнату және іске қосу есебінен (жұмыс істеп тұрған құрылғылардың қуатын ұлғайту) электр энергиясын беруге (ысыраптарға) технологиялық шығынын азайту;
- жұмыс істеп тұрған қосалқы станцияларда шамадан тыс жүктелгендерді ауыстыру, қосымша күштік трансформаторларды орнату және пайдалануға беру, оның ішінде шығын деңгейі төмендегенде;
- тиеуді оңтайландыру нормативтік дәлдік сыныбына сәйкес келмейтін ток өлшеу трансформаторлары мен кернеу трансформаторларын ауыстыру;
- ғимараттар мен құрылыстарда электр және жылу энергиясының шығынын азайту, оның ішінде жылу режимін автоматты реттеу жүйелерін қолдану, энергия үнемдейтін шамдарды қолдану және т.б.;
- сәйкес объектілерге энергетикалық зерттеулер жүргізу
- ҒЗТКЖ жүргізу, энергетикалық тиімділікті арттырудың пилоттық демонстрациялық жобаларын әзірлеу және енгізу.

Энергия үнемдеу бастамалары мен инвестициялары электр энергетикасы жүйелері үшін бастапқы және қайталама пайда әкеледі.

Негізгі артықшылықтар - бұл уақыт өте келе электрмен жабдықтау қызметтерінің жалпы құнын төмендету қабілеті үшін дәстүрлі түрде танылатын артықшылықтар.

Мысалы, электр энергиясын өндіруге кететін шығындарды болдырмау немесе жаңа электр станцияларын салу қажеттілігін болдырмау. Бұл артықшылықтар ұзақ мерзімді, қысқа мерзімді немесе екі жағдайда да көрінуі мүмкін. Бұл артықшылықтардың кейбіреулері айтарлықтай және олардың көпшілігін сандық түрде анықтауға болады.



2 сурет - Энергияны үнемдеу мен энергия тиімділігінің артықшылықтары

Екінші реттік пайда электр энергетикалық жүйелеріне шығындарды жанама түрде төмендетеді (мысалы, кейінге қалдырылған ұзақ мерзімді инвестициялар), сенімділікті арттырады және энергия қауіпсіздігін арттырады. Екінші реттік пайданы анықтау қиынырақ болады, сондықтан бастапқы пайдаға қарағанда азырақ бағаланады. Дегенмен, энергия тиімділігі мен жаңартылатын энергия көздерінің шығындары мен пайдасын дәл көрсету үшін осы артықшылықтарды анықтап, мүмкіндігінше оларды санау пайдалы.

Мемлекет энергияның мемлекеттік экономикада атқаратын әр түрлі және маңызды рөліне байланысты энергия тиімділігін ілгерілетуде жетекші функцияны атқарады, сонымен қатар Үкімет әдетте халықтың сұранысын қанағаттандыру үшін ұзақ мерзімді энергетикалық жобалауға жауап береді. Шын мәнінде, энергия үнемдеу мен энергия тиімділігі қазақстандық энергетиканы дамытудың басты постулаттарының біріне айналды.

Энергетика және минералдық ресурстар министрі 2012 жылғы 13 қаңтарда күшіне енген "энергия үнемдеу және энергия тиімділігін арттыру туралы" Қазақстан Республикасының Заңын құрастырды.

Сәйкес заң энергия үнемдеу және энергия тиімділігін арттыру саласындағы адамдардың көзқарасын реттейді. Заң 7 тарауды құрайды, олар өз кезегінде бірнеше бапқа бөлінеді. Оның негізгі талаптары:

- энергия тұтыну нормативтерін бекіту;
- электр энергиясын тұтынушылар мен өндірушілердің құқықтары мен міндеттерін белгілеу және заң нормаларын орындамауға әкімшілік жауапкершілікті белгілеу;
- пайдаланылатын үй-жайлар мен құрылғыларды міндетті энергетикалық тексеру;
- құрылыс жобаларына міндетті сараптама;
- энергия тиімділігі деңгейі нормативтен асатын Жаңа объектілерді салуға тыйым салу;
- энергия үнемдеу мәніне мониторингке жататын объектілер тізілімін енгізу және мемлекеттік органдардың бақылау және қадағалау функцияларын регламенттеу.

17-бапқа сәйкес

Қазақстан Республикасында 2012 жылы қабылданған "энергия үнемдеу және энергия тиімділігін арттыру туралы" заңы

энергия үнемдеу және энергия тиімділігін арттыру салалары мынадай бағыттар бойынша жүзеге асырылады:

- энергия үнемдейтін жабдықты пайдалануды ынталандыру;
- білім беру қызметін жүзеге асыруға және энергия үнемдеу және энергия тиімділігін арттыру саласындағы іс-шараларды ақпараттық қолдауға жәрдемдесу;
- энергия тиімділігін арттырудың кешенді жоспарын іске асыру;
- энергия үнемдеу және ӨҚ саласында ғылыми-зерттеу жұмыстарын жүргізу

Осылайша, өнеркәсіптегі энергия тиімділігі мен энергияны үнемдеудің негізгі бағыттары өндірістің жаңа энергия тиімді технологияларын енгізу, жабдықты қайта құру және ауыстыру арқылы меншікті электр желілеріндегі шығындарды азайту, ауыспалы режимде жұмыс істейтін электр қозғалтқыштарында жиілікті реттелетін жетектерді орнату [3-5]. Жекелеген тораптар мен агрегаттардың жұмысын автоматтандыру, негізгі және қосалқы өндірісті жаңғырту, электр энергиясын өндіруден бас тарту және тиімділігі төмен және энергияны көп тұтынатын жабдықты пайдаланудан.

### **Пайдаланылған әдебиеттер тізімі**

1 Grid Modernization and Smart Grid, US Department of Energy, 2020. <https://www.energy.gov/oe/activities/technology-development/grid-modernization-and-smart-grid>. Кіру режимі: 05.01.2023.

2 Қазақстандағы жаңартылатын энергетика, <http://www.kazenergy.com/ru/2-44-45-2011/1473-2011-07-29-17-55-58.html>. "Энергия үнемдеу және энергия тиімділігін арттыру туралы" Қазақстан Республикасының 2012 жылғы 13 қаңтардағы № 541-IV Заңы.

3 Дайнеко, В. А. Электр қозғалтқышы мен қуат түрлендіргішінің температуралық өрістерін зерттеу үшін жиілікті реттелетін электр жетегінің жылу моделін таңдау [Текст] / В. А. Дайнеко, Т. Г. Базулина, Н. С. Голмант // энергия үнемдеу-АӨК инновациялық дамуының маңызды шарты: халықаралық ғылыми-техникалық конференция материалдары, Минск, 21-22 желтоқсан 2021 ж. – Минск: БГАТУ, 2021. –Б. 169-173.

4 N. Ozeranskaya, R. Abeldina, G. Kurmanova, Zh. Moldumarova, L. Smunyova. Agricultural land management in the system of sustainable rural development in the republic of kazakhstan [Text] / International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET) // -2018. -Vol.9. Issue 13. -P.1500-1513. (Scopus) [<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85059564276&origin=resultlist>]



## «ГЕНЕРАТОР-ТРАНСФОРМАТОР» ЖҮЙЕСІН ТАЛДАУ

*Маратов Е., 2 курс магистранты  
Нұрмағанбетова Г.С., PhD, аға оқытушы  
С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті  
Астана қ.*

Электр станциясының генератор-трансформатор блогының релелік қорғанысын құрудың негізгі міндеті оның зақымданудың кез келген түрлерінде мүмкіндігінше тиімді жұмыс істеуін қамтамасыз ету, қорғалатын жабдықтың зақымдануы мен Елеулі бұзылуының дамуын болдырмау, сондай-ақ энергия жүйесіндегі тұрақтылықтың бұзылуын болдырмау болып табылады.

Бұл үшін релелік қорғаныс құрылғылары белгілі негізгі талаптарға сәйкес келетін қажетті қасиеттерге ие болуы керек: жылдамдық, сезімталдық, селективтілік және сенімділік.

Энергия блоктарын қорғаудың қажетті тиімділігіне қол жеткізу үшін келесі шарттарды орындау қажет:

- ішкі қысқа тұйықталудан негізгі қорғаныс блоктың кез-келген элементінің зақымдануын тез өшіруді қамтамасыз етуі керек. Бұл ретте бастапқы схеманың бірде-бір қорғалмаған (қорғау қолданылу аймағына кірмейтін) учаскесі қалмауға тиіс. Алайда, кейбір жағдайларда қорғалатын жабдықты толық қамтымайтын қорғаныстарды қолдануға мәжбүр болу керек (мысалы, айналмалы тұйықталу кезінде);

- энергоблоктың резервтік қорғанысы да оның барлық элементтерін қамтуы тиіс және тиісінше блоктың негізгі қорғанысы мен іргелес желінің қорғанысын жақын және алыс резервтеуді қамтамасыз етуі тиіс (АЭС-те жақын резервтеу жылдам әрекет ететін болуы тиіс);

- КТ-мен бірге жүрмейтін және Энергия блогының жұмысына әсер етпейтін зақымданулар, егер олардың дамуы жабдықтың айтарлықтай бұзылуына әкелуі мүмкін болса, мүмкіндігінше тез сөніп қалуы керек;

- қалыптан тыс режимдер (мысалы, шамадан тыс жүктеме, қозудың жоғалуы және т.б.), егер олар жабдыққа немесе электр жүйесіне жол берілмесе, қорғаныс арқылы автоматты түрде жойылуы керек. Қалыптан тыс режимді дереу жою талап етілмейтін жағдайларда оның пайда болуы туралы дабылға ғана жол беріледі;

- релелік қорғаныс құрылғыларының әрекеті технологиямен байланысты болуы керек;

- релелік қорғаныс құрылғыларының әрекеті технологиялық қорғаныспен және энергия блогының автоматикасымен байланысты болуы керек.

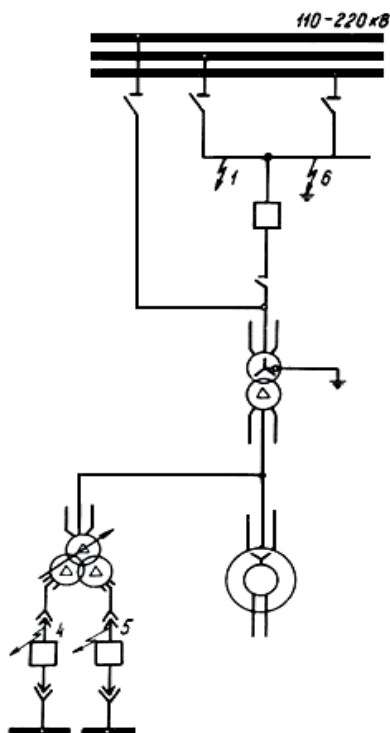
Жобалау және пайдалану кезінде міндетті релелік қорғауды орындауға қойылатын негізгі талаптар ғылыми-зерттеу әзірлемелерінің, релелік қорғау құрылғыларын өндірудің, жобалаудың және пайдаланудың көп жылдық тәжірибесі негізінде электр қондырғыларын орнату қағидаларын, техникалық пайдалану қағидаларын және басқа да директивалық материалдарды белгілейді.

Электр қондырғыларын орнату ережелеріне сәйкес генератор-трансформатор блоктарын қорғау үшін генератордың қуаты 10 Мвт-тан асатын релелік қорғаныс құрылғылары келесі зақымдану түрлерінен және қалыптан тыс режимдерден қамтамасыз етілуі керек:

- генераторлық кернеу тізбегіндегі жерге тұйықталудан;
- генератордың статор орамасындағы және оның сымдарындағы көп фазалы қысқа тұйықталудан;

- екі параллель тармақ болған кезде генератордың статор орамасындағы айналмалы қысқа тұйықталудан;
- блокты трансформатордың орамаларындағы және оның қорытындыларындағы көп фазалы қысқа тұйықталулардан;
- блоктық трансформатор орамаларындағы қысқа тұйықталудан;
- сыртқы қысқа тұйықталудан;
- генератордың кері тізбектегі токтармен шамадан тыс жүктелуінен (генератордың қуаты 30 Мвт-тан жоғары);
- генератор мен трансформатордың симметриялы шамадан тыс жүктелуінен;
- генератор роторының қоздыру тогымен шамадан тыс жүктелуінен;
- кернеудің жоғарылауынан (қуаты 100 Мвт және одан жоғары генераторлар үшін);
- қозу орамасының бір нүктесінде жерге тұйықталудан;
- қоздыру орамасының екінші нүктесінде жерге тұйықталудан (генераторлардың қуаты 160 Мвт-тан аз болған кезде);
- қозу жоғалған кезде асинхронды режимге ауысудан;
- трансформатор бағындағы май деңгейін төмендетуден;
- блокты трансформатордың жоғары кернеулі кірістері оқшаулауының зақымдануынан (500 кВ және одан жоғары кернеуде).

Блоктың (генератордың) қажетті сипаттамаларын және релелік қорғаныс және автоматика құрылғыларын тексерудің толық көлемін алу үшін кешенді сынақтар жүргізу кезінде блоктың үш және бір фазалы сынақ қысқа тұйықталуына, номиналды токтың ұзақ ағымына жұмыс істеуі қажет және кешенді сынақтар басталғанға дейін орнатылады (егер бұл сынақтар өндірісіне кедергі келтірмесе). Блоктың бастапқы қосылыстарының ең көп таралған схемалары үшін қысқа тұйықталу орындары 1 суретте көрсетілген [1].



1 сурет – 110 және 220 кВ жүйесіне қосылған қуаты 160-800 МВт генератор-трансформатор блогының схемасы

Сенімділік теориясында релелік қорғаныс құрылғыларының сенімділігі саласында аппаратураның істен шығуының үш тән түрі (абайсызда сақтау немесе пайдалану салдарынан болатын зақымдарды қоспағанда) ажыратылады:

- жұмыс істемеу;
- тозу немесе біртіндеп істен шығу;
- кенеттен бас тарту.

Пайдаланудың бастапқы кезеңінде пайда болатын жұмыс істемеу өндіріс технологиясының кемшіліктерінен және оларды жасау кезінде өнімнің сапасын нашар бақылаудан туындайды. Релелік қорғаныс құрылғылары үшін жұмыс істемеу себептері монтаждау және баптау кезіндегі қателер, сапасыз баптау және т.б. болуы мүмкін [2].

Үздіксіз жұмыс істейтін аппаратура үшін жұмыс істемеу Әдетте өңдеу процесінде жойылады, яғни. аппаратураның жұмыс уақытына жақын жағдайларда бірнеше сағат бойы жұмыс істеуі. Сирек жұмыс істейтін құрылғылар үшін өңдеу кезеңі ұзағырақ болуы мүмкін. Ақаулы элементтер анықталған және жойылған кезде уақыт бірлігінде жұмыс істемеу саны азаяды.

Қайталама тізбектерді, өлшеу трансформаторларын және релелік қорғау құрылғыларына жататын коммутациялық аппараттар жетектерінің элементтерін қоса алғанда, барлық релелік қорғау құрылғыларына техникалық қызмет көрсету кезеңділігі мезгіл-мезгіл техникалық қызмет көрсетуден өтуі тиіс.

Релелік қорғаныс құрылғыларының түріне және оларды пайдалану жағдайларына байланысты әр түрлі экологиялық факторлардың әсерінен техникалық қызмет көрсету циклі үш жылдан сегіз жылға дейін белгіленеді.

Техникалық қызмет көрсету циклі деп белгілі бір ретпен белгіленген техникалық қызмет көрсету түрлері орындалатын екі жақын профилактикалық қалпына келтіру арасындағы құрылғыларды пайдалану кезеңі түсініледі.

РН-55 синхронды бақылау релесі үшін релелік қорғаныс құрылғыларына техникалық қызмет көрсету кезіндегі жұмыс көлемі келесідей [3]:

- жанасу беттерінің механикалық бөлігі мен жай-күйін реттеуді тексеру (жаңа қосылған кезде, бірінші профилактикалық бақылау кезінде және профилактикалық қалпына келтіру кезінде жүргізіледі);
- орамалардың полярлығын тексеру (жаңа қосылған кезде жүргізіледі);
- орамалардағы номиналды кернеу кезінде жұмыс нүктесінде іске қосу және қайтару бұрышын тексеру (Жаңа қосу кезінде, бірінші профилактикалық бақылау кезінде және профилактикалық қалпына келтіру кезінде жүргізіледі);
- реле орамаларына әсер ететін кернеу векторлары арасындағы бұрыштың өзгеруінің барлық диапазонында (0 - 1800) реле контактілерінің сенімділігін тексеру (жаңа қосылған кезде, бірінші профилактикалық бақылау кезінде және профилактикалық қалпына келтіру кезінде жүргізіледі).

Электромеханикалық базада релелік қорғаныс құрылғыларын пайдалану тәжірибесі бойынша толық қызмет ету мерзімі 25 жылды құрайды. Релелік қорғау құрылғыларын көрсетілген қызмет мерзімінен тыс пайдалану осы құрылғылардың аппаратурасы мен қосқыш сымдарының қанағаттанарлық жай-күйі кезінде және техникалық қызмет көрсету циклі қысқарған кезде мүмкін болады.

### **Пайдаланылған әдебиеттер тізімі**

- 1 Правила устройства электроустановок РК утверждены приказом Министра энергетики Республики Казахстан от 22 февраля 2022 года № 64 О внесении изменения в приказ Министра энергетики Республики Казахстан от 20 марта 2015 года № 230.
- 2 Hope Orovwode, Simeon Matthew, A. Felix Agbetuyi, U. Anthony Adoghe, Elizabeth Amuta. Development of a Starter with Protective Systems for a Three-Phase Induction Motor [Text] /Hindawi Journal of Engineering, -2021. -8 P. Article ID 3163046.
- 3 N. Ozeranskaya, R. Abeldina, G. Kurmanova, Zh. Moldumarova, L. Smunyova. Agricultural land management in the system of sustainable rural development in the republic

**UDC: 338.2:620.9**

## ON THE ISSUE OF THE CALCULATION CO<sub>2</sub> EMISSIONS INTO THE ATMOSPHERE OF WHEAT STRAW

*A. Muslim 2nd year master's student  
 Atyaksheva A.V. Candidate of Technical Sciences  
 Kazakh Agrotechnical Research University named after S. Seifullin  
 Astana*

Calculation of combustion parameters of lignocellulosic raw materials in a heating boiler of low power.

The theoretical value of the air required for the complete combustion of the fuel (at  $t = 1$ ) and the heat content of the combustion products.

The volumes and heat content of air and combustion products are determined based on 1 kg of fuel under normal conditions (0°C and 101.3 kPa) of the boiler operation [1].

Theoretical value of the volume of air required for complete combustion of fuel in the boiler, m<sup>3</sup>/kg

$$V^0 = 0,0889 \cdot (C^p + 0,375 \cdot S^p) + 0,265 \cdot H^p - 0,033 \cdot O^p =$$

$$= 0,0889(59,3 + 0,375 \cdot 0,8) + 0,265 \cdot 3,6 - 0,033 \cdot 4,6 = 6,25 \text{ m}^3 / \text{kg}$$

Calculation of the theoretical min volumes of combustion products obtained with complete burnout of the fuel with the theoretically required amount of air. Theoretical value of the minimum volume of diatomic nitrogen N<sub>2</sub>

$$V_{N_2}^0 = 0,79 \cdot V^0 + 0,8 \cdot \frac{N^p}{100} = \text{m}^3 / \text{kg}$$

$$V_{N_2}^0 = 0,79 \cdot 6,25 + 0,8 \cdot 0,33 / 100 = 4,94 \text{ m}^3 / \text{kg}$$

Theoretical value of the minimum volume of triatomic gases:

$$V_{RO_2} = 1,866 \cdot \frac{C^p + 0,375 \cdot S^p}{100} = \text{m}^3 / \text{kg}$$

$$V_{RO_2} = 1,866 \cdot 48,58 + 0,375 \cdot 0 / 100 = 0,9 \text{ m}^3 / \text{kg}$$

Theoretical value of the minimum volume of water vapor:

$$V_{H_2O}^0 = 0,111 \cdot H^p + 0,0124 \cdot W^p + 0,0161 \cdot V^0 = \text{m}^3 / \text{kg}$$

$$V_{H_2O}^0 = 0,111 \cdot 5,07 + 0,0124 \cdot 0 + 0,0161 \cdot 6,25 = 0,66 \text{ m}^3 / \text{kg}$$

Theoretical value of the total minimum volume of flue gases:

$$V_{\Gamma} = V_{R_2O}^0 + V_{N_2}^0 + V_{H_2O}^0 = \text{m}^3 / \text{kg}$$

$$V_{\Gamma} = 0,9 + 4,94 + 0,66 = 6,5 \text{ m}^3 / \text{kg}$$

Calculation of enthalpies (heat content) of air and gases.

The enthalpy of the theoretically required amount of air at n. y. (temperature in the boiler room 300C (normalized)) [4].

The theoretical value of the enthalpy of gases at the corresponding temperatures in the range from  $t = 400\text{C}$  to  $600\text{C}$ . (calculated fuel combustion temperatures in a heating boiler, power up to 100 kW)

The value is taken according to [1]

Enthalpy (heat content) of gases at  $t = 400^{\circ}\text{C}$

$$H_{z400}^{\circ} = V_{\text{RO}_2} (C\mathcal{G})_{\text{RO}_2} + V_{\text{N}_2}^0 (C\mathcal{G})_{\text{N}_2} + V_{\text{H}_2\text{O}}^0 (C\mathcal{G})_{\text{H}_2\text{O}} = \kappa \text{Дж} / \kappa \text{г}$$

$$H_{r400}^{\circ} = 0,9 * 184,4 + 4,94 * 125,8 + 0,66 * 149,6 = 886,148 \text{ kJ/kg}$$

Enthalpy (heat content) of gases at  $t = 500^{\circ}\text{C}$

$$H_{z500}^{\circ} = V_{\text{RO}_2} (C\mathcal{G})_{\text{RO}_2} + V_{\text{N}_2}^0 (C\mathcal{G})_{\text{N}_2} + V_{\text{H}_2\text{O}}^0 (C\mathcal{G})_{\text{H}_2\text{O}} = \kappa \text{Дж} / \kappa \text{г}$$

$$H_{r500}^{\circ} = 0,9 * 238 + 4,94 * 1586 + 0,66 * 189,8 = 1122,952 \text{ kJ/kg}$$

Enthalpy (heat content) of gases at  $t = 600^{\circ}\text{C}$

$$H_{z600}^{\circ} = V_{\text{RO}_2} (C\mathcal{G})_{\text{RO}_2} + V_{\text{N}_2}^0 (C\mathcal{G})_{\text{N}_2} + V_{\text{H}_2\text{O}}^0 (C\mathcal{G})_{\text{H}_2\text{O}} = \kappa \text{Дж} / \kappa \text{г}$$

$$H_{r600}^{\circ} = 0,9 * 292 + 4,94 * 192 + 0,66 * 231 = 1363,74 \text{ kJ/kg}$$

According to the heat release in the volume of the furnace space, we determine:

1. Adiabatic fuel combustion temperature (at maximum heat release):
2. Average temperature of the furnace space:
3. Average temperature at the outlet of the furnace (assumed to be 50C lower than the average due to cooling by the walls of the furnace).

Calculation of the main characteristics of the boiler according to CT PK IEC 60335-2-102-2012 IEC 60335-2-102:2009 Household and similar electrical appliances - Safety - Part 2-102: Particular requirements for gas, oil and solid-fuel burning appliances having electrical connections (IDT) [2].

$Q_h^p$  - calorific value of fuel, kJ/kg

$Q$  - boiler heat output, MWt

$$B = 22,5322 * 360000 / 15420 = 526 \text{ kg/h}$$

Nominal thermal power of the boiler. Nz, kW.

$$N_p = \frac{B \cdot Q_h^p \cdot \eta}{100 \cdot 3600} = MBm$$

$$N_p = 526 * 15420 * 0,85 / 100 * 3600 = 19,15 \text{ MWt}$$

Calculation of CO2 emissions depending on the carbon content in the fuel.

Calculate CO2 emissions for: wheat straw CO2 emissions according to the Order of the Minister of Ecology [3], Geology and Natural Resources of the Republic of Kazakhstan dated September 13, 2021 No. 371, registered with the Ministry of Justice of the Republic of Kazakhstan on September 16, 2021 No. 24383 are calculated:

$$B_{\text{CO}_2} = KB_{m\sigma}^y \cdot Q_h^p \cdot 44 / 12$$

where: B - CO2 emissions, t

$KB_{m\sigma}^y$  - carbon emission factor for solid biomass 29.48 t/TJ

$$B_{\text{CO}_2} = 29,48 * 15420 * 44 / 12 * 526 = 3168,8$$

## References

- 1 M. Akram, M. Mohd Zublie, M. Hasanuzzaman, Na.Rahim. Global Prospects. Advance Technologies and Policies of Energy-Saving and Sustainable Building Systems [Text] / Sustainability. – 2022. – №14(3). – С. 1316-1336.
- 2 Z. Qian. Analysis and use of building heating and thermal energy management systemv [Text] / Thermal Science. – 2020. №24(5). – С.3289-3298.
- 3 Фаликов В.С. Энергосбережение в системах тепловодоснабжения зданий [Текст]: Монография. – М.: ГУП «ВИМИ». – 2022. – 164 с.



4 G. Kurmanova, R. Abeldina, Zh. Moldumarova, L. Smunyova. Agricultural land management in the system of sustainable rural development in the republic of kazakhstan [Text] / International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET), -2018. -Vol.9. Issue 13. -P.1500-1513. (Scopus) (<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85059564276&origin=resultslist>).

**ӘОЖ 631.3**

### **ҚАЗАНДЫҚ ЖӘНЕ ЖЫЛУ АЛМАСТЫРУ ҚОНДЫРҒЫЛАРЫНЫҢ ЖЫЛУАЛМАСТЫРҒЫШ БЕТТЕРІНДЕГІ ҚАҚТЫ АЗАЙТУ ҮШІН ТЕХНИКАЛЫҚ СУҒА МАГНИТТІК ӘСЕР ЕТУДІ ЗЕРТТЕУ**

*Нұрабай Ж.Б., 2-курс магистранты*

*С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті  
Астана қ.*

Жылу алмасу аппараттарының, қазандық агрегаттарының, қазандықтардың және басқа да жылу энергетикалық жабдықтардың әртүрлі қыздыру беттерінде қақтың пайда болуы өте өткір. Өйткені Орталық Қазақстанда судың қаттылығы өте жоғары. Масштаптау жылу энергетикалық жабдықтың тиімділігінің төмендеуіне әкеледі және оның жұмыс ресурсын төмендетеді, сонымен қатар суды жылытуға жұмсалған отынның артық шығынына әкеледі. Судың кермектігін реттеу үшін осы жағымсыз құбылыспен күресуге мүмкіндік беретін химиялық реагенттер қолданылады. Қаттылық тұздарының тұнбасын өнеркәсіптік жабдықта емес, күнделікті өмірде де кездестіруге болады. Қақ қазандықтардың, кір жуғыш машиналардың, электр шайнектерінің және суды жылытуға арналған басқа жабдықтардың қыздыру элементтерінің істен шығуына себеп болады. Масштаб карбонатты қыздыру бетіне ақ жабын ретінде тұндыру арқылы пайда болады және біртіндеп артып, жылу алмасуға кедергі келтіретін жеткілікті күшті қабатқа айналады.

Ғылыми жұмыс идеясының негізінде су дайындау кезеңдерінде судың кермектігін төмендетуге арналған күрделі магниттік (электромагниттік) құрылғының эксперименттік үлгісін жасау, содан кейін оны қаттылық тұздарының теріс әсерін азайту мақсатында энергетика мен сумен жабдықтау қажеттіліктері үшін пайдалану жатыр. Магниттік және электромагниттік құрылғыны қосымша құрал ретінде пайдалану химиялық реагенттердің пайдаланылған мөлшерін азайтуға және сол арқылы олардың экологияға зиянды әсерін азайтуға мүмкіндік береді.

Су сапасының маңызды көрсеткіші-кальций мен магний иондарының болуымен сипатталатын судың кермектігі. Бұл көрсеткіш 4 диапазонмен сипатталады: егер судың құрамында 0-4 мг-экв/л болса, онда ол жұмсақ болып саналады; егер 4-8 мг-экв/л – су орташа қаттылық болып саналады; 8-12 мг-экв/л - қатты су және 12 мг-экв/л-ден астам су өте қатал болып саналады [1].

Мақалаларда [2] зерттеудің негізгі алдын-ала нәтижелері келтірілген. Алдын ала нәтижелер Қарағанды ЖЭО–3-те қолданылатын техникалық суды өңдеуге арналған электромагниттік құрылғыны әзірлеу және тәжірибелік сынақтан өткізу болып табылады. Ұсынылған техникалық шешімдердің жаңалығы [3] патенттерімен расталған, сонымен қатар техникалық суды өңдеудің негізгі принциптерімен танысуға болады. Қазіргі уақытта қаттылық тұздарының концентрациясын төмендетудің бірнеше дәстүрлі әдістері бар: дистилляция; реагенттерді пайдалану; термиялық жұмсарту; катионизация; электро-диализ; кері осмос. Бұл әдістердің барлығы жеткілікті зерттелген және судың ластану жағдайлары мен деңгейіне байланысты қолданылады. Әдістердің белгілі бір күрделілігі

бар, өйткені олар кейіннен ластайтын және 1 м3 суды өңдеуге айтарлықтай материалдық шығындарды қажет ететін химиялық реагенттерді пайдалануды талап етеді [4].

Әдеби талдау көрсеткендей, бұл ғылыми мәселе бұрын қарастырылған, оң нәтижелер мен адам қызметінің әртүрлі салаларында қолдану тәжірибесі бар. Мақалалардың көп бөлігі жылу беттерінде масштабты қалыптастыру мәселесін шешуге және осы беттерді қорғау мен тазарту әдістерін жасауға арналған. Мақалаларда тұрақты магниттерде немесе электромагниттерде жұмыс істейтін құрылғыларды қолдана отырып, суды тазарту тұжырымдамасы бойынша әртүрлі бағыттар көрсетілген. Электромагниттік өрістің әсерінен кристалдану орталықтары пайда болады және суда еріген қаттылық тұздарының иондарының концентрациясы төмендейді. Тұнба түрінде түскен ұсақ дисперсиялық кристалды тұнба пайда болды. Суды өндегеннен кейін қыздыру беттерінде пайда болған масштабтың мөлшері азаяды. Әлемдік әдебиеттерге жүргізілген талдау судың кермектігінің жоғары көрсеткіші болып табылатын жылыту беттерінде және сумен жабдықтау жүйелерінің құбырларында қақтың пайда болу проблемасы өте өткір екенін көрсетті. Жыл сайын бүкіл әлемде суды электромагниттік және магниттік өңдеуге деген қызығушылық артып келеді, бұл жарияланымдардың көлемін растайды. Оң жағы-бұл әдіс экологиялық таза және масштабтың пайда болуымен күресу үшін қолданылатын химиялық реагенттерді пайдалануды азайтуға немесе толығымен жоюға мүмкіндік береді.

Зерттеу жүргізу үшін тұрақты және электр магниттерінің көмегімен суды өңдеуге мүмкіндік беретін зертханалық стенд арнайы жасалған. Тәжірибелер тұрақты магниттерді қолдана отырып жүргізілді, олардың санын 10-нан 40 данаға дейін таңдауға болады. тұрақты және айнымалы ток электромагниттері де қолданылды, пайда болған магнит өрісінің қуаты қуат көздерінің көмегімен реттелді. Экспресс-бақылау үшін рН және TDS сандық өлшегіші қолданылады дәлдік 0,01. Магнит өрісінің күшін өлшеу үшін td8620 гауссометрі (Тесла өлшегіш) осьтік зондпен, дәлдігі 0-2400mT 2% пайдаланылды.

1-суретте судың магниттік өңдеу параметрлерін өлшеу үшін қолданылатын зертханалық стенд пен құрылғылар көрсетілген.



1 сурет - Суды магниттік өңдеу параметрлерін өлшеу үшін қолданылатын зертханалық стенд және аспаптар

Өндірістік сынақтарды өткізу үшін үлгі жасалды, ол Қарағанды ЖЭО-3-те орналасқан. Ол тұрақты ток электромагниттері мен импульстік катушкаларды пайдаланады. Қазандық агрегатының қоректік суына электромагниттік әсер ету процестеріне зерттеулер жүргізу жоспарлануда (2-сурет). Орнату үшін Тұрақты ток қозғалтқышының электромагниттік жүйесі, атап айтқанда оның негізгі полюстерінің катушкалары қолданылады. Барлығы 4 катушка қолданылады, екеуі төменнен және екеуі жоғарыдан. Эксперименттік қондырғының сыртқы түрі фотосуретте, 2-суретте көрсетілген.



2 сурет - Прототип

Су параметрлерінің орташа мәндері және оны магниттік өңдеу нәтижелері 1 кестеде келтірілген.

1 кесте - Өңдеуге дейінгі және кейінгі су параметрлері

Параметрлер, өлшем бірлігі	Электромагниттік өңдеуге дейін	Электромагниттік өңдеуден кейін
pH	7,98	8,38
Карбонаттар	512	418
Жалпы қаттылық	9,5	7,45
Құрғақ қалдық	612	628

Жүргізілген зерттеулер магниттік (электромагниттік) өріс су ағынына әсер етіп, оның pH көрсеткішін, ондағы оттегінің қаттылығы мен құрамын өзгерте алатынын, сондай-ақ қыздыру беттерінде қақтың пайда болу процесін айтарлықтай төмендететінін көрсетті. Электромагниттік өріспен өңделген судың физика-химиялық құрамы судың қаттылығы мен сілтілігінің басқа көрсеткіштеріне, сондай-ақ хлоридтердің, сульфаттардың, кальцийдің, Темірдің, оттегінің, магнийдің құрамына ие. Электромагниттік өріс қаттылық тұздарының кристалдану процесін жеделдетеді, шлам түзілу процесінің дамуын күшейтеді, соның арқасында олардың тұндырылуы жеделдетіледі және сұйықтықтан әртүрлі суспензияларды кетіруге ықпал етеді. Сондай-ақ, масштабты қабаты бар беттерді өздігінен тазарту әсеріне қол жеткізуге болады. Тұрақты ток электромагниттерін пайдалану ұсынылады, өйткені бұл минималды материалдық инвестициялармен ең тиімді нұсқа, өйткені тұрақты емес қозғалтқыштарды пайдалану мүмкіндігі бар. ЖЭО-ның өз қажеттіліктері энергиясының төмен құнын ескере отырып, бұл әдіс химиялық су дайындау жүйесімен бәсекелесе алады.

### Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

- 1 M. Akram, M. Mohd Zublie, M. Hasanuzzaman, Na.Rahim. Global Prospects. Advance Technologies and Policies of Energy-Saving and Sustainable Building Systems [Text] / Sustainability. – 2022. – №14(3). – С. 1316-1336.
- 2 Z. Qian. Analysis and use of building heating and thermal energy management systemv [Text] / Thermal Science. – 2020. -№24(5). – С.3289-3298.
- 3 Фаликов В.С. Энергосбережение в системах тепловодоснабжения зданий [Текст]: Монография. – М.: ГУП «ВИМИ». 2022. – 164 с.
- 4 G. Kurmanova, R. Abeldina, Zh. Moldumarova, L. Smunyova. Agricultural land management in the system of sustainable rural development in the republic of kazakhstan [Text] / International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET), -2018. -Vol.9. Issue 13. -P.1500-1513. (Scopus) (<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85059564276&origin=resultslist>).

## ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ПОСЛЕ АВАРИЙНЫХ РЕЖИМОВ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ РАЙОНА

*Нұрболатқызы А., магистрант 2 курса  
Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина  
г. Астана*

Надежность распределительных электрических сетей имеет важное значение, поскольку от их функционирования в существенной мере зависит бесперебойность электроснабжения потребителей. Расчет и обнаружение аварийных режимов (АР) сельских распределительных электрических сетей 6-10-35 кВ является актуальной задачей, так как эти сети являются самыми многочисленными и распределены на очень большой территории. В настоящее время имеются и используются различные методы повышения надежности радиальных электрических сетей. В данной работе рассматривается использование современных многофункциональных коммутационных аппаратов (реклоузеров) для повышения надежности послеаварийного состояния распределительной электрической сети. Электрические распределительные сети – одна из важнейших составляющих жизнедеятельности населенного пункта. Перерыв электроснабжения ведет за собой нарушение технологического процесса, нормального функционирования оборудования промышленных предприятий и значительный материальный ущерб. С ростом населения увеличивается электропотребление, что в свою очередь вызывает необходимость непрерывного развития и совершенствования распределительных электрических сетей, являющихся связующим звеном между производством и потреблением электрической энергии.

Режимная надежность (РН) электрической сети характеризуется, как способность электрической системы выполнять свои функции без отклонения режимов параметров за пределы допустимых значений при случайных возмущениях в системе. Под режимом понимается совокупность величин, определяющих электрические процессы. Именно эти величины позволяют судить о состоянии безотказности и надежности системы электроснабжения. Случайное возмущение в (отключение генератора, линии электропередачи (ЛЭП), трансформатора и др.) приводит к изменению её режима работы. Анализ РН заключается в моделировании случайного возмущения, аварийного и послеаварийного состояний сети и выборе управляющих воздействий.

Оценка надежности распределительных электрических сетей имеет важное значение, поскольку от этого в существенной мере зависит уровень бесперебойности электроснабжения.

Обычно различают структурную и режимную надежность электрических сетей. Под структурной надежностью понимается свойство, обусловленное структурой электрической сети. Режимная надежность – это свойство электрической сети сохранять заданные режимы функционирования при изменении условий, отказах элементов и внезапных возмущениях.

Послеаварийный установившийся режим наступает после локализации аварии в системе. Этот режим чаще всего отличается от нормального, так как в результате аварии один или несколько элементов системы (генератор, трансформатор, линия) будут выведены из работы.

Параметры послеаварийного (форсированного) режима могут в той или иной степени отличаться от допустимых значений. Если значения этих параметров во всех контрольных точках системы являются допустимыми, то исход аварии считается благополучным. В противном случае исход аварии неблагоприятен, и диспетчерская служба системы принимает немедленные меры к тому, чтобы привести параметры послеаварийного режима в соответствие с допустимыми.



Около 70% всех нарушений электроснабжения происходит именно в сетях среднего класса напряжения, как показывает статистика [1]. Воздушные линии (10) кВ рассматриваемого района г.Атырау выработали свой нормативный ресурс и нуждаются в реконструкции. При этом известно, что 80% повреждений, которые возникают в распределительных сетях, изначально неустойчивы и могут быть устранены путем повторного включения линии (АПВ). Маломасляные выключатели, стоящие в таких сетях практически не используют АПВ. И если на линии случилось повреждение любого характера, то электроснабжение теряют потребители целого фидера. Из-за невозможности достоверно определить и устранить место повреждения длительность отключения может достигать нескольких часов (в каких-то районах даже суток).

Помимо износа электрических сетей, аварийность воздушных линий имеют достаточно высокие показатели. Например, удельное количество отключений воздушной линии (10) кВ на 100 км длины линии составляет 6-7 раз в год, а для районов со сложными геологическими и климатическими условиями, к которым относится большинство регионов, например, прибрежные районы Казахстана – 20-30 раз в год [2].

Многолетний опыт зарубежных стран показал, что одним из наиболее эффективных путей решения данной задачи является реализация принципа децентрализованной автоматизации и локализации с использованием в распределительных электрических сетях многофункциональных коммутационных аппаратов – реклоузеров.

Необходимо было решить вопрос увеличения надежности энергоснабжения потребителей фидере при помощи установки реклоузеров серии РВА/TEL в магистраль и на отпайки.

Выбор мест установки реклоузеров выполняется таким образом, чтобы:

- максимальное количество потребителей были подключены к магистральным участкам сети;
- выделялись участки с повреждаемостью выше среднего труднодоступные участки сети.

Рассмотрено три варианта расположения коммутационных аппаратов. Для всех вариантов сделан расчет показателей технического и экономического эффектов от внедрений и на их основе сделан выбор наиболее оптимального.

Участок электрической сети образован двумя фидерами и характеризовался большой повреждаемостью и временем восстановления электроснабжения. Были рассмотрены три варианта расположения реклоузеров. Для всех вариантов сделан расчет показателей технического и экономического эффектов от внедрений и на их основе сделан выбор наиболее оптимального.

Результаты технических и экономических расчетов показывают, что рекомендуемая схема установки трех реклоузеров (рисунок 1) существенно снижает годовой не до отпуск электроэнергии и время перерыва энергоснабжения потребителей.

Основной техникой эффект от применения реклоузеров – повышение режимной надежности распределительных сетей, за счет снижения не до отпуска электроэнергии к потребителям.

В работе рассматривалось на примере участка распределительной сети 10 кВ сравнение таких показателей надежности, как:

- количество отключений потребителей данного фидера;
- длительность перерывов электроснабжения потребителей данного фидера;
- величина не до отпуска электрической энергии потребителям.

1. Научным результатом работы можно считать повышение показателей надежности в распределительной сети (10) кВ с помощью установки реклоузеров.

2. Реклоузеры относятся к интеллектуальным коммутационным аппаратам и существует множество вариантов их применения в системах Smart Grids.



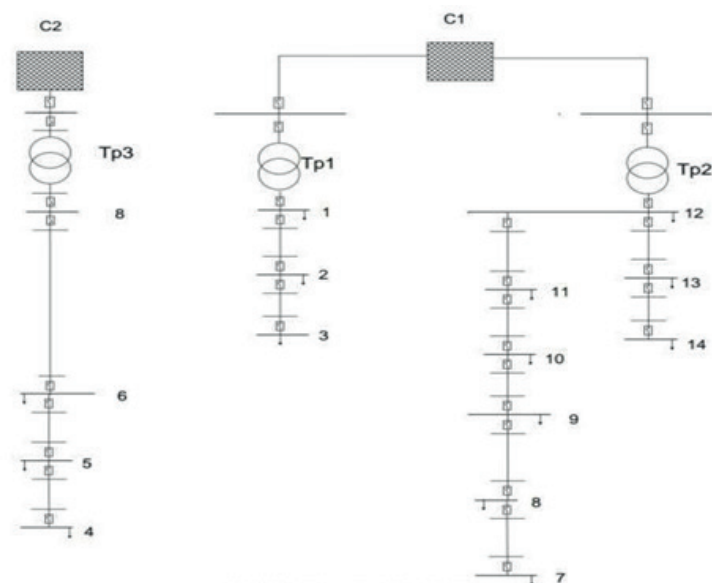


Рисунок 1 - Схема распределительных

### Список литературы

1 Itorino R.M., Neves L.P., Jorge H.M. Network configuration to improve reliability and efficiency in distribution systems [Text]/ Ieee bucharest power tech conf.- bucharest, romania. – 2003. -Vol. 18. Issue 4. -P 1283-1290.

2 N. Ozeranskaya, R. Abeldina, G. Kurmanova, Zh. Moldumarova, L. Smunyova. Agricultural land management in the system of sustainable rural development in the republic of kazakhstan [Text] / International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET), -2018. -Vol.9. Issue 13. -P. 1500-1513. (Scopus) [<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85059564276&origin=resultlist>]

УДК 621.553:6 (045)

## РАСЧЕТ ТЕОРЕТИЧЕСКИ МИНИМАЛЬНОГО РАСХОДА ТОПЛИВА В ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИ ИДЕАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ ПЕРЕРАБОТКИ ЖИДКИХ ШЛАКОВ

*Ризабек Б., магистрант 2 курса*

*Жақсылық А.М., м.т.н. старший преподаватель*

*Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина  
г. Астана*

Удельный расход первичного топлива в термодинамической идеальной системе (ТИС), (рисунок 1) является эталоном для сравнения расхода топлива в новой системе и маяком для совершенствования разрабатываемых систем [1].

Данные для расчета:

$$P_{\text{сш}} = P_{\text{р}} - (P_{\text{Zn}} + P_{\text{Fe}} + P_{\text{Cu}}), \quad P_{\text{Zn}} = 2500 \text{ кг/ч}, \quad P_{\text{Fe}} = 1750 \text{ кг/ч}, \quad P_{\text{Cu}} = 500 \text{ кг/ч},$$

$$Q_{\text{пер}} = Q_{\text{энд}} - Q_{\text{экз}}, \quad Q_{\text{энд}} = Q_{\text{энд}}^{\text{Zn}} + Q_{\text{энд}}^{\text{Fe}} + Q_{\text{энд}}^{\text{Cu}}; \quad Q_{\text{экз}} = Q_{\text{экз}}^{\text{SO}_2}, \quad Q_{\text{р}} = P_{\text{р}} \cdot C \cdot t_{\text{р}},$$

$$Q_{\text{сш}} = P_{\text{сш}} \cdot C \cdot t_{\text{сш}},$$

где  $C$  – теплоемкость шлака;

$t_p, t_{сш}$  - температуры расплава и силикатного шлака, соответственно

Удельный приведенный расход первичного топлива в ТИС [2,3]:

$$\begin{aligned} \epsilon_{пр}^{ТИС} &= \frac{Q_p + Q_{пер} - (Q_{энд} - Q_{экз}) - Q_{сш}}{q_{у.т} \cdot P_{Zn}} = \frac{Q_p - Q_{сш}}{q_{у.т} \cdot P_{Zn}} = \\ &= \frac{25000 \cdot 1 \cdot 1200 - 20250 \cdot 1 \cdot 1200}{29330 \cdot 2,5} = 77,7 \frac{\text{кг у.т.}}{\text{т. Zn}}, \end{aligned}$$

где  $q_{у.т.}$  - теплота сгорания условного топлива.

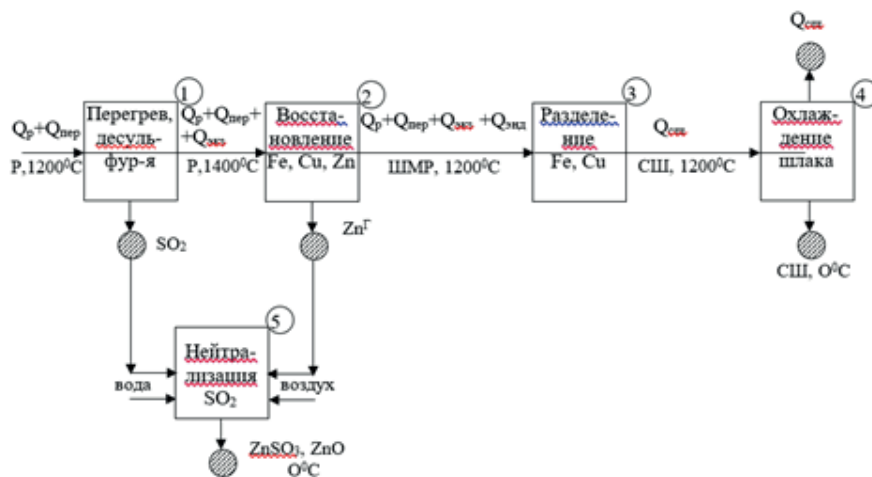


Рисунок 1 – Тепловая схема ТИС переработки жидких шлаков свинцовой плавки

На рисунке 1: 1 – камера десульфуризации расплава, 2 – камера восстановления Zn, Fe, Cu из расплава, 3 – отстойник для отделения Zn, Cu из расплава, 4 – охладитель силикатного шлака, 5 – скруббер для нейтрализации  $SO_2$  – газов водной суспензией цинковых возгонов.  $Q_{пер}$  – теплота перегрева, сообщаемая расплаву, равная разности теплот эндотермических реакции восстановления цинка ( $Q_{энд}^{Zn}$ ), железа ( $Q_{энд}^{Fe}$ ), меди ( $Q_{энд}^{Cu}$ ) и экзотермической реакции выжигания серы из его сульфидов ( $Q_{экз}^{SO_2}$ ). – теплота расплава, поступившего на переработку,  $Q_{сш}$  – теплота силикатной части расплава.  $Q_p$  – производительность ТИС по исходному расплаву, конечному силикатному шлаку, восстановленным цинку, железу и меди, соответственно.

Коэффициент полезного использования первичного топлива в действующей системе фьюмингования свинцовых шлаков оценивается как отношение удельных приведенных расходов топлива в ТИС и действующей системе:

$$\eta_{ДС}^{ТИС} = \left( \epsilon_{пр}^{ТИС} / \epsilon_{пр}^{ДС} \right) \cdot 100 = \frac{77,7}{972} \cdot 100 = 7,9\%$$

### Список литературы

- 1 Диханбаев А.Б., Диханбаев Б.И. К вопросу экономии топлива при фьюминговании шлаков [Текст] / Комплексное использование минерального сырья. - Алматы, 2012. – №1 (280). – С. 31-37.
- 2 Диханбаев А.Б., Диханбаев Б.И., Жарменов А.А. Энергосберегающий реактор для переработки отвальных шлаков [Текст] / Тезисы трудов Международной научно-практической конференции «Горное дело и металлургия в Казахстане. Состояние и перспективы». - Алматы, 2012. – С. 113-115.

UDC: 338.2:620.9

## ANALYSIS OF MAIN ENERGY SAVING MEASURES IN THE DESIGN OF HEATING SYSTEMS FOR INDUSTRIAL BUILDINGS IN KAZAKHSTAN

*Kh. Yessentay, Assistant  
Atyaksheva A.V., Phd in Technical science,  
Ryvkina N.V. Senior teacher*

*S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Astana  
L. N. Gumilyov Eurasian National University, Astana*

Of course, the first priority for energy-saving activities in heating systems is to implement a space-specific heating system that is more cost-effective than other possible systems. The main component of energy consumption of the heating system determines the conditions of stabilization of temperature parameters in the room of the mode «heating-cooling». At the same time, the main share of energy consumption depends on the external environmental parameters, which vary during the year. The second component of the energy consumption of the heating system is determined by the conditions of treatment of the internal air in the ventilation and air-conditioning systems, which also have a sufficient influence on the formation of the climate in a given room [1].

Experience with the introduction of measures to regulate heat consumption in heating systems shows that it is possible to reduce energy consumption to 60%. Measures for the application of different methods of secondary energy use in heating systems show the possibility of reducing the energy consumption of the system to 40% [2].

Construction in Kazakhstan today is on the path of development of energy-efficient and economical construction with increasing energy efficiency of both civil and industrial buildings, When using lightweight structures with sufficient heat capacity and low thermal conductivity, which undoubtedly also has a sufficient impact on reducing the energy consumption of heating, ventilation and air conditioning systems while creating a comfortable climate.

Energy consumption management measures require the availability of the necessary quantity of metering devices that detect actual thermal energy consumption, which may differ significantly from the design value. The excess of energy consumption from the design indicator in the absence of the necessary number of meters can reach 35-40%, which will undoubtedly affect the energy capacity of the system. This excess of energy consumption can be due to various parameters, and above all, to a poor quality real-volume construction solution for the use of building materials and structures other than design [3-5].

Based on the analysis and systematization of the main energy saving measures, the most rational and cost-effective measures are proposed with an assessment of their potential for energy saving in the heating system, presented in the table 1.

Table 1 - Potential of energy saving measures introduced in the design of heating systems of industrial buildings and structures.

№	Energy saving approaches	Energy saving potential
1	Use of the required number of meters	60 %
2	The use of an automatic system of qualitative control of the heat carrier	20 %
3	Use of the standby schedule of the heating system on weekends and holidays	10 – 15 %
4	Triple glazing in production facilities	3 – 4 %
5	Presence of glazing with increased thermal performance	20 – 25 %
6	Presence of vestibules and thermal curtains	4 – 9 %
7	Application of thermostats for radiators	7 – 9 %
8	Application of temperature controls in heating systems	11 – 16 %
9	Application of individual automatic heat point	25 – 30 %
10	Sealing silos and regulators according to the project regulation	3 – 5 %
11	Introduction of infrared radiation into heating systems	15 – 25 %
12	Application of heat exchanger convectors	20 – 30 %
13	Cold bridge removal	2 – 4 %
14	Application of energy-efficient plate heat exchangers	3 – 7 %
15	Heat-reflecting plant	4 – 6 %
16	Use of water as a heat carrier	15 – 30 %
17	Application of exhaust gas regeneration	15 – 25 %
18	Renewable Hybrid Heating Systems	25 – 40 %

Industrial enterprises are high consumers of both thermal and electrical energy. Moreover, taking into account the main specifics of the industry of the Republic of Kazakhstan, the ratio of thermal energy consumption to electrical in the main share of industrial enterprises of the Republic of Kazakhstan can be presented as 10:1.

### References

- 1 M. Akram, M. Mohd Zublie, M. Hasanuzzaman, Na.Rahim. Global Prospects. Advance Technologies and Policies of Energy-Saving and Sustainable Building Systems [Text] / Sustainability. – 2022. – №14(3). – С. 1316-1336.
- 2 Z. Qian. Analysis and use of building heating and thermal energy management systemv [Text] / Thermal Science. – 2020. №24(5). – С.3289-3298.
- 3 Фаликов В.С. Энергосбережение в системах тепловодоснабжения зданий [Текст]: Монография. – М.: ГУП «ВИМИ». – 2022. – 164 с.
- 4 Atyaksheva A.; Rozhkova, Olga; Sarsikeev, Yermek; Atyaksheva, Anastassiyad; Yermekov, Marate; Smagulov, Askarb; Ryvkina, Natalyag Determination of rational parametrs for heat treatment of concrete mixture based on a hollow aluminosilicate microsphere.
- 5 <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85125837202&origin=inward&txGid=0fa7fcde774f139fc0ce5d3cf7145629>

## DETERMINATION OF THE POSSIBILITY OF ENERGY SAVING USING A RANGE OF REGULATORS IN CIVIL BUILDING AIR CONDITIONING SYSTEMS

<sup>1</sup>Zhaksylyk A.M. Senior teacher

<sup>2</sup>Ryvkina N.V. Senior teacher

<sup>1</sup>S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Astana

<sup>2</sup>L. N. Gumilyov Eurasian National University, Astana

In order to determine the possibility of using variable speed compressors in air conditioning systems, a calculation was made analytical method of optimization of system operation with application package of calculation of compressors and refrigeration equipment Select 8 Emerson Climate Technologies Europe for heating and air conditioning systems [1]. The program is designed for the selection of compressors, capacitor units and air-conditioning quality management systems in residential, administrative and industrial buildings in conditions of providing the necessary parameters of the climate. The main energy consuming element in the air conditioning system is the compressor and the regulation of its operation determines the economy of the entire system.

The compressor  $\eta_k$  performance coefficient is defined as the energy that is removed during the evaporation process and assigned to the compressor's total energy consumption. According to the P-h compression diagram in the cooling cycle in Figure 1, the cycle performance can be presented as:

$$\eta = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1} = \frac{Q_{evap}}{W_{com}} \quad (1)$$

In this case, according to the Carnot cycle, for comparison of air conditioning systems with variable and constant speed compressors [2], the equation can be written as follows:

$$\eta = \frac{T_1(s_1 - s_4)}{(T_2 - T_1)(s_1 - s_4)} = \frac{T_1}{T_2 - T_1} \quad (2)$$

where:  $h_1$  – heat content at compressor inlet, kJ/kg;

$h_2$  – heat content at compressor outlet, kJ/kg;

$h_4$  – heat content at the inlet to the evaporator, kJ/kg;

$h_2$  – heat content at compressor outlet, kJ/kg;

$Q_{evap}$  – evaporation energy, kJ/kg;

$W_{compr}$  – compression work, kJ/kg;

$T_1$  – evaporation temperature, °C;

$T_2$  – condensation temperature, °C;

$s_1$  – entropy at the inlet to the compressor, kJ/kg K;

$s_4$  – compressor outlet entropy, kJ/kg K.

The main energy saving condition of the air conditioning system when using a proportional integral differential regulator can be described as follows [3]:

$$\Theta_s = \frac{\Theta_{t.p.} - \Theta_{p.d.}}{\Theta_{p.d.}} \quad (3)$$



где:

$\Theta_c$  – saving energy;

$\Theta_{д.п.}$  – energy when using a two-position switch;

$\Theta_{п.д.}$  – energy when using a proportionally integral differential regulator

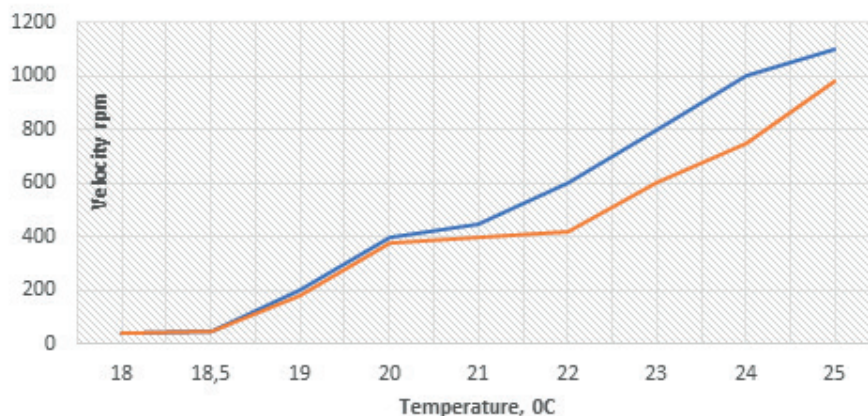


Figure 1 - Dependence of engine speed on indoor temperature when using two-position switch and proportional-integral differential regulator.

Figure 1 shows the variation of the engine speed depending on the temperature changes inside the room at the set initial frequency of the inverter 50 Hz. The engine speed decreases when the temperature drops and vice versa. The proportional-integral differential regulator regulates the speed of the engine depending on the climate sensor data. It is obvious that setting a lower temperature inside the room will require more cooling time and a longer cooling period, resulting in a correspondingly higher energy consumption. In addition, the increased internal heat load will also affect cooling times and energy consumption. At the same time, the use of proportionally-integral differentiated regulators allow to reduce the speed of the engine, correspondingly reduce energy consumption [4].

Presents the efficiency of the conducted cycles when using a two-position switch, a control gear and an ideal Karno cycle depending on the frequency. The performance coefficient for the process when using a two-position switch is between 4.0 and 2.2, when using the control AP is within the range of 4.5 to 3.0 at the same time the performance coefficient for the ideal Karno cycle is in the range of 7.5 to 11.5. The use of a variable speed compressor shows that cycle efficiency will increase when the compressor speed is reduced and the engine speed is reduced accordingly.

To summarize, a comparison of the operation of air conditioning systems using AP controllers and DP controllers to control the speed of the compressor showed that there is sufficient possibility of energy saving and temperature control when using AP controllers Data analysis showed that the AP regulator provides the most energy savings compared to the two-position controller in the temperature range, regulated by the Health Regulations for residential and industrial premises. The use of a PID controller for the air-conditioning system is characterized by high performance and short adjustment times compared to the regulation of two-position controllers. At the same time, the reduction of heating to a set temperature leads to a significant reduction in the consumption of energy.

## References

- 1 Select 8 Emerson Climate Technologies Europe. Retrieved from <https://climate.emerson.com/en-gb/tools-resources/copeland-select-software>.
- 2 Chen I.Y., Chen Y.M., Chang Y.J., Wei C.S., Wang C.C. A comparative study between a constant-speed air-conditioner and a variable-speed air-conditioner [Text] /

ASHRAE Trans. –2009. –№115. –P.326–332.(Scopus) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=35485621200>

3 Yurtseven M.B., Erkin E., Acuner E., Mete S., Onaygil S. An experimental investigation of energy saving potentials for room type variable-speed air conditioners in public [Text]/ Energy Build. –2014. –№68. -P.165–171. <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55904300700>

4 Khatri R., Joshi A. Energy performance comparison of inverter based variable refrigerant flow unitary AC with Constant Volume Unitary AC [Text] / Energy Procedia. – 2017. – № 109. -P.18–26. <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7402452908>

**ӘОЖ 621.553:6(045)**

## **КҮЛДІҢ ӘСЕРІНЕН ҚЫЗДЫРУ БЕТТЕРІНІҢ ТОЗУЫ**

*Сеитова Ж.Ә., т.ғ.к., аға оқытушы*

*Бекишева Ж.Т. т.ғ.м., аға оқытушы*

*С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті  
Астана қ.*

Қатты отын қазандығын пайдалану кезінде конвективтік жылу беттерін жану өнімдерімен тасымалданатын қатты бөлшектердің соққылары нәтижесінде тозуы мүмкін.

Сонымен қатар, құбыр қабырғасы жұқа болады, оның беріктігі төмендейді, бұл құбырдың үзілуіне әкелуі мүмкін. Құбырдың біркелкі емес екендігі анықталды. Ең бастысы шеткі иірімді құбырлары, коллектордан шығатын құбырлардың түзу учаскелері, құбырлардың иілу орындары, яғни тозатын бөлшектер ағынының жоғары жергілікті жылдамдығымен сипатталатын орындар ең көп тозады [1]. Тозудың шамасы тозудың қатты бөлшектерінің концентрациясы мен абразивтік қасиеттеріне байланысты: күл, жанып кетпеген көміртекті және пайдалану режиміне. Ауаның артық болуы және жанудың әркілі болмауы газ жылдамдығы мен шаңның жергілікті концентрациясының артуына әкеледі. Ең үлкен тозуға шахмат шоғыры ұшырайды, екінші қатар қалған қатарларға қарағанда орташа есеппен 1,5 есе күшті. Бұдың бірінші қатары газ құбырының бос бөлігіндегі жылдамдыққа тең төмен жылдамдықпен газ ағынымен үрленеді. Бірінші қатардан өту кезінде газ және бөлшектер жылдамдығы артады. Бұдың келесі қатарларын өту кезінде қатты бөлшектердің жылдамдығы құбырға соққы кезінде бөлшектердің тежелуі есебінен газдың жылдамдығынан аз болады.

Дәліз аудандарында тозу аз, өйткені құбырлар екінші қатардан бастап аэродинамикалық көлеңкеде орналасқан. Дегенмен, жұмыс кезінде жеке құбырларға жол ұшағынан шығу мүмкіндігі бар екенін ескеру қажет. Сондықтан, дәліздердегі құбырлардың ықтимал тозуын бағалау, шахмат секілді сияқты жүргізіледі. Газ құбырларының ішінде (мысалы, ауаның алдын ала қыздырғышында байқалғандай), кіріс құбырының учаскелері 300-400 мм ұзындығымен ең үлкен тозуға ұшырайды. Бастапқы бөлікте қозғалыс режимі реттелмейді, қатты бөлшектердің құбыр қабырғасына соғылу ықтималдығы жоғары. Құбырлардағы ағынның одан әрі төмен қозғалысы кезінде қатты бөлшектер орталықта жүреді. Сондықтан мұнда қатты бөлшектердің бетіне әсер ету ықтималдығы төмендейді.

Ұшу күлінің әрекеті бойынша құбырлар тозуы механизмі. Беткі беті тозаңды газдар ағымына сәйкес келетін бұрышына байланысты тікелей және көлбеу әсерлері бар. Ағымның осі мен бетіне экваторға дейінгі бұрыш шабуылдың бұрышы деп аталады (сурет 6.14) 90 ° шабуылдың бұрышында түзу сызық байқалады, бұрыш 90 ° -дан аз, көлбеу немесе жылжымалы әсер етеді.

Жойылған металлдың мөлшері құбырдың бетіне соғылған бөлшектердің энергиясына пропорционалды [2]. Бөлшектердің кинетикалық энергиясы жылдамдықтың квадратына пропорционалды және ағындағы олардың саны бірінші дәрежелі жылдамдықпен пропорционалды. Сондықтан, бірінші жақындаған кезде, құбырдың тозуы үшінші деңгейде газдың жылдамдығына пропорционалды.

Абразивті қасиеттері тозу құрамына байланысты, онда әр түрлі пішіндер мен қаттылықтар бар. Бір күлдің құрамымен тозығу қатты бөлшектердің біріктіру дәрежесін анықтайтын жану камерасындағы температура деңгейіне байланысты болады. Төменгі балқыту күлі бар кейбір отын үшін тозу жанудан кейінгі көміртегінің жану өнімдерінде болуымен анықталады, олар өткір бұрышты нысаны бар. Осы себепті антрацит шаңын жану кезінде жылу беттерінің тозуы негізінен жанғыш заттардың құрамымен анықталады.

Құбырларды тозудан қорғау жөніндегі шаралар құрылымдық және пайдаланудан тұрады. Жобалау кезінде конвективтік жылу беттерінің жинақтарында дұрыс газ жылдамдығын таңдау керек. Газдардың жылдамдығын төмендету арқылы сіз құбырдың қызмет ету мерзімін едәуір арттыра аласыз [3]. Алайда, жылдамдықтың төмендеуі жылу беру коэффициентінің төмендеуі есебінен жылу бетінің жоғарлауына, соның ішінде қазандықтың құнын арттыруға және оның сенімділігін төмендетуге мүмкіндік беретін құбырлардағы бос күлді тұндыруға байланысты [4]. Абразивті тозу жағдайындағы ең жоғарғы рұқсат етілген газ жылдамдығы жылу бетінің қызмет ету мерзімін, қазандық жұмыс істеп тұрған сағаттардың және жүктеме коэффициентін көрсету арқылы есептелуі мүмкін. Қатты отын түрлерінің көпшілігінде конвективті газ құбырларында рұқсат етілген газ жылдамдығы 8-15 м/с құрайды.

#### Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

- 1 Тепловой расчет котельных агрегатов (нормативный метод) [Текст]: Под редакцией Кузнецова Н.В. М., Энергия, 1973. – 223-227 с.
- 2 Догин М.Е., Кучма М.П. Пневматический транспорт абразивных материалов [Текст]: М., Металлургия. 1965. - 44 с.
- 3 А. М. Достияров и др. Камеры сгорания и горелки газотурбинных установок [Текст]: монография // . - Астана: КазАТУ, 2017.
- 4 Томаров Г.В., Борзенко В.И., Шипков А.А., Сорокина Е.В. Повышение эффективности и надёжности работы геотермальных турбин с применением системы перегрева пара вторичного вскипания [Текст]/ Издательство: МАИК "Наука/Интерпериодика" // -2018. -Vol.78. -P. 70-73. (Scopus)/ <https://istina.msu.ru/publications/article/176796700/>

UDC 621.311(045)

#### CHARACTERISTIC FEATURES OF POWER SUPPLY OF THE SUBSTATIONS' AUXILIARY POWER RECEIVERS

*Slipchenko S., senior lecturer, MSc  
S. Sejfullin Kazakh Agrotechnical Research University, Astana*

The composition of power receivers for auxiliary needs of substations depends on the type of substation, the power of transformers, the presence of synchronous compensators, and the type of electrical equipment. The minimum number of electrical receivers for own needs is at substations made according to simplified schemes, without synchronous compensators, without constant duty. These are blowing motors for transformers, heating of drives, cabinets of low voltage switchgear, as well as substation lighting.

The substation auxiliary receivers are divided into three groups according to the degree of responsibility. The first group is the receivers, the disconnection of which leads to the following situations: violation of the normal operating mode, partial shutdown, complete shutdown or accidents with damage to the main equipment. To power the power receivers of the first group, two sources with automatic switching on of the reserve are required. According to the Rules for the Arrangement of Electrical Installations, these electrical receivers belong to the first category in terms of power supply reliability. The second group is the receivers, the disconnection of which is permissible from 20 to 40 minutes for substations with on-duty personnel or before the arrival of the mobile team in case there is no person on duty at the substation. Restoring power to the receivers of this group is carried out manually. According to the Rules for the Arrangement of Electrical Installations [1], these electrical receivers belong to the second category in terms of power supply reliability. The third group includes receivers, the shutdown of which is permissible for a longer time. They belong to the third category in terms of power supply reliability.

According to the mode of putting into operation, electric receivers of the substation's own needs are divided into the following types: permanently switched on in the circuit, including control and relay protection circuits; switched on periodically depending on various factors, for example, depending on the outdoor temperature, on mode changes, during breaks, etc.; switched on during repairs. The permanently switched on electrical receivers of the first group include operational circuits, electric motors of the transformer cooling system, communication and telemechanics equipment, electric motors of the lubrication and cooling system, as well as synchronous compensators. The electric receivers of the first group switched on in the repair include electric motors of fire extinguishing pumps. Periodically switched off electrical receivers of the second group are compressor motors, battery chargers, lighting, electric heating of rooms, electric heating of equipment and high voltage cabinets; the third group - ventilation and technological installations of an auxiliary building, as well as workshops. The electric receivers of the third group switched on in the repair are elevators and an oil cleaning plant.

Since the power of consumers of substations' own needs is small, they are powered by a 380/220 V network, which in turn is powered by step-down transformers. At two-transformer substations of 35-500 kV, two auxiliary transformers are installed, the power of which is selected in accordance with the load and taking into account the permissible overload when performing repair work and failure of one of the transformers. The maximum power of auxiliary transformers is 630 kVA or 1000 kVA. The connection of auxiliary transformers to the network depends on the operating current system. At all substations of 35-500 kV and above and at substations with switchgears of 110-220 kV with busbars, direct operating current is used. At 35-220 kV substations without high voltage switches, alternating or rectified current is used [2].

At substations of 110 kV and above with alternating or rectified operational current, auxiliary transformers are connected through fuses to the 6-10 kV inputs of the main transformers before their switches; at 35 kV substations - to the supply line through fuses. At substations with direct operational current, auxiliary transformers are connected through fuses or switches to the busbars of the 6-35 kV switchgear or to the winding of 6-35 kV autotransformers. Regardless of the operating current system, it is advisable to connect auxiliary transformers to an independent source, for example, to a 6-35 kV line from a neighboring substation [3,4]. Substations may have one or more 380-220 V auxiliary switchboards, depending on the layout of the equipment on the open switchgear and in the machine room. Busbars of 0.4 kV auxiliary switchboards are usually sectioned by automatic switches. Consequently, the power supply of electrical receivers of the first group is carried out according to radial schemes, and the second and third groups - through the main ones.



## References

- 1 Rules for the arrangement and safe operation of electrical installations of the Republic of Kazakhstan. Collection [Text]. - Novosibirsk: Sib. univ. publishing house, 2006. - 576 p.
- 2 Opoleva G.N. Schemes and substations of power supply [Text]: study guide / G.N. Opoleva. - M.: ID FORUM, 2009. - 480 p.
- 3 Raval Tejas N., Patel R.N. Optimization of Auxiliary Power Consumption of Combined Cycle Power Plant [Text]/ 3rd Nirma-University International Conference on Engineering (NUiCONE), Procedia Engineering, -2013. -Vol.51. - P. 751-757.
- 4 N. Ozeranskaya, R. Abeldina, G. Kurmanova, Zh. Moldumarova, L. Smunyova. Agricultural land management in the system of sustainable rural development in the republic of kazakhstan [Text] / International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET) // -2018. -Vol.9. Issue 13. -P.1500-1513. (Scopus) <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85059564276&origin=resultslist>

УДК 62-03

### **АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОПТИЧЕСКИХ КАБЕЛЕЙ ПО ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМ ПОТЕРЯМ МОЩНОСТИ**

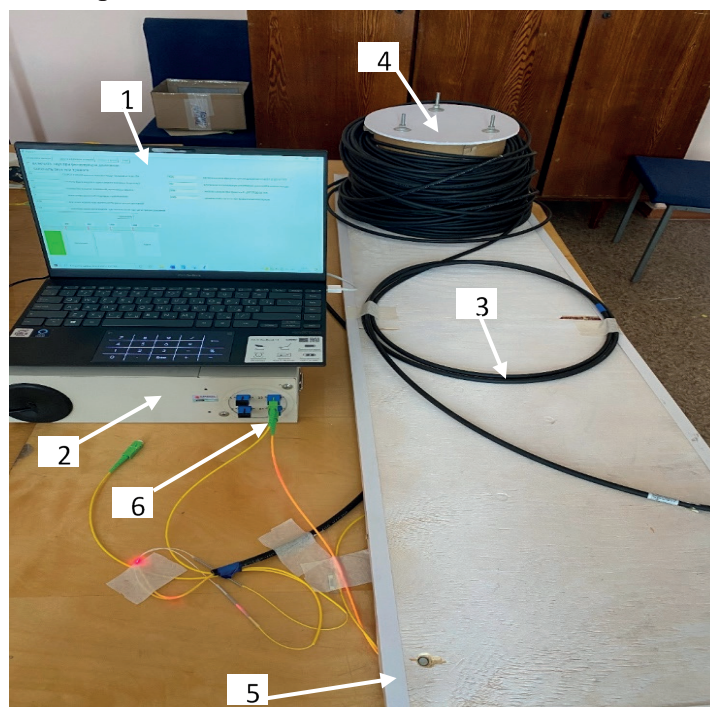
*Алькина А.Д., старший преподаватель  
Сулейменова Г.О., старший преподаватель  
Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина  
г. Астана*

Волоконно-оптические кабели уже достаточно давно вытеснили кабели с медными жилами. Развитие волоконно-оптических технологий позволило существенно снизить стоимость оптического волокна, а также повысить его технические характеристики и в первую очередь снижено затухание сигнала, что позволяет передать информацию на сотни километров без значительных затрат энергии. Также можно отметить снижение металлоёмкости направляющих систем передачи информации. Значительно снизилась стоимость оптического оборудования, по отношению к стоимости последнего десятилетия прошлого века. Увеличилась пропускная способность волоконно-оптических линий и повысилось качество передачи информации. При всех известных достоинствах волоконно-оптические линии являются незащищенными от несанкционированного доступа. Первоначально считалось, что похитить информацию из волоконно-оптической линии передачи (ВОЛП) невозможно, так как проходящая световая волна не испускает электромагнитных полей в окружающее пространство, как это происходит у металлических проводников, по которым пропускается электрический сигнал. С развитием волоконно-оптической техники связи развалились методы и средства несанкционированного доступа. На магистральных ВОЛП используются средства контроля повреждений и диагностики неисправности, основанные на методах оптической рефлектометрии. Внутри зонные ВОЛП не имеют постоянных средств контроля, работающих в режиме реального времени, например имеются методы периодического контроля с использованием оптического рефлектометра. Эффективность борьбы с несанкционированным подключением зависит от квалификации инженеров, работающих с оптическим рефлектометром [1]. Методы и средства для организации несанкционированного доступа постоянно совершенствуются, поэтому не всегда сразу можно обнаружить точку подключения. Второй проблемой



является контроль целостности волоконно-оптического кабеля и определения места его повреждения [2]. Рассмотренные выше проблемы решаются в комплексном виде за счет разработки аппаратно-программный комплекса контроля технического состояния оптических кабелей (АПКК) по дополнительным потерям мощности. Использование АПКК позволит контролировать параметры дополнительных потерь в режиме реального времени в полностью автоматическом режиме и при попытке подключиться к кабелю будет подан тревожный сигнал оператору для принятия решений [3]. АПКК также позволит установить место подключения или обрыва волоконно-оптического кабеля.

Лабораторный стенд имеет в своей основе основание 1, на которое устанавливается катушка с волоконно-оптическим кабелем. Длина кабеля составляет около 200м. Марка кабеля Shijia Optical Cable GYFJH-2B1.3 IEC60332-3-24 cat.c 2010/09/16N 01839 M. Тип ОВ, применяемого в данном кабеле G-652, одномодовое ОВ. На основании 1 была сформирована петля 3, на которую оказывалось воздействие и имитировалась попытка выполнения несанкционированного подключения.



- 1 - персональный компьютер с аппаратно-программным комплексом датчик; 2 – блок ВОСО для обработки данных и генерации импульсов; 3 – волоконно-оптический датчик; 4 – барабан с кабелем; 5 – основание для крепления барабана; 6 – волоконно-оптический коннектор

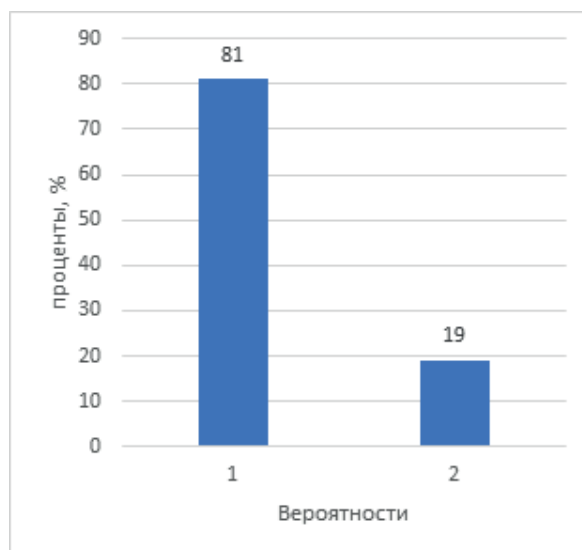
Рисунок 1 - Внешний вид опытного образца ВОСО

Система охраны настраивалась на тот случай, когда злоумышленник брал в руки кабель и пытался удалить верхнюю защитную оболочку для доступа к волоконно-оптическим проводникам. Данные воздействия были зафиксированы при неоднократном контакте с волоконно-оптической петлей 3. Если волоконно-оптический кабель будет поврежден механическим путем, то сигнализация также срабатывает.

Блок обработки данных 4 содержит полупроводниковый лазер с длиной волны 650 нм и мощностью 30 мВт. Источник излучения работает в видимом диапазоне красного цвета, поэтому не оказывает негативное влияние на работу самой направляющей системы передачи данных, т.к. передача данных осуществляется на длине волны 1310 нм и 1550 нм. Световая волна от блока обработки данных, которая к которой была подключена катушка и ВОК, проходила по всей длине, соответственно через саму катушку 2, сформир-

рованная из отрезка кабеля и возвращается в блок обработки данных 4. Световая волна проходила по кольцу над источником излучения непосредственно по самому кабелю и возвращаясь к фотоприемному устройству, установленному в блоке обработки данных 4. Блок обработки данных содержит 2 входа и 2 выхода. В процессе эксперимента использовался только 1 вход и 1 выход. ВОК подключается к блоку обработки данных при помощи оптических адаптеров и коннекторов типа SC, диаметр ферулы 2.5 мм. Волоконно-оптические адаптеры и коннекторы могут быть любыми FC, LC и др. Нашей основной задачей было разработать аппаратно-программный комплекс, способный корректно оценивать изменения интенсивности светового пятна в зависимости от ситуации, когда было или не было оказано воздействие на ВОК.

На рисунке 2 представлены результаты испытаний системы.



- 1 - Вероятность срабатывания при воздействии на ВОС,  
2 - Вероятность ложного срабатывания при возникновении помех

Рисунок 2 - Оценка вероятности

Анализ изображения рисунка 2 показывает, что достаточно высокая вероятность обнаружения вторжения в охраняемый периметр при воздействии на ВОС, так как система может четко распознавать вторжение и помехи. Испытания образца ВОСО показали достаточно высокую надежность срабатывания при воздействии на ВОС. Значение вероятности срабатывания составили 0,81. Ошибка в срабатывании составляет 19%, что не самый лучший показатель в равнении с зарубежными аналогами, у которых это значение составляет 5-10 %. Достигнутый показатель срабатывания в 0,81 более низкий в сравнении с зарубежными аналогами, у которых вероятность срабатывания составляет 0,9. В дальнейшем будет повышена вероятность срабатывания до 0,9, при снижении вероятности ложного срабатывания до 0,1 [4].

Предложенный метод позволяет контролировать механическое воздействие на ВОС по изменению уровня интенсивность световой волны, падающей на поверхность фотоприемника, а программная обработка изображения пятна позволяет отслеживать изменения интенсивности отдельных пикселей в каждом секторе светового пятна. Нужно отметить, что падающий свет на поверхность телевизионной матрицы содержит значительное количество шумов, это видно на рисунок 6, для снижения помех необходимо снизить шум и пульсацию источника излучения. Шум негативно влияет на работу системы, но программа отслеживает динамику изменения формы светового пятна и способна отделять флюктуации, вызванные внешними факторами, например, внешними помехами, от

полезных сигналов при воздействии на ОВ нарушителя. эти помехи имеют различный характер возникновения, например, при изменении внешней температуре и деформации волоконно-оптического сенсора. Также возможно при случайных воздействиях ветра, дождя снега и других явлений.

### Список литературы

- 1 А. Yurchenko, A. Mekhtiyev, F. Bulatbayev, Y. Neshina, A. Al'kina. The Model of a Fi-ber-Optic Sensor for Monitoring Mechanical Stresses in Mine Workings [Text] / Russian Journal of Nondestructive Testing // -2018. -P.528-533. doi.org/10.1134/S1061830918070094.
- 2 Куликов А.В., Волоконно -оптическая система охраны периметра на брэгговских решетках, как перспективный метод мониторинга безопасности объекта [Текст] / Журнал // Ползуновский Альманах, -2012. - №2. - С. 274-278.
- 3 А. Mekhtiyev, A. Physical Principles of Developing Pressure Sensors Using Refractive Index Changes in Optical Fiber Microbending. [Text] / Yurchenko, E. Neshina, A. Al'kina, P. Madi. // Russian physics journal, - 2020. -№2. - P. 323-331. doi: 10.1007/s11182-020-02038-y.
- 4 V. Yugay, A. Design of an information-measuring system for monitoring deformation and displacement of rock massif layers based on fiber-optic sensors [Text] / Mekhtiyev, Y. Neshina, M. Musagazhinov, R. Aimagambetova, A. Kovtun. // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, - 2021. -№ 6(5-114). – P. 12–27. (Scopus).

УДК 539.24

### ИССЛЕДОВАНИЕ СВЕРХПРОВОДЯЩИХ ТОНКИХ ПЛЕНОК



*Хуанбай Е., к.ф-м.н., ст. преподаватель*

*Найзагараева А.А., ст. преподаватель*

*Омарханова Д.Ж., ст. преподаватель*

*Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина  
г. Астана*

В настоящее время разрабатываются и изучаются пленочные элементы извысокотемпературных сверхпроводников (ВТСП), которые служат основой для сверхпроводниковой электроники. Ожидается, что ВТСП найдут практическое применение в первую очередь в виде пленок и покрытий. Типичным представителем материала ВТСП является оксид вида  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{(6+x)}$ . Поэтому усовершенствование технологии получения тонких пленок  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{(6+x)}$  является важной научно-технической задачей. Одним из основных методов получения ВТСП-пленок является метод лазерной абляции. С помощью лазеров можно распылять практически любые по составу мишени, причем состав получаемых пленок близок к исходному. Особый интерес к методу лазерной абляции возник после получения пленок  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{(6+x)}$  с максимально высокими значениями плотности критического тока [1].

Критические параметры соединения  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{(6+x)}$  могут меняться при изменении температуры в процессе изготовления, испытания и эксплуатации

сверхпроводников. Поэтому важны исследования химического, фазового состава и электрофизических свойств материалов в широком интервале температур.

Среди экспериментальных методов исследования наиболее предпочтительными является те методы, которые дают информацию о состоянии материала непосредственно при изменении температуры. К ним относятся высокотемпературные рентгено-и нейтро-

нография, термодесорбционная массспектрометрия, термография, термогравиметрия. По данным таких методов установлены что соединение  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{(6+x)}$  при комнатной температуре представляет собой ромбическую фазу, которая при нагревании, начиная с 600-700°C, сопровождается потерей кислорода и переходит тетрагональную фазу, не обладающей сверхпроводящими свойствами [2].

Цель настоящей работы является исследование влияния температуры на электрофизические свойства тонких пленок  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{(6+x)}$  полученных методом лазерной абляции.

Так же изучается микроструктура и определяется химический состав пленок методом сканирующей электронной микроскопии.

В качестве мишеней использовались горячепрессованные цилиндрические образцы диаметром ~10мм из соединения  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ , стехиометрического состава.

Температура подложки контролировалась ХА термопарой с точностью  $\pm 2^\circ\text{C}$ . Подложками служили  $\text{SrTiO}_3$  10x7x1,5мм. Напыление пленок проводилось при давлении воздуха 102 мм рт. ст, в камере вакуумного поста ВУП-5.

Измерение электросопротивления образцов в широком интервалах температуры выполнялись по стандартной четырех зондовой методике.

Параметры выбранной нами для исследования тонкой пленки следующие: критическая температура  $T_c = 89\text{ K}$ , ширина перехода  $\Delta T = 2 - 3\text{ K}$ , температура подложки  $T = 800^\circ\text{C}$ .

Выше было отмечено что сверхпроводящие свойства тонких пленок  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{(6+x)}$  зависят от их стехиометрического состава. Поэтому получение тонких пленок со стехиометрическим составом, близким к составу исходной мишени, является важной задачей технологии получения пленок из материалов со сложным химическим составом.

На рисунке 1 приведены результаты экспериментального исследования зависимости электросопротивления объемных образцов  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{(6+x)}$ . Для анализа результатов удобно разделить исследованный диапазон температур на два интервала. Из графиков видно, что до температуры 580-620 К, т.е. до момента выхода кислорода из структуры зависимость  $R(T)$  имеет вид  $R(T) = R(O)$ . Что касается дальнейшего поведения кривой электропроводности, то в области температур около 800К происходит резкое увеличение скорости роста сопротивления и зависимость  $R(T)$  становится нелинейной. Это обусловлено выходом лабильного кислорода из образца.

М. Ито и другие показали методом терморентгенографии, что ромбическая модификация ( $a = 3,825$ ,  $b = 3,883$ ,  $c = 11,680\text{ \AA}$ ,  $x = 0,8$ ) в вакууме необратимо превращается в тетрагональную при 803 К. Поскольку мы исследовали зависимость  $R(T)$  в вакууме, то скачек, который виден из нашего экспериментального графика, возможно соответствует ромбическо-тетрагональному превращению образца, происходящему при температуре 800 - 820 К. Повышение температуры образцов сопровождается изменением содержания кислорода в различных позициях структуры ромбической модификации  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{(6+x)}$  и выходом части атомов кислорода из соединения [3].

Таким образом, перегибы на рассмотренных электрофизических кривых можно связать с потерей кислорода образцом.

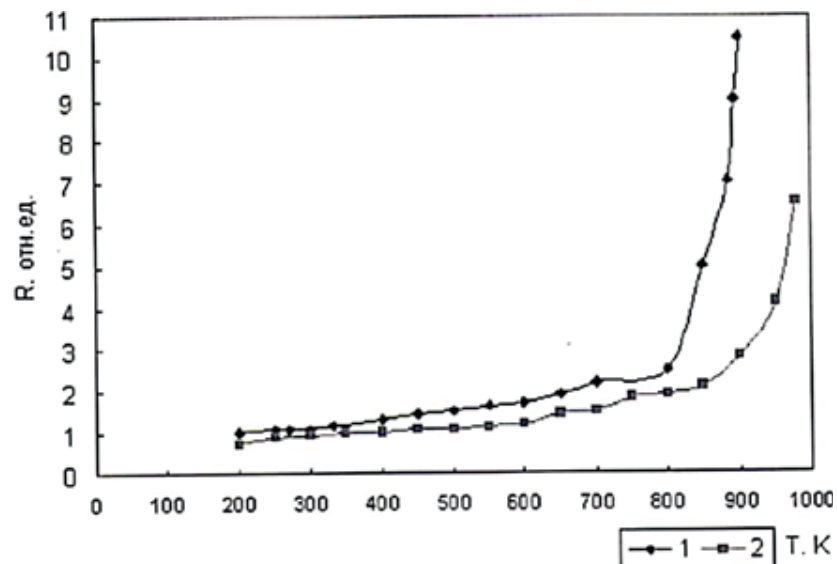


Рис.1 - Зависимость сопротивления  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{(6+x)}$  от температуры в интервале 200-1000 К: 1 - первый; 2 - последующие термоциклы

После первого нагрева, сопровождающегося определенными аномалиями на экспериментальной кривой 1, образец переходил в устойчивое состояние (кривая 2), и при последующих термоциклах кривая хорошо воспроизводилась. При этом кривые нагрева и охлаждения удовлетворительно совпадали, что свидетельствовало о равновесности условий измерений.

Зависимость  $\rho(T)$ , начиная с некоторой температуры ( $T_0$ ), отклоняется от линейной. Скорость изменения удельного сопротивления зависит от скорости подъема температуры. При увеличении скорости от 4 до 80 град/мин  $T_0$  возрастает от 120 °С до 210 °С. Одновременно меняется и характер зависимости  $\rho(T)$  при  $T > T_0$ .

Температурный диапазон существования ромбической фазы в пленках оказывается значительно суженным, и в сильной степени зависящим от скорости подъема температуры. Температура структурного перехода пленок из ромбической в тетрагональную модификацию при скорости нагрева 20 град/мин находится в диапазоне 360 - 400 °С.

### Список литературы

- 1 Yu. N. Nozdrin, Effect of the microstructure of epitaxial  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$  films on their electrophysical and nonlinear microwave properties [Text] / E. E. Pestov, V. V. Kurin, S. V. Baryshev, A. V. Bobyl, S. F. Karmanenko. // Physics of the Solid Stat. -2006.-Vol.48. -№ 12.-P. 2260-2269. DOI:10.1134/S1063783406120043
- 2 G. Koren, E. Polturak, N. Levy, G. Deutscher. Angular dependence of the critical current in thin  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$  films with unidirectional nanocracks [Text] / Phys. Rev. B. -2000. Vol.61. -№5. -P.3734-3738. DOI: 10.1103/Physrevb.61.3734
- 3 Abrikosov A.A. Resonant tunneling in high-Tc superconductors [Text] / Physics-Uspekhi, -1998. Vol.41. -№6.-P.605-616. DOI:org/10.1070/PU1998v041n06ABEH000411



**ЖЫЛЫТУДЫҢ АВТОНОМИЯЛЫҚ ЖҮЙЕСІ ЖӘНЕ ЭНЕРГИЯНЫҢ  
БАЛАМАЛЫ КӨЗДЕРІН ҚОЛДАНУ САЛАСЫНДАҒЫ ЖАҢА  
ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ЗАМАНАУИ НАРЫҚТА АЛҒА ЖЫЛЖЫТУ  
СҰРАҒЫН ТАЛДАУ**

*Абдрахмнов А.С., 3 курс студенті  
Утебек Д. Б., 2 курс студенті*

*А. А. Ежеский атындағы Иркутск мемлекеттік университеті  
Иркутск, Ресей  
С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті  
Астана қ.*

Энергияның жаңартылатын көздерін дамытудың жаңа кезеңі немесе бұрын-соңды қолданылмаған энергия ресурстарын қолдану қазіргі кезде өте кеңінен таралған. Әлемдік экономиканың энергия ресурстарында өсуші сұранысы, әлемдік энергия тасымалдаушы нарығында қайталанатын дағдарыстар, минералды отын қолдану кезінде қоршаған ортаға түсетін экологиялық әсер жайында мазасыздық және дәстүрлі энергетика (мұнай, газ бен көмір) мен жылумен қамтамасыз етуге арналған баламаларды іздеу жайындағы қажеттілікті одан әрі түсіну.

Баламалы (дәстүрлі емес) экологиялық таза энергияның көздері әлемдегі басталайын деп жататын энергетикалық дағдарыстың алдын алуы мүмкін. Күн жарқырағанда, ол жер мен ауаны жылытады. Айналамыздағы энергияның табиғи көздері олардың энергиясын алуын күтуде. Энергиямен жабдықтаушы сұрақтардың шешіліліп жатыр, сол себепті энергияның баламалы көздерін қолдану саласындағы жаңа технологияларды заманауи нарықта алға жылжыту өзекті тақырып болып табылады.

Су қоймасында, топырақта, геотермиялық көздерінде, технологиялық шығарылуда (ауа, су, суағар және т.б.) жиналатын энергияны қолдану [1]. Алайда бұл көздердің температурасы төмен (0-250С) және оларды тиімді түрде қолдану үшін, бұл энергияны одан да жоғарырақ температуралық деңгейге (50-900С) ауыстыру керек.

Осындай ауыстырулар жылулық сорғыштармен (ЖС) іске асырылады. Олар өз кезегінде бу-қызу тоңазытқыш машиналары болып табылады. ЖС қоршаған ортаның төмен температуралы жаңартылмалы энергиясын ғимарат жылыту мен суды жылыту үшін қолдануға мүмкіндік береді. Жылулық сорғыш өндіретін қуаттың 80%-ын шашыраңқы Күн энергиясын қолданып «сорады».

Жылулық сорғыштар жерде және ауада жиналатын күн энергиясын жинайды және оны Сіздің үйіңізде тұрақты экологиялық микроклиматқа айналдырады. Жылулық сорғыштарға негізделген жүйелердің артықшылығы жылыту, ыстық сумен қатмасыз ету, сонымен қатар кондициялау ұйымдастыруға арналған Жер энергиясының бағасы белгіленбеген жылуын қолдану болып табылады. Заманауи жылулық сорғыштарда 80% жылулық қуаты жылулық сорғыш арқылы топырақтан тұрғын үй жылыту жүйесіне өткізіледі. Жылулық сорғыш жұмысы қарапайым физикалық заңға бағынады: газ сығылған кезде жылынады, ұлғайған кезде суиды. Жылыту жүйесінің негізгі ресурстары топырақ түбінде жылы мезгілде шоғырланатын Күн энергиясы болып табылады.

Жылы еден, радиатор немесе олардың қосындысы үйдегі жылуды үлестіру; ванна, душ және басқа қажеттіліктері үшін жеткілікті ыстық сумен қамтамасыз ету кезінде мүмкін. Дұрыс жоспарлау мен құрал-жабдықтарды дұрыс таңдалғанда, ыстық су температурасы бойынша барлық талаптар жыл бойы жерден алынған жылумен қамтамасыз етіледі. Ең суық қыс күні ғимаратта жылу бола ала ма? Иә, әрине. Мыңдаған мұндай жүйелер көптеген жылдар бойы Скандинавия мен Сібірдің ең солтүстік бөліктерінде орнатылған. Мұнда қыс өте ұзақ және суық.

Жылулық сорғыштардың қызықтыратыны:

Үнемділік – төмен энергияны қолдану жоғары ПӘК арқылы іске асырылады (300%-ден 800%)-ге дейін) және 1 кВт жұмсалған энергияға 3-8 кВт жылу энергиясын алуға немесе шығарған кезде суыту бойынша 2,5 кВт энергиясын алуға мүмкіндік береді.

Экологиялық таза – тұрғын үйде орналасқан қоршаған орта мен адамдар үшін жылыту мен кондициялаудың экологиялық таза тәсілі қолданылады. Жылулық сорғыштарды қолдану – жаңартылмайтын энергия ресурстарын сақтау және қоршаған ортаны қорғау [2]. Сонымен қатар атмосфераға CO<sub>2</sub>-нің шығарылуын азайту. Жылулық сорғыштық құрылғылар төмен қайнамалы жұмыс затында қайтымды термодинамикалық циклді іске асыра отырып, оның потенциалын жылумен қамтамасыз етуге қажетті деңгейге дейін жоғарылытады. Мұндай жағдайда отынның тура жануына қарағанда, 1,2 – 2,3 есе аз бастапқы энергия шығындалады.

Қауіпсіздік – ашық жалынның болмауы, газ шығарудың болмауы, күйенің, солярка иісінің болмауы, мазут төгілмеуі. Көмір, отын, мазут немесе соляркаға арналған өтке қауіпті қоймалардың болмауы.

Сенімділік – жұмыстың жоғары ресурстарымен бірге ең аз қозғалмалы бөліктер. Өртенгіш заттар мен олардың сапасын тапсыру туралы тәуелсіздік. Электроэнергия іркілістерінен қорғаныс. Қызмет көрсетуді талап етпейді. Жылулық сорғыштың қызметі 15-25 жылға созылады.

Жайлылық – жылулық сорғыш шусыз жұмыс істейді (тоңазытқыштан шуы аспайды), ал ауа райына тәуелді автоматика мен көпаймақтық климаттық басқару тұрғын үйде жайлылық пен ыңғайлық жасайды.

Икемділік – жылулық сорғыш кез келген жылулық айнымалы жылытумен сәйкес келе алады, ал заманауи дизайн оны кез келген тұрғын үйде орнатуға мүмкіндік береді. Қолданылатын энергия түріне (электрикалық немесе жылулық) қатысты әмбебаптылық. Қуаттың кең түрлілігі (үлестен ондаған мыңдаған киловаттқа дейін).

Жылулық сорғыштық құрылғылар (ЖСҚ) қала кешендері мен нысандарындағы жылуды қамтамасыз ету сұрақтарын оңай шешуі мүмкін. Себебі олар: фермерлік шаруашылық, коттеждік ауыл немесе жолда орналастырылған АЖҚС коммуникациядан алыс орналыстырылған. Жалпы алғанда жылулық сорғыш - әмбебап және азаматтық, өнеркәсіптік және жеке құрылыста қолданылады.

ЖС бар жылулық едендерді қолдану өзімен өзі пайда болады, себебі мұндай қосындыдан электрлік қуаттың әрбір шығындалған киловаты 5 киловатт жылу алады [3]. Дәстүрлі радиаторлық жылыту кезінде еденнің суық бетін жуынатын бөлмедегі кафельде, ас бөлмедегі еденде, жатын бөлмедегі ламинатта, тұрғын үйдің көптеген басқа жерлерінде де сезе аламыз.

Жылы едендер – тұрғын үйді жылытудың жүйелерінің бір түрі. Бұл жүйенің негізгі ерекшелігі: жылыту бөліктері еден кеңістігінде орналасады, сол себепті әрдайым еденмен әсерлесетін аяқтар енді жылы бетте орналасады, ал бұл өз кезегінде табандары арқылы жылудың азаюына мүмкіндік береді. Нәтижесінде ең жылы ауа еден бетінде болады, 1,5-2 м деңгейінде ауа температурасы біршама төмендейді, және, ең соңында, төбеде ең суық жер шоғырланады. Жылудың мұндай орналасуы адам үшін ең жайлы болып табылады.

Қазіргі кезде жылулық сорғыштар әлемде кеңінен қолданылады. Шығыс Еуропада, АҚШ-та және басқа да Оңтүстік-Шығыс Азия мемлекеттеріндегі жылулық сорғыштардың танымалдығы бұл аймақтардағы жұмсақ климатпен (қыстағы плюстік температура), отынға жоғары бағамен және климаттық нарық бағытындағы мемлекеттік бағдарламаларды қолдауының болуымен түсіндіріледі. Германияда жыл сайын 5 мың ЖСҚ енгізіледі. Швецияда және Скандинавия елдерінде негізінен ауқымды жылу сорғыштық құрылғылар қолданылады. Швецияда 2015 жылға қарай 210 мыңнан астам жылу сорғыштық станциялар (ЖСС) қолданылды, 150-і 100МВт және одан да жоғары қуатқа ие. Ең қуатты ЖСС – 320 МВт-пен жұмыс жасайтын станцияда Стокгольмде орналасқан.

Алдымен, әрбір мемлекеттегі жылулық сорғыштар өндірісі ішкі нарық сұранысын қанағаттандыру үшін бағытталған. АҚШ-та және Жапонияда жылыту және жаздық конденсациялау үшін ең көп қолданылатын «ауа-ауа» типтегі жылулық сорғыштық құрылғылар қолданылады. Еуропада «су-су» және «су-ауа» типтегі жылу сорғыштық құрылғылар қолданылады [4-6]. АҚШ-та жылулық сорғыштарды зерттеу мен жасаумен алпыстан астам фирма айналысады. Жапонияда ЖСҚ-ның жылдық өндірілімі 500 мың бірліктен асады.

100 мыңға жуық жылулық сорғыштар жалпы 2 ГВт жылулық қуатпен 10 миллион адамға жылу береді, мұндай жағдайда жылулық сорғыш қызмет уақыты 15 жыл.

Энергияның баламалы жаңартылатын көздерін практикалық қолдануда келешегі бар мүмкіндігі Қазақстан үшін ерекше және ұзақ мерзімді қызығушылықты көрсете алады. Өкінішке орай, қолданудың шынайы деңгейі сәйкес келмейді, сондықтан ЕХРО – 2017 бұл энергия көздерінің ажарлылығының кең жағымды нәтижесіне әкеле алады.

Қазақстан үшін, біздің ойымызша, күн мен жер энергетикасын және жылуды қамтамасыз ету жүйесінде жылулық сорғыштарды дамыту орасан зор болашаққа ие.

### Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

- 1 Гиршфельд В.Я. "Тепловые электростанции" [Текст]: -Москва, "Энергия", 2013 г.
- 2 "Энергия" [Текст]: под ред. Д. Дэвинса, М.: Энергоатомиздат, 1985.
- 3 "Нетрадиционные возобновляемые источники энергии", / В. А. Брылева, Л. Б. Воробьева, Мн., 2006.
- 4 "Тысячелетие энергетики" [Текст]: Карцев В., Хазановский П., М. 2014. Автор: Gonzalez, Albano; Perez, Juan C.; Diaz, Juan P.; и др. RENEWABLE ENERGY Том: 104 Стр.:120-128 Опубликовано: AP
- 5 Полетавкин П.Г. "Как улучшить технико-экономические показатели ГТУ" [Текст] / "Газовая промышленность", 2014. - № 10.
- 6 Ruslan Umirzakov., D. N. Mukhiddinov., MukhabbatAbdireva., Bulbul Ongar., Influence on the mode of grain drying in the heat generator and combustion products [Text] /N E W S of the Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, -2019. -Vol. 1. -№ 433. – С.-176 – 18. (Scopus) <https://www.semanticscholar.org/paper/INFLUENCE-ON-THE-MODE-OF-GRAIN-DRYING-IN-THE-HEAT-Ruslan-D.N/af608a12e0fd5b65e60fff95afa97d886b36cbd7>

ӘОЖ 621.553:6 (045)

### ЭНЕРГИЯНЫ ҮНЕМДЕУ – ӨСКЕЛЕҢ АҒЫН ТИІМДІЛІГІ

*Абдуназаров Ж. Г., 2 курс студенті  
Оразтай Н. Б., 2 курс студенті*

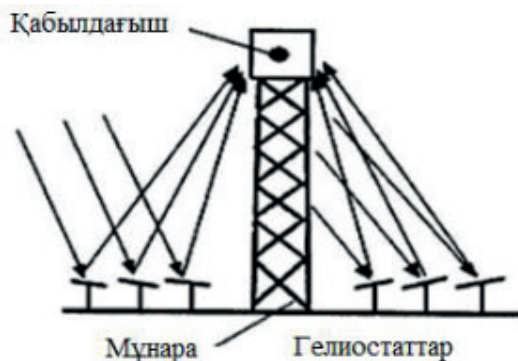
*А. А. Ежеский атындағы Иркутск мемлекеттік университеті, Иркутск, Ресей  
С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана қ.*

Қазіргі таңда энергияны үнемді қолдана отырып, онымен тікелей бәсекеге түсе алатын басқа да энергия түрлерін – атом, су, жел, күн, т.б. энергияларды пайдаланудың маңызы өте зор. Аталғандардың ішінде энергияның қосымша көзінің бірі – Күн энергетикасы. Күн энергетикасы дегеніміз – дәстүрлі емес энергетика бағыттарының бірі. Ол күннің сәулеленуін пайдаланып қандай да бір түрдегі энергияны алуға негізделген. Күн энергетикасы энергия көзінің сарқылмайтын түрі болып табылады, әрі экологиялық жағынан да еш зияны жоқ.

Адамзат үшін күннен алынатын энергия ауадай қажет [1]. Күн энергиясын пайдаланудың өзіндік артықшылықтарымен қатар кемшіліктері де бар. Атап айтсақ, артықшылықтары: 1) Күн энергиясы бәріне бірдей қолжетімді; 2) ол сарқылмайды; 3) қоршаған ортаға қауіпсіз; кемшіліктері: 1) ауа райы мен тәуліктің уақытына тәуелді; 2) Күн энергиясын алу үшін қолданылатын құрылғылардың қымбаттылығы; 3) оны шағылдыратын бетті периодты түрде тазалап отыру қажет; 4) электр станциясының жанында атмосфера ысып кетеді; 5) энергияны аккумуляциялау қажет. Соған қарамастан Күн энергетикасына деген сұраныстар жыл сайын артып келеді. Әр елдің ғалымдары осы қосымша энергия түріне ерекше мән беріп, оны дамыту жолдарын қарастырумен айналысуда. Осыған орай Күн энергиясын электр энергиясына айналдыратын құрылғыларды пайдалану деңгейі жылдан-жылға өсіп келеді. Күн электр станциясы – күн радиациясын электр энергиясына түрлендіруге мүмкіндік беретін инженерлік қондырғы.

Күн мұнарасынан шығатын өскелең ағын(SUT) күн энергиясынан жаңартылатын энергия көздерін қолдану арқылы электр энергиясын өндіру. Күн ауаны өте ауқымды мұржа астында жабылған орталық базаны қоршаған коллектор арқылы өте ұзын мұнарада (1-сурет) қыздырады. Конвекцияның нәтижесінде мұнараға ыстық өскелең ағынды туғызады. Бұл ауалық ағын мұржадағы жел турбиналарын іске қосады немесе электр энергияны алу үшін құбыр айналасындағы ауаның өскелең ағынын алады. Ең қызығы күн сәулесі суды емес, аралық жылутасымалдағыш - еріген тұзды қыздырады. Бұл натрий нитраты мен калий нитратының қоспасы [2]. Осыдан турбинаға буды беретін - су қайнай бастайды.

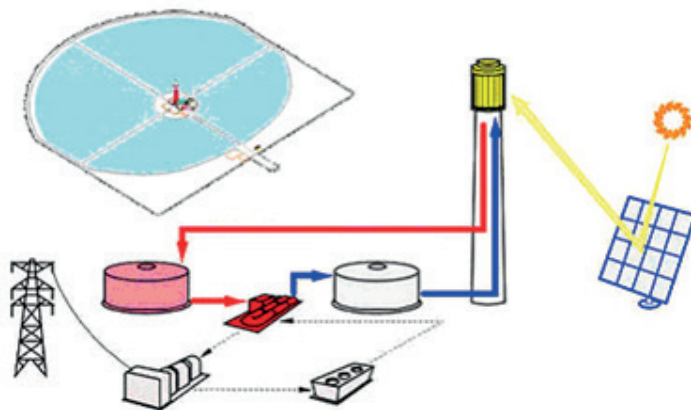
Мұнарадан шығатын қуат алдымен екі факторға тәуелді: коллектордың ауданы мен құбырдың биіктігі. Үлкен ауданда құбырға өте көп ауа көлемі жиналып қыздырады. Жылуды коллектордың аумағында сақтауға болады. Күн коллекторы астындағы жер, құбырдағы су, немесе коллектордағы теңіз құбырын жылусыйымдылыққа және инерцияны коллекторға қосуға болады. Мұржадағы ауаның өскелең ағынының және конденсаттың ылғалдылығы жүйедегі ағынның энергиясының өсуіне алып келуі мүмкін. Көлденең осьті турбиналар мұнара базасының айналасында сақина тәрізді орнатылуы мүмкін, бір көлденең осьті турбина мұржа ішінде орнатылуы мүмкін. Сонымен қатар бұл қондырғы жылына көмірқышқыл газының 600 мың тонна шығарындысын алдын алады. Осыны жақсы бонус ретінде қарастыруға болады. Таза энергия 2-3 жылда ақталып шығады. Күн коллекторлары үлкен аумақты алатын болғандықтан, шалғай жатқан аудандар мен дамушы елдер үшін кіші күн мұнаралары көптеп қызықтырады. Егерде коллектордың көп бөлігі экваторға иілген болса, онда мұнара зауыт өнімінің 85 пайызын шығара алады. Нәтижелер көрсеткендей электр станцияның мұржасы қанағаттандырылғы жоғары жылу өнімділігін көрсетуі мүмкін. Өскелең ағыны бар күн мұнарасы басқа да технологиялармен қосылуы мүмкін, яғни энергия өнімділігін жоғарылату үшін жылыжайдың ішінде фотоэлектрлік коллекторлар орнатуға болады. Бұл ауыл шаруашылықпен біріктілуі мүмкін.



1 сурет - Мұнара типті күн электр станцияның ұстанымдық сұлбасы



Күн мұнарасының жұмыс істеу принципі қарапайым, яғни күннің қозғалысын қадалап отыратын көптеген гелиостатты-айнасы бар далалық аймақта күннің жарығын жинап оны биік мұнараның төбесіне бағыттайды, ондағы күн сәулесі суды буға айналдырады. Бу құбырлар бойынша жүріп соңында электр генераторына қосылған турбинаны айналдырады.



- а) ал қызыл түс - ыстық тұз қоймасы; б) көк - салқын тұз  
в) қызыл - турбинамен және конденсаторға қосылған парогенератор

2 сурет - Solar Tres электрстанциясының сызбасы

Тиімділігі. Өскелең ағыны бар күн мұнарасы бар энергияға айналу жылдамдығы басқа жылулық конструкцияларға қарағанда төмен. Конверсияның төмен коэффициенті күн коллекторының бір шаршы метр төмен бағасына тең келеді [3]. Модельдік есептеулер 1000 м мұнара мен 20 шаршы метр жылыжайға 100 МВт қажет етеді. Бір 200 МВт электрстанция шамамен 200 мың үй шаруақожалығын энергиямен қамтамасыз ете алады және жылына қоршаған ортаға 600 мың тонна газ қалдықтарының шығуын азайтады. Коллекторға түсіп отырған күн энергиясынан 0,5 пайыз, яғни 5 Вт/м<sup>2</sup>, 1 кВт/м<sup>2</sup> энергияны алу болжалынып отыр. Қондырғының П.Ә.К.-і 70% дейін көтерілуі мүмкін, бұл жақсы дизельден екі есе көп. Жылу немесе фотоэлектрлік күн электрстанцияларының концентрациясы, тиімділігі 20% дан 31,25%-ға дейінгі диапазон арадығында. Ортақ тиімділік төмендейді, сондықтан коллекционерлер барлық аумақты қамтымайды. Өскелең ағыны бар күн мұнарасының жағдайы атмосфералық жел, парниктік жоғарғы бөлігінің шағылу нәтижесінде құбырды қолдайтын түтікті тіреулерді орнын алмастыру жолы, осындай факторлардың әсерінен нашарлауы мүмкін [4].

Жер бетіндегі энергия ресурстарының шектеулілігі күн энергетикасын дамытуды қажет етеді. Бүкіл әлем Энергия тапшылығынан құтылып, қоршаған ортаны ластамайтын альтернативті энергия көздеріне қол жеткізуге кірісіп кетті. Бүгінгі таңда әлемнің ғалымдары энергияның жаңа көзін жыл өткен сайын іздестіріп келуде. Күн энергиясы қоршаған ортаға қауіпсіз, экологиялық таза және оны алу жолдары қиын емес. Қазіргі заманғы күн фотоэнергетикасы қуаттылығы соңғы жылдары бұрын-соңды болмаған жылдамдықпен жылына 30-40%-ға өсіп отырған гетероқұрылымдар негізінде кремний фотоэлементтеріне негізделеді. Қазақстан ғалымдары бұрын отандық шикізаттан металлургиялық және жартылай өткізгіш кремний алу технологиясы саласындағы қолданбалы ғылыми зерттеулер жүргізді. Күн батареялары мен жартылай өткізгіштердің жұмыс тиімділігі тазалық деңгейіне қарай алынатын кремнийдің төменгі сапасы жүргізілген ғылыми зерттеулердің негізгі проблемасы болып табылады. Енді шешім деп осы күн мұнарасын Қазақстанға орналастыру болып табылады. Бұл болашақта елдегі көптеген энергия жетіспеушілікті шешер еді.



## Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

- 1 Мақала: Күн батареясы. – “Қазақстан” ұлттық энциклопедиясы. 5-том, 127-бет. Алматы, 2013.
- 2 Альтернативные источники энергии и энергоснабжение [Текст] : «Издательство» -Москва, 2014.
- 3 Mankins J.C. Fresh Look at Space Solar Power [Text] / New Arcitctures, Concept and Technologies. 2017.
- 4 Ruslan Umirzakov., D. N. Mukhiddinov., MukhabbatAbdireva., Bulbul Ongar., Influence on the mode of grain drying in the heat generator and combustion products [Text] : N E W S of the Academy of Sciences of the Republic of Kazakhsta, -2019. -Vol. 1. -№ 433.- С.- 176 – 18. (Scopus) <https://www.semanticscholar.org/paper/INFLUENCE-ON-THE-MODE-OF-GRAIN-DRYING-IN-THE-HEAT-Ruslan-D.N/af608a12e0fd5b65e60ff95afa97d886b36cbd7>

ӘОЖ 681.518

### ТҰРҒЫН ҮЙ КЕШЕНІНДЕГІ СУМЕН ЖАБДЫҚТАУ ЖҮЙЕСІН АВТОМАТТАНДЫРУ ЖӘНЕ БАСҚАРУ

<sup>1</sup>Асет А., аға оқытушы

<sup>2</sup>Жумудь В.А., профессор

<sup>3</sup>Искакова А.М., аға оқытушы

<sup>4</sup>Жасакбаев А.А., студент

<sup>1</sup>Г. Даукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті  
Алматы қ.

<sup>2</sup>Новосибир бағдарламалық жүйелер институты РФ  
Новосибир қ.

<sup>3</sup>К.Сатбаев атындағы ҚазҰЗУ  
Алматы қ.

<sup>4</sup>Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ 4-курс студенті  
Алматы қ.

Су арнасының жұмысын диспетчерлеу процестері сумен жабдықтау және су бұру жүйелерінің жұмысын бақылауды қамтамасыз етеді, сонымен қатар жүйелердің энергия көзін тұтынуды төмендетуге мүмкіндік беретін бірыңғай ақпараттық-бақылау жүйесін қалыптастырудың негізін құрайды және де олардың жұмыс істеу сенімділігін арттырады. Орталық диспетчерлік пункт – бірнеше бөлімдердің ортақ технологиялық процесспен қосылған, белгіленген нысанды сумен жабдықтау және су бұру объектілерін орталықтан бақылау және басқару болып табылады. Бөлімшеден қашықтықта орналасқан басқару объектілерінің бір-бірімен ақпарат алмасуы байланыс арналары арқылы жүзеге асырылады. Байланыс арналары арнайы басқару кабельдері, сымдардың телефон жұптары, сондай-ақ радиоарналар болуы мүмкін. Қалалық сумен жабдықтау жүйелерінің ерекшелігі объектілердің бір-бірінен айтарлықтай алыстығы болып табылады. Сумен жабдықтау-орталықтандырылған немесе орталықтандырылмаған суық сумен жабдықтау жүйелерін (суық сумен жабдықтау) пайдалана отырып, абоненттерге ауыз суды немесе техникалық суды дайындау, тасымалдау және беру немесе орталықтандырылған немесе орталықтандырылмаған ыстық сумен жабдықтау жүйелерін (ыстық сумен жабдықтау) пайдалана отырып, абоненттерге ыстық суды дайындау, тасымалдау және беру.

Диспетчерлік жүйе су алу, суды тазарту, сумен жабдықтау және тұтынушылар арасында суды бөлу жүйелерін қамтамасыз етеді. Кезекші диспетчер келесі командаларды диспетчерлік пункттен қажетті қондырғыларға жібереді:

1. Сорғы қондырғысын тоқтату немесе іске қосу;
2. Клапандардың жұмысын бақылау, ашу немесе жабу;
3. Желілер мен құрылыстардағы апаттық жұмыстардың жүргізілуін бақылау;
4. Су және коммуналдық шаруашылық объектілерін диспетчерлік басқару құралдарының дұрыс жұмыс істеуін бақылау;
5. Жуу үшін сүзгіні қосу және т.б.

Мақалада қарастырылған диспетчерлік пункт келесі бөлмелерден тұрады: басқару пульттері және диспетчерге арналған компьютері бар үстел, штативтері, релелері, түзеткіштері, зарядтау және разрядтау қалқандары бар жабдық бөлмесі, батарея, жабдықтармен және персоналмен, шаруашылық үй-жайларымен бақылау-жөндеу шеберханасы.

Орталық диспетчерлік пунктте келесідей негізгі қызметтер артқарылады:

1. Технологиялық процестердің параметрлерін орталықтандырылған бақылау;
2. Нақты уақытта объектілерді қашықтан басқару;
3. Қалалық сумен жабдықтау және су бұру объектілерін қала картасында мекенжай деректерімен көрсету және объектілердің жұмысы туралы негізгі технологиялық ақпаратты шығару;
4. Жабдықтарды пайдаланумен байланысты төтенше жағдайларды болжау және алдын алу;
5. Объектілерге рұқсатсыз кіруге жылдам әрекет ету;
6. Әртүрлі есептерді қалыптастыру және басып шығару;
7. Сорылатын су мен электр энергиясын коммерциялық есепке алу;
8. Персонал және қоршаған орта үшін технологиялық процестердің қауіпсіздігін арттыру [1].

Кез келген нысанның сумен жабдықтау жүйесін жобалағанда, ең алдымен, осы нысанға қанша су және қандай сапада беру қажет екенін анықтау керек. Бұл мәселені шешу үшін барлық мүмкін болатын су тұтынушыларын мүмкіндігінше толық есепке алу және олардың жеткізілетін судың саны мен сапасына талаптарын белгілеу қажет.

Суды әртүрлі тұтынушылар әртүрлі қажеттіліктер үшін тұтынады. Дегенмен, бұл шығындардың басым көпшілігін үш негізгі категорияға жинақтауға болады.

1. Халықтың шаруашылық-ауыз (тұрмыстық) қажеттіліктері үшін суды тұтыну. Бұл адамдардың күнделікті өміріне байланысты барлық су шығындарын қамтиды: ішу, тамақ дайындау, жуу, жуу, тұрғын үйлердің тазалығын сақтау және т.б. Қаланы немесе ауылды абағтандыруды қамтамасыз етуге қажетті барлық су шығындарын осы санатқа жатқызуға болады: көшелерді суару, жасыл алаңдар және т.б.

2. Өнеркәсіп, көлік, энергетика, ауыл шаруашылығы және т.б. кәсіпорындардағы өндірістік (техникалық) мақсаттағы суды тұтыну (буландыру, салқындату, буды конденсациялау, әртүрлі өнімдерді өндіру, өнімді жуу және т.б.).

3. Өрт сөндіруге арналған су шығыны. Сонымен қатар, су сумен жабдықтау жүйесінің (жуу сүзгілері, су қабылдағыштар, желілер және т.б.) жеке қажеттіліктеріне жұмсалады.

Судың сапасына қойылатын талаптар оны пайдалану сипатына қарай өзгереді. Осылайша, халықтың ауызсу қажеттілігін қанағаттандыру үшін пайдаланылатын су ең алдымен санитарлық-гигиеналық тәртіп талаптарына бағынады. Су денсаулыққа зиянсыз, патогенді бактериялардан таза, мөлдір, иіссіз және жағымсыз дәмсіз болуы керек.

Әртүрлі өнеркәсіптік тұтынушылар пайдаланылатын судың сапасына мүлде әртүрлі талаптар қояды. Мысалы, тамақ өнеркәсібі ауыз суды қажет етеді; сумен қамтамасыз ететін бу қазандықтарында ең аз тұздылық болуы керек; тоқыма өнеркәсібінде қолданылатын суда темір және т.б. болмауы керек. Судың сапасына ешбір табиғи көз қанағаттандырмайтын талаптар қоятын бірқатар өнеркәсіптік тұтынушылар бар.

Судың ірі өнеркәсіптік тұтынушылары суды салқындату үшін (бу конденсациясы, өндірістік қондырғыларды салқындату) пайдаланатын жылу электр станциялары,

металлургиялық, мұнай өңдеу зауыттары болып табылады. Бұл тұтынушылар әдетте су сапасына жоғары талаптар қоймайды. Суды тұтынудың үшінші санаты үшін - өрт сөндіру - судың кез келген сапасын дерлік пайдалануға болады.

Интерполяция әдісінде берілген сигнал бойынша мәнінің өзгеруіне байланысты қарапайым беттік құрылыс, сатылы интерполяция кезіндегі беті, екі сызықты интерполяция кезіндегі беті, сплайн интерполяциясындағы беті бойынша моделін құрамыз [2]. Алдымен сызықтық интерполяция бір бағытта байқауға болады, мысалы, X осі бойымен, содан кейін оған перпендикуляр бағытта, яғни y осіне қарай жүргізіледі. билинарлы интерполяция формулалары ерікті тіктөртбұрыштағы нүктелердің қосымша координаттарын оның төрт шыңының координаттары бойынша табуға мүмкіндік береді, содан кейін бұл функцияны фигураның қалған бөлігіне жуықтайды [3]. Matlab осы мақсат үшін interp3 функциясы ретінде қарастырамыз.

S(t) судың деңгейі мен қысымына арналған датчик арқылы берілетін сигнал, егер уақыт аралығы T болса, кез келген кезде теңдікті төмендегідей бейнелеуге болады.

$$S(t) = S(t+T) \quad (1)$$

Жалпы түрдегі кезеңділік шарты:  $S(t) = S(t + nT)$ , мұнда n – су каналының биіктігі [4].

$S(t) = A \cos(\omega t + \Phi)$  Өрнектегі уақыт бойынша ең алдымен деңгей бойынша датчик арқылы берілетін сигналды,  $\cos\theta$ ,  $\sin\theta$ , периодты  $3\pi$  бойынша қарастырамыз.

$$\omega T = 3\pi \quad (2)$$

$$S(t) = \left[ \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cos n\omega_1 t + b_n \sin \omega_1 t) \right] \quad (3)$$

$$\omega l = 3\pi/T. \quad (4)$$

Фурье коэффициенттері негізінде

$$a_n = \frac{3}{T} \int_T S(t) \cos n\omega_1 t dt \quad b_n = \frac{3}{T} \int_T S(t) \sin n\omega_1 t dt \quad (5)$$

Уақыт бойынша интегралдауда Фурье коэффициенттері үшін жалпы қабылданған өрнектер төмендегідей:

$$a_n = \frac{3}{T} \int_{-\frac{T}{3}}^{\frac{T}{3}} S(t) \cos n\omega_1 t dt \quad b_n = \frac{3}{T} \int_{-\frac{T}{3}}^{\frac{T}{3}} S(t) \sin n\omega_1 t dt \quad (6)$$

$$A = A \cos \Phi, b = -A \sin \Phi \quad (7)$$

тригонометриялық теңдікті пайдалану қажет:

$$\frac{dx}{dt} = \left[ P(t) + \sum_{j=1}^r Q_j(t) U_j(t) \right] X + F(t) \quad (8)$$

$$A \cos(\omega t + \Phi) = A(\cos \Phi \cos \omega t - \sin \Phi \sin \omega t) = a \cos \omega t + b \sin \omega t \quad (9)$$

өрнектен коэффициенттер арқылы амплитуда мен фазаның өрнектерін алуға болады:

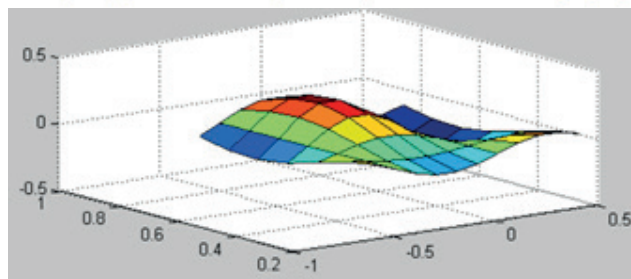
$$A_n = \sqrt{a^2 + b_n^2} \quad (10)$$

10 - өрнектен Фурье коэффициенттері арқылы амплитудалық және фазалық спектрлерді табуға мүмкіндік береді. Енді Фурье сериясын (6) спектрлік ыдырау түрінде жазуға болады:

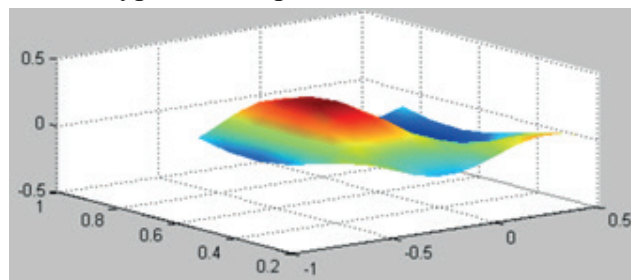
$$S(t) = \left[ \frac{A_0}{3} + \sum_{n=1}^{\infty} A_n \cos(n\omega_1 t + \Phi_n) \right] \quad (11)$$

Егер бағдарлама көмегімен қысым датчигі арқылы берілетін сигналдарды талдайтын болсақ, ең алдымен екі сызықты интерполяцияны жүзеге асыруды нақты мысалмен қарастырыңыз. Кейбір қысық бетті төмендегі суреттегідей арақатынаспен сипаттаймыз.

```
clear; clc; % Очистка Workspace и Command Window
[x,y]=meshgrid(-1:-0.5:0:0.5,-0.5,0:0.5); % Описание
% координат узлов сетки, по которым строится поверхность
z=sin(3*pi*x).*cos(1.7*pi*y).*y.*(1-y); % Расчет координат z
subplot(1); % Создать графический окно по основанием подаваемым
% сигналом датчика давления
surf(x,y,z) % Визуализация поверхности (без интерполяции)
title ('Поверхность без интерполяции') % Заголовок к графику
subplot(2); % Создать графический окно по задаваему сигналу на основе
% датчика уровня
surf(x,y,z);
shading interp % Билинейная интерполяция поверхности
title ('Интерполированная поверхность') % Заголовок к графику
```



1 сурет - Интерполяциясы жоқ бет



2 сурет - Интерполяцияланған бет

### Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1 Aizhan Erulanova , Gulzhan Soltan, Aizhan Baidildina, Marzhan Amangeldina, Askhat Aset, Expert System for Assessing the Efficiency of Information Security, 2020. -355-357 p.

2 Рульнов, А. А. Автоматизация систем водоснабжения и водоотведения [Текст] : учеб. для вузов [Текст] / А. А. Рульнов, К. Ю. Евстафьев. – М. : Инфра-М, 2007. – 204 с. – ISBN 5-16-002868-4.

3 Смирнов, Д. Н. Автоматическое регулирование процессов очистки природных и сточных вод [Текст] : учеб. пособие / Д. Н. Смирнов. – М. : Стройиздат, 1986. – 312 с.

4 А. Erulanova , G. Soltan, A. Baidildina, M. Amangeldina, A. Aset, Expert System for Assessing the Efficiency of Information Security [Text] -2020. -Vol.8. Issue 14. -P. 365-376. (Scopus) <https://www.scopus.com/affil/profile.uri?id=124573364&origin=AuthorResultsList>

## СТРУКТУРА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО РЕСУРСА В ПОТРЕБИТЕЛЬСКОЙ СИСТЕМЕ

*Бердишев А.С., к.т.н., доцент  
Курбанбаев Б.М., магистрант 2 курса*

*Национальный исследовательский университет  
Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства  
г. Ташкент*

Среди элементов энергосистем потребителей ключевым элементом являются энерготехнологические процессы (ЭТП). Безусловно, появление такого нового элемента требует внедрения нововведений в методы оценки эффективности использования энергии в линиях электропередач. Результат (объем или количество произведенного продукта) каждого ЭТП, выполненного в данный момент времени, должен быть точным, и во многих из них удельное рассеивание энергии, необходимое для получения единицы результата, также может быть точным. Они могут быть основанием для некоторых уточнений и дополнений к закону сохранения энергии, используемому в ЭТП. В основных ЭТП производителях:

$$Q_{\text{отк}} - Q^{\text{сравн}} \cdot M = \Delta Q, \quad (1)$$

где:  $M$  - объем продукта (количество)  
Для вспомогательных ЭТП с результатом  $R$ :

$$Q_{\text{подав}} - QR_i^{\text{сравн}} \cdot Ri = \Delta Q \quad (2)$$

Для спасательных ЭТП (например, поддержания температуры в помещении):

$$P_{\text{подав}} = P^{\text{сравн}} A (\tau_{\text{внутр}} - \tau_{\text{внешн}}) \quad (3)$$

В этом случае удельная мощность, необходимая для разницы в  $P^{\text{сравн}}$  движении на 1 градус. Площадь обогревателя,  $m^2$ .

В выражении 3  $M$  обозначает объем (количество) произведенного продукта, и здесь дается как линейная функция от объема потребляющего энергию продукта, то есть определенного качества или записывается в окне параметров. Если  $Q^{\text{сравн}}$  определяется как минимальная (теоретическая) энергоемкость продукта, энергоемкость продукта в фактическом ЭТП определяется следующим образом:

$$Q_{\text{подав}} > Q^{\text{сравн}} \cdot M \quad (4)$$

Определите фактическую энергоемкость продукта:

$$Q_M M - Q^{\text{сравн}} M = \Delta Q \quad (5)$$

Мы также находим обе стороны тождества в  $Q^{\text{сравн}}$ :

$$\frac{Q_M}{Q^{\text{сравн}}} - 1 = \frac{\Delta Q}{Q^{\text{сравн}} M} = \frac{\Delta Q^{\text{сравн}}}{Q^{\text{сравн}}} \quad (6)$$



где:  $\frac{Q_M}{Q^{сравн}} = Q_3$  - относительная энергоемкость продукта.

В идеальном ЭТП (процесс без энергопотребления)  $\Delta Q^{сравн}=0$ ;  $Q_3=1$

Если  $\Delta Q^{сравн}=Q^{сравн}$ , диссипация энергии в процессе максимальна и  $Q_3=1$ .

Исходя из вышеизложенного, в искусственной энергосистеме потребителей общая энергоемкость линии электропередачи равна произведению энергетических мощностей элементов в ней:

$$Q_{э.лин.} = \Pi Q_{i} \quad (7)$$

Следовательно, энергия, подаваемая на конец линии электропередачи, может быть выражена как энергия, потребляемая ЭТП и регистрируемая счетчиками, то есть  $Q_{потр} = Q_{э.лин.}$  Если принять во внимание относительную энергоемкость ЭТП  $Q_{э.лин.}$  ( $Q_{э.эТП} = \frac{Q_{ЭТП}}{Q^{сравн} M}$ ), тогда  $Q_{потр} = Q_{э.лин.} Q^{сравн} M$  а энергоемкость продукта определяется следующим выражением [1]:

$$Q_M = \frac{Q_{потр}}{M} = Q_{э.лин.} Q^{сравн} \quad (8)$$

В результате можно было связать важность и значимость друг с другом. Если энергоемкость линии электропередачи в несколько раз превышает 1 (внезапно), то относительная энергоемкость продукта  $Q_M$  будет больше, чем удельная энергоемкость  $Q^{сравн}$ .

Это означает, что для снижения энергоемкости продукта необходимо уменьшить относительную энергоемкость линии электропередачи, то есть провести исследования по снижению энергоемкости каждого элемента и ЭТП. Используя закон сохранения энергии в энергетической линии, можно определить понятие энергосберегающего ресурса.

$$Q_{потр} - Q^{сравн} M = \Delta Q \quad (9)$$

или

$$\frac{Q_M}{Q^{сравн}} - 1 = \frac{\Delta Q}{Q^{сравн} M} = \frac{\Delta Q^{сравн}}{Q^{сравн}} \quad (10)$$

Это означает, что минимальная энергия, необходимая для производства единицы продукции, может быть рассчитана как  $Q^{сравн}$ . В то же время возникнут технические потери в линии электропередачи при подаче энергии для получения единицы продукта  $\Delta Q^{сравн}$  мин.

Разницу между фактическим удельным рассеиванием энергии  $\Delta Q^{сравн}$  и минимальным (теоретическим) удельным рассеиванием энергии можно назвать ресурсом энергосбережения:

$$\Delta Q_p^{сравн} = \Delta Q_x^{сравн} - \Delta Q_{мин}^{сравн} \quad (11)$$

Для искусственной энергетической системы это выражение можно обобщить:

$$\Delta Q_p = \Delta Q_x - \Delta Q_{мин} \quad (12)$$

У большинства технических элементов минимальное потребление энергии находится в номинальном режиме.

Прежде чем определять факторы, влияющие на потери энергии, мы определяем, связывают ли они энергоемкость с потерями энергии в процессе производства энергии  $M$ . В общем, энергоемкость продукта выражается следующим образом  $Q_M = Q_{ист}/M$ , но с такой точки зрения становится трудно определить, связан ли выпуск продукта с законом

сохранения энергии. Поэтому вводится понятие удельной энергоемкости.  $Q_{сравн}$ . Известно, что минимальное количество энергии, необходимое для производства продукта объемом  $M$ , равно  $Q_{сравн} \cdot M$ .

Следовательно, энергетический баланс ЭТП будет следующим:

$$Q_{потр} - Q_{сравн} \cdot M = \Delta Q \quad (13)$$

Минимальное количество энергии, потребляемое для определения минимального значения потерь энергии, составляет  $Q_{потр.мин}$ . должно быть известно. В этом случае можно использовать методологию метода конечного пропорций (МКП).

В результате мы даем закон сохранения энергии в относительных параметрах:

$$Q_{сравн} \cdot M(Q_{э.лин}-1) = \Delta Q_{min} \quad (14)$$

Здесь:  $Q_{э.лин}$  – относительная энергоемкость линии электропередачи.

Чтобы определить минимальные потери энергии при точном объеме полученного продукта  $M$ , необходимо определить относительную энергоемкость  $Q_{э.лин}$  линии электропередачи. Известно, что общая энергоемкость линии электропередачи, состоящей из последовательно соединенных элементов, равна их произведению. Здесь, прежде всего, из энергетической характеристики каждого элемента  $Q_{подав.i} = f(Q_{ох.i})$  определяется их относительная энергоемкость, и, наконец, определяется относительная энергоемкость линии электропередачи. На этом этапе анализа на основании рассчитанной производительности  $M$  процесса проверяется правильность подбора оборудования. При правильном подборе оборудования энергоемкость линии электропередачи должна быть минимальной.

Следовательно, можно определить минимальные потери энергии в линии электропередачи с помощью уравнения 14. Во время работы изменяется нагрузка на энергосистему и увеличивается ее энергоемкость, что приводит к увеличению потребления энергии. В этом случае ресурс энергосбережения можно определить по следующей формуле:

$$R_{э} = \Delta Q_x - \Delta Q_{min} \quad (15)$$

В общем случае ресурс энергосбережения постоянно меняется с течением времени. Поэтому, поскольку вопрос максимальной реализации энергосберегающего ресурса сложен, в элементах предпочтительно создавать энергосберегающие режимы. Во всех случаях удобнее создавать принципы управления энергосистемой, так как аналитически невозможно выявить изменения в ресурсах энергосбережения [2].

Для этого рассмотрим особенности перехода от одиночного ЭТП или одиночной линии к общей системе.

Прежде всего, проанализируем режимы энергетических процессов. Продукция ЭТП1 обычно характеризуется повторяющимся ежедневным режимом. В то же время вспомогательные ЭТП2 также работают ежедневно. ЭТП3 (отопление, вентиляция, освещение и др.), создающие бытовые условия, работают в разных режимах. Для светильников характерен дневной режим, но продолжительность добавления в сутки может варьироваться. Отопление помещений происходит зимой, и энергия подается на обогреватели непрерывно [3].

Процесс вентиляции также осуществляется непрерывно. Минимальное количество энергии, потребляемой в процессах, связанных с внешними условиями окружающей среды (освещение, отопление), определяется соответствующими параметрами условий окружающей среды, то есть оно является переменным, что, в свою очередь, создает переменный характер ресурса энергосбережения.

При определении ресурса энергосбережения в системе потребителя следует учитывать следующее:

- Принадлежность различных элементов к конкретным линиям электропередачи (ЭТП);
- энергетические процессы в линиях имеют разную продолжительность;
- характер изменений энергоресурсов (линейные или нелинейные) и их постоянство в определенные промежутки времени.

Контролируя все факторы, влияющие на потери энергии, можно упростить процесс определения ресурса энергосбережения. В этом случае выражение ресурса следует принимать как разницу между количеством потребляемой в настоящее время электроэнергии и ее оценочной стоимостью [4,5].

Выводы. Используя энергетические характеристики, можно оценить энергоэффективность энергетических процессов. Это, в свою очередь, позволяет с высокой точностью прогнозировать процессы в комплексе и его элементах и заранее определять тактику достижения экономии энергии. Разница между фактическим энергетическим параметром оборудования или фактическим режимом процесса и величинами этого параметра в оптимальном (номинальном или теоретическом минимуме) режиме была принята в качестве ресурса энергосбережения. Таким образом, положительный результат, полученный с помощью принятых мер по энергосбережению, можно оценить числовым значением.

### Список литературы

- 1 Лейтес И.Л., Сосна М.Х., Семёнов В.П., Теория и практика химической энерго-технологии [Текст]: - М.: Химия. 1988. -280 с.
- 2 Способ контроля и управления энергопотреблением. Патент РФ № 2212146. Оpubл. 20.09.2003. бюлл. №26. Патентообладателем СПбГАУ и Карпов В.Н.
- 3 А.Раджабов, А.З.Зокиров, М. Соломов. Йирик мевали нав узумларга куриштишдан олдин ишлов бериш электротехнологияси. Тошкент, 2009 й. ТИМИ босмахонаси.
- 4 Раджабов А., Муратов Х. Разработка иерархии параметров оптимизации биоэнергетической системы "источник-потребитель [Текст] / Узбекский журнал "Проблемы информатики и энергетики",- 1996. - №6. - С.28-31.
- 5 Berdyshev A.S., Djumabayeva Z.Z., Abdullaev A.A., Mussabekov A. Study on the traveling magnetic field water purifier [Text] / IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, -2021. -№ 939(1). (Scopus) DOI 10.1088/1755-1315/939/1/012022 <https://library.kazatu.kz:2057/record/display.uri?eid=2-s2.0-85121566638&origin=resultslist&sort=plf-f>

## РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ СУШИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

<sup>1</sup>Вачеланова А. И., студент 4 курса

<sup>2</sup>Умирзаков Р. А., м.т.н., ст. преподаватель

<sup>1</sup>Иркутский государственный университет имени А.А.Ижевского  
г. Иркутск, Россия

<sup>2</sup>Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина,  
г. Астана

В настоящее время в Казахстане практически все потребляемое Республикой подсолнечное масло, импортируется из других стран. Сложившуюся обстановку можно изменять, замещением импорта подсолнечного масла отечественной продукцией. Семечки подсолнуха уже в настоящее время выращивают на полях нашей Республики, а оборудование для производства масла можно разработать в проектных институтах и изготовить на отечественных предприятиях.

Процесс производства подсолнечного масла можно разделить на следующие стадии: созревание семечки на поле; уборка; сортировка; сушка; хранение; обрушение семян; сепарация; отжим или экстракция масла. Нами была выбрана, стадия сушки семян подсолнечника. Сушка обеспечивает быстрое снижение влажности масла семян до величины, при которой обеспечивается безопасное их хранение [1,2]. Сушка является необходимой технологической операцией при подготовке масличных семян, как к хранению, так и к переработке, так как эффективность переработки их также находится в прямой зависимости от оптимальной конечной влажности масличных семян.

При хранении масличных семян с повышенной влажностью быстро усиливается интенсивность биохимических процессов, особенно дыхания, как самих семян, так и находящихся на семенах микроорганизмов. Интенсивное дыхание вызывает дальнейшее повышение влажности и температуры семян и таким образом ускоряет их самосогревание и порчу. Высушивание масличных семян до влажности, безопасной для хранения надежно обеспечивает их длительную количественную и качественную сохранность. Так для семян высокомасличного подсолнечника, величина безопасной для хранения влажности должна находиться в пределах 6-7%.

Свежеубранные семена отличаются очень низкой стойкостью при хранении, особенно при высокой влажности засоренности. При хранении семян химическим изменениям в первую очередь подвергаются белковые вещества.

Семена высокомасличного подсолнечника надежно хранятся, если влажность их не более 6-7%, а температура снижена до 10 0С и ниже. При влажности выше критической и температуре 20-250С для свежо сформированных партий семян подсолнечника, начинается процесс брожение микроорганизмов, интенсивно идут гидролитические и окислительные процессы, что приводит ухудшению качества семян подсолнечника как масличного сырья.

На длительное хранение до переработки следует закладывать семена подсолнечника влажностью выше 2%, просушенные до критической влажности (6...7%) и охлажденные до низких температур.

Режимы сушки семян подсолнечника зависят от их начальной влажности, и она регламентируются инструкцией по сушке. Высшие предельные значения температуры сушки нагрева семян подсолнечника при различных способах сушки в шахтных, прямоточных и барабанных сушилках приведены в табл. 1.

Технологическая ценность семян подсолнечника определяется его масличностью, сохранить количество и качество масла. В процессе сушки может происходить либо снижения, либо увеличения жировых компонентов. Направленность этих превращений зависит от влажности семян и от продолжительности их нагрева.

Таблица 1

Начальная влажность семян %	Пропуска семян через сушилку	Нагрев семян	Предельные температуры сушильного агента		
			Одноступенчатом шахтном с.у.	Двухступенчатом шахтном с.у.	Барабан
До 15	1	55	120	120	250
До 20	2	55	115	115	350
Более 20	2	55	110	110	350

Технологическая ценность семян подсолнечника определяется его масличностью, сохранить количество и качество масла. В процессе сушки может происходить либо снижения, либо увеличения жировых компонентов. Направленность этих превращений зависит от влажности семян и от продолжительности их нагрева. При оптимальных режимах сушки содержание масла в семенах увеличивается. В масле переходят сопутствующие ему вещества, содержащиеся в семенах каротиноиды, стеролы и воскообразные вещества. В табл.2. приведены физико-химические свойства семян подсолнечника [3].

Таблица 2

№	Свойство	Ед.изм.	Значение
1.	Абсолютная масса семян	г	40...98,1
2.	Относительная плотность семян	г/см <sup>3</sup>	0,651...0,827
3.	Масса 1 м <sup>3</sup> семян	кг	330...470
4.	Объем 1 т семян	м <sup>3</sup>	2,1...3,1
5.	Истинный объем 1 т семян	м <sup>3</sup>	1,2...1,5
6.	Лузжистость	%	40...52
7.	Скорость витания	м/с	3,2...8,9
8.	Угол естественного откоса	град	31...45
9.	Теплоемкость	Кдж/кг.к	1,51
10.	Температура проводимость	м <sup>2</sup> /ч	6,15...6,85.·10 <sup>-4</sup>

В настоящее время семена подсолнечника сушат в шахтных зерносушилках, в рециркуляционных зерносушилках и в сушилках барабанного типа. Основными недостатками этих сушилок является неравномерность сушки, процесс сушки занимает много времени и происходит неравномерный нагрев семян подсолнечников. Все это приводит к нарушению биохимического состава ядер семян. Для исключения вышеуказанных явлений нами были исследованы технологические, физико-химические, теплофизические, термографические, сорбционно-структурные свойства семян подсолнечника и формы и виды связи влаги в ней.

Для теоретического обоснования метода интенсификация процесса сушки были определены механизм связи влаги семян подсолнечника, который определяет тепломассоперенос в процессе сушки.

Полученные дериватограммы нагревание семян подсолнечника позволили обосновать допустимую температуру нагрева материала. На основе полученных экспериментальных изотерм сорбции-десорбции семян подсолнечника произведена классификация



материала по коллоидом физическом свойством, а также рассчитаны дифференциальные и интегральные функции распределение пор по радиусам. На основе сорбционных данных рассчитаны номограмма для определения энергии связи влаги семян подсолнечника удельный объем микропор, удельная поверхность и чистая теплота десорбции монослоя. По величине максимального гигроскопического влагосодержание семян подсолнечника оценен предельный сорбционный объем «по воде» [3,4].

На основании комплексного анализа свойств семян подсолнечника как объекта теплотехнологического обработки по значению максимального гигроскопического влагосодержание по классификационной таблице профессора Мухиддинова Д.Н. [5], выбран сушильный аппарат аэрофонтанного типа.

Описание экспериментальной сушильной камеры с фонтанирующим слоем

Прежде всего, перед началом конструирования экспериментальной установки, были изучены условия существования фонтанирующего слоя.

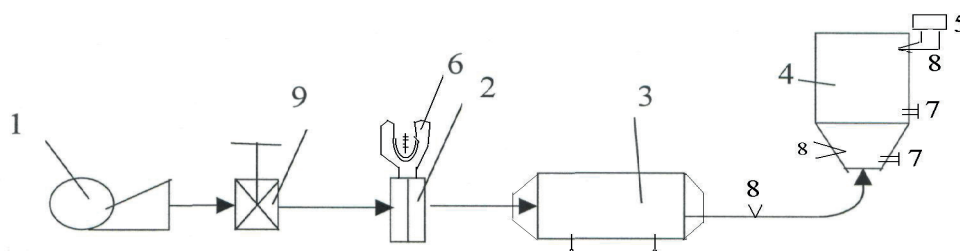
Высота, фонтанирующий слой.  $h_0=30\text{см}$ ,  $d_0=3,2$ , отсюда следует  $30>6,4$ . После того, как все условия "фонтанирования" были соблюдены, мы перешли к выбору вспомогательного оборудования. Самым важным прибором в установке мы считаем стандартную диафрагму, с помощью которой измеряется скорость воздуха, который подают в сушильную камеру.

Стандартная диафрагма была специально рассчитана на диаметр воздуховода (99мм) и в зависимости от расхода воздуха (который был измерен при помощи лопастного анемометра). Показанием получаемых от диафрагмы является разность давлений до и после сужающего устройства. Для того чтобы измерить этот перепад давления, мы использовали чашечный однотрубный манометр.

Для измерения температуры сушильного агента было решено использовать термопару в паре с милливольтметром типа М-64. Термопару решили установить непосредственно на входе в сушильную камеру.

Для измерения перепада давления в слое семечек было решено установить штуцера до и непосредственно в сушильной камере, а к ним подсоединить чашечный однотрубный манометр.

Для регулирования скорости воздушного потока была изготовлена заслонка. Выбрав все вспомогательное оборудование, мы приступили к изготовлению лабораторного стенда, изображенного на схематическом рисунке 1.



1-вентилятор; 2-стандартная диафрагма; 3-калорифер; 4-сушильная камера;  
5-милливольтметр; 6-U-образный манометр; 7-штуцера для снятия перепада давления;  
8-термопара; 9-заслонка

Рисунок 1 - Экспериментальная установка для сушки в аэрофонтанном слое

### Список литературы

1 Иванов Л.В. Выбор эффективного способа сушки для сушки термолабильных семян подсолнуха [Текст] / «Фан ва техника тараккиётида ёшлар», 1-кисм. - Ташкент, 2004.

2 Ruslan Umirzakov., D. N. Mukhiddinov., Mukhabbat Abdireva., Bulbul Ongar., Influence on the mode of grain drying in the heat generator and combustion products, N E W S of the Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, -2019. -Vol.1. -№ 433. -С.176 – 18. (Scopus) <https://www.semanticscholar.org/paper/INFLUENCE-ON-THE-MODE-OF-GRAIN-DRYING-IN-THE-HEAT-Ruslan-D.N/af608a12e0fd5b65e60fff95afa97d886b36cbd7>

3 Умирзков Р.А, Абдирова М.Т., Жолдас Ж., Дуйсенов А., Технология сушки семян в камерной зерносушилке напольного типа [Текст]/ Международной научно-практической конференции на тему «Фундаментальные и прикладные науки сегодня». - NorthCharleston, USA, -2018. Том-1. -С. 84-90.

4 Мухиддинов Д.Н. Теоретические основы и разработка эффективных методов сушки хлопка-сырца и продуктов его переработки [Текст]: дис. ... на соискание ученой степени д.т.н. Ташкент, 1986.

5 Достияров А. М., Умирзаков Р. А., Абдирова М. Т., Мергалимова А. К. Влияние работы теплогенератора на режим сушки зерна и на токсичность продуктов сгорания [Текст] / Научный журнал «ПГУ Вестник». – г.Павлодар: ПГУ, -2019. - №1. - С.113-128.

**ӘОЖ 681.5.011**

## **ҚАЗАҚСТАНДА ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯСЫН ТИІМДІ ЖӘНЕ ҮНЕМДІ ПАЙДАЛАНУ ЖОЛДАРЫ**

*Есанова И. А., т. г. м.*

*«Шығанақ Берсиев атындағы Ақтөбе жоғары ауыл шаруашылығы колледжі» МКҚК  
Ақтөбе қ.*

Электр энергиясын пайдалану тиімділігін арттыруда негізгі рөл заманауи энергия үнемдейтін технологияларға тиесілі. ХХ ғасырдың 70-ші жылдарындағы энергетикалық дағдарыстан кейін Батыс Еуропа экономикасының дамуында, ал нарықтық реформалар басталғаннан кейін біздің елде де олар басымдыққа ие болды. Сонымен қатар, оларды жүзеге асыру, айқын экологиялық артықшылықтардан басқа, айтарлықтай нақты пайда әкеледі - энергия шығындарына байланысты шығындарды азайту.

Әлемдік экономика мен әлем халқының өсуі энергоресурстарға деген қажеттілікті арттыра түсті. Соңғы ширек ғасыр аралығында жалпы әлемдік энергия тұтыну көрсеткіші 56% - ға артқан.

Қазақстан экономикасының дамуымен энергоресурстарға деген қажеттілік тек қана өсуде. Елімізде энергия ресурстарын негізгі тұтынушы бағыт өнеркәсіп саласы болып табылады. Электр энергиясының 67% ірі өнеркәсіп тұтынушыларына тиесілі.

Қазіргі уақытта энергия тиімділігі - технологиялық дамудың, экономиканы жаңғырту мен әртараптандырудың барлық аспектілерін, ең бастысы-экономиканың бәсекеге қабілеттілігі мен тиімділігінің өсуін қамтитын әлемдік экономиканың басты тренді. Біздің еліміз үшін энергия тиімділігінің саяси тренді берілген.

2025 жылға дейінгі Стратегиялық жоспарда Қазақстанның ЖІӨ-нің энергия сыйымдылығын 2025 жылға қарай кемінде 25% - ға төмендету жөніндегі міндет айқындалды. Бұл ретте, тәуелсіздік кезеңінде ЖІӨ энергия сыйымдылығы 56%-ға төмендесе, бұл кезеңде әлемдік экономиканың энергия сыйымдылығы 26%-ға төмендегенің атап өткен жөн [1].

Соңғы он жылда Қазақстанда энергия үнемдеу және энергия тиімділігін арттыру саясатының негізгі құралдары құрылды: бұл ең алдымен:

- энергия үнемдеудің заманауи жүйесінің негізі болып табылатын 2012 жылы қабылданған жаңа заң;

- энергия үнемдеуге алғашқы қадам болған Қазақстан Республикасының энергия тиімділігін арттырудың 2012-2015 жылдарға арналған кешенді жоспары, құжатта энергия сыйымдылығын төмендету бойынша бірінші мақсаттар айқындалды;

- "Энергия үнемдеу – 2020" мемлекеттік бағдарламасы, онда 9 бағыт бойынша экономиканың түрлі секторларында энергия үнемдеуді және энергия тиімділігін арттыруды жеделдетуге бағытталған қосымша шаралар көзделген;

- энергия үнемдеудің өңірлік кешенді жоспарлары;

- Ұлттық энергия үнемдеуді дамыту институты анықталды;

- Жапонияның тәжірибесі бойынша Мемлекеттік энергетикалық тізілім құрылды, оның субъектілері 200 млрд. теңгеден астам мөлшерде үнемдеуге қол жеткізді;

- жыл сайын 2 млрд теңгеге бағаланатын энергия аудиті жаңа нарығы құрылды;

- "Бес институциялық реформаны іске асыру бойынша 100 қадам" Ұлт жоспарының 59-қадамын іске асыру шеңберінде энергия сервистік қызметтер нарығы дамуда, оны іске асыру құралы энергия тиімділігі картасы болып табылады;

- Дүниежүзілік банк, БҰҰ Даму Бағдарламасы, Еуропалық Қайта Құру және даму банкі, Герман энергетикалық агенттігі және басқалар сияқты стратегиялық серіктестермен ынтымақтастық жолға қойылған [2].

Қазақстанда электр энергиясын өндіруді әртүрлі меншік нысанындағы 207 электр станциясы жүзеге асырады. 01.01.2023 жылғы жай-күй бойынша Қазақстан электр станцияларының жалпы белгіленген қуаты 24523,7 МВт, иелік қуаты 20761,7 МВт құрайды.

Электр станциялары ұлттық маңызы бар электр станциялары, өндірістік маңызы бар электр станциялары және өңірлік маңызы бар электр станцияларына бөлінеді.

Ұлттық маңызы бар электр станцияларына электр энергиясын өндіруді және Қазақстан Республикасы электр энергиясының көтерме сауда нарығында сатуды қамтамасыз етуші ірі жылу электр станциялары жатады:

- Б.Г.Нұржанов атындағы «Екібастұз ГРЭС-1» ЖШС;

- «Екібастұз ГРЭС-2 станциясы» АҚ

- ERG «ЕЭК» АҚ, «Евразийская группа» ЭС;

- «Топар бас энергия тарату станциясы» ЖШС;

- «Т.И. Батұров атындағы «Жамбыл ГРЭС-і» АҚ;

Сонымен қатар қосымша ретінде және ҚР БЭЖ жүктеме кестесін реттеу үшін қолданылатын жоғары қуатты гидравликалық электр станциялары:

- «Қазцинк» ЖШС Бұқтырма ГЭК;

- «АЭС Өскемен ГЭС» ЖШС;

- «АЭС Шүлбі ГЭС» ЖШС.

Өндірістік маңыздылығы бар электр станцияларына ірі өндірістік кәсіпорындарды және жақын жерлердегі елді мекендерді электр-жылумен жабдықтауға арналған электр және жылу энергиясын аралас өндіруші ЖЭО-лар жатады:

- «Караганда Энергоцентр» ЖШС ЖЭО-3;

- «Арселор Миттал Темиртау» АҚ ЖЭО БАС, ЖЭО-2;

- ERG «ССТБӨБ» АҚ ЖЭО, «Евразийская группа»;

- «Kazakhstan energy» ЖШС Балқаш ЖЭО, Жезқазған ЖЭО;

- ERG «Қазақстан Аллюминий» АҚ ЖЭО-1, «Евразийская группа» және басқалары.

Өңірлік маңызы бар электр станциялары – өңірлік электр желілік компаниялар және энергия жеткізуші ұйымдар арқылы электр энергиясын сатушы, сонымен қатар жақын арадағы қалаларды жылумен жабдықтаушы аумақтармен біріктірілген ЖЭО.

Еуропалық сарапшылардың пікірінше, өнеркәсіпте орташа қозғалтқыш жыл сайын тұтынатын электр энергиясының өзіндік құнынан 5 есе дерлік жоғары. Осыған байланысты энергияны үнемдейтін технологияларды қолдану және электр жетектерін қолданатын жабдықты оңтайландыру қажеттілігі айқын. Бұл мәселені шешудің кешенді тәсілін, мысалы, технологиялық және өндірістік процестерді автоматтандыруға арналған өнім шығаруға маманданған жапондық Omron концерні ұсынады.

Атап айтқанда, кірістірілген энергияны оңтайландыру функциялары бар айналымы жиілікті жетектер өздерін жақсы дәлелдеді. Түпнұсқа - тұтынылатын электр энергиясының 30-50% дейін үнемдейтін нақты жүктемеге байланысты олардың айналымы жиілігінің икемді өзгеруі. Бұл жағдайда көбінесе стандартты электр қозғалтқышын ауыстыру қажет емес, бұл әсіресе өндірісті жаңғырту кезінде маңызды.

Қазақстанның энергетикалық секторының энергия тиімділігін арттырудың негізгі міндеті – энергия ресурстарының көлемін азайту. Бұл электр станциялары мен қосалқы станциялардың өз қажеттіліктеріне тұтынуды азайту, сондай-ақ оны желілер арқылы беру кезінде электр энергиясын жоғалтуды азайту, мониторинг тетіктерін жетілдіру арқылы мүмкін болады.

Энергияны тұтыну және объектілерді энергия және басқа да энергетикалық ресурстарды есепке алу аспаптарымен жабдықтау, есепке алу аспаптарының деректері негізінде ақпаратты жинау және талдау процесін ұйымдастыру.

Қазақстанның энергетикалық жүйесі кеңейтілген желілермен және негізгі энергия көздерінің тұтыну орталықтарымен сипатталады. Бұл шығынның артуына әкеледі. Оған қоса, Қазақстан үшін теріс әсер ететін күрт континенттік климатпен сипатталады кернеуі 220 кВ және одан жоғары электр желілеріндегі тәжі жоғалтулар бойынша (жалпы шығындардың 20-30% құрайды).

Энергияны үнемдеу режимі әсіресе уақыттың бір бөлігін жүктемемен жұмыс істейтін механизмдерге - конвейерлерге, сорғыларға, желдеткіштерге және т.б. үшін өзекті болып табылады. Қуатты тұтынуды азайтудан басқа, айналымы жиілікті жетектерді пайдаланудың экономикалық тиімділігіне жұмыс істеу мерзімін ұзарту арқылы қол жеткізіледі. электрлік және механикалық жабдықтар, бұл қосымша артықшылыққа айналады. Мұндай энергияны үнемдейтін электр жетектері мен автоматтандыру құралдарын өнеркәсіптік кәсіпорындардың көпшілігінде және тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық саласында: элеваторлар мен желдеткіш қондырғылардан бастап энергияны ысырап ету ескірген және ескірген жабдықтардың болуымен байланысты кәсіпорындарды автоматтандыруға дейін енгізілуі мүмкін. Түрлі дереккөздерге сәйкес, Еуропа елдерінде пайдалануға енгізілген электр жетектерінің 80% -ы қазірдің өзінде реттелетін. Біздің елімізде олардың үлесі бұрынғысынан әлдеқайда төмен, ал энергия үнемдейтін технологияларды пайдалану қажеттілігі күннен-күнге өзекті болып отыр.

Тұрғын үй және кеңсе үй-жайларында қолданылатын ең «үнемдегіш» жабдыққа барлық дерлік климаттық жабдықтар, ең алдымен кондиционерлер кіреді. Әрине, энергия тиімділігі үшін күрес тұрмыстық техниканың бұл санатынан өте алмады.

Желдету және ауаны баптау жүйелерінің энергия сыйымдылығын төмендету саласындағы мойындалған органдар Noval (Лихтенштейн) және Dantherm (Дания) болып табылады. Олар өз өнімдерінде жоғары өнімділікті сақтай отырып, энергия шығындарын азайту үшін соңғы технологиялар мен дизайн әзірлемелерін пайдаланады.

Мысалы, Noval қондырғыларының айырықша ерекшелігі патенттелген ауа дистрибуторын пайдалану болып табылады, ол 3,5-тен 18 м-ге дейінгі диапазондағы жеткізу ағынының қалыптасуын қамтамасыз етеді. Ауа ағынын айналдыратын қалақтардың автоматты түрде реттелетін орны. Бұл дизайнның негізгі артықшылығы ауа алмасуының, ауаның рециркуляциясының және жылууды қалпына келтірудің жақсаруына байланысты жоғары энергия тиімділігі болып табылады.

Жанбайтын жылу оқшаулауды өндіруде әлемдік көшбасшы болып табылатын ROCKWOOL сарапшыларының пікірінше, энергияны үнемдеудің үш негізгі бағытын бөліп көрсету керек.

Біріншіден, бұл жылу өндіру және тасымалдау кезеңіндегі ысыраптарды азайту, яғни жылу электр станцияларының жұмыс тиімділігін арттыру, үнемсіз жабдықтарды ауыстыру арқылы орталық жылу станциясын жаңғырту, жылу желілерін төсеу және жаңғырту кезінде төзімді жылу оқшаулағыш материалдар.

Екіншіден, сыртқы қоршау конструкциялары үшін (ең алдымен қасбеттер мен шатырлар) жылу оқшаулау шешімдерін кешенді пайдалану арқылы ғимараттардың энергия тиімділігін арттыру. Атап айтқанда, ROCKFACADE қасбеттік оқшаулау сылақ жүйелері сыртқы қабырғалар арқылы жылу жоғалуын кем дегенде екі есе азайта алады.

Және, үшіншіден, жылуды қалпына келтіру функциялары бар автоматты реттеу және желдету жүйелері бар жылыту радиаторларын пайдалану.

Соңғы жылдары энергияны үнемдейтін барлық технологиялар пассивті үй деп аталатын, яғни қоршаған ортаға барынша қолайлы тұрғын үй концепциясына біріктірілді. Батыс Еуропада енді пассивті үйлер жылына 15 кВт, сағ / м<sup>3</sup>-ден аспайтын энергия тұтынумен салынып жатыр, бұл әдеттегі отандық қарағанда 10 еседен астам үнемді. Мұндай ғимараттарды әлемдік құрылыстың болашағы деп айта аламыз, өйткені олар шын мәнінде адамдардан және электр құрылғыларынан бөлінетін жылумен жылытылады [3].

Соңғы жылдары энергияны үнемдейтін барлық технологиялар пассивті үй деп аталатын, яғни қоршаған ортаға барынша қолайлы тұрғын үй концепциясына біріктірілді. Батыс Еуропада енді пассивті үйлер жылына 15 кВт, сағ / м<sup>3</sup>-ден аспайтын энергия тұтынумен салынып жатыр, бұл әдеттегі отандық «Хрущевке» қарағанда 10 еседен астам үнемді. Мұндай ғимараттарды әлемдік құрылыстың болашағы деп айта аламыз, өйткені олар шын мәнінде адамдардан және электр құрылғыларынан бөлінетін жылумен жылытылады [4].

Осылайша, энергия үнемдеу технологиялары бірден бірнеше мәселені шешуге мүмкіндік береді: энергия ресурстарының айтарлықтай бөлігін үнемдеуге, отандық тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық мәселелерін шешуге, өндіріс тиімділігін арттыруға және қоршаған ортаға жүктемені азайтуға мүмкіндік береді.

Осылайша, өнеркәсіпте энергия тиімділігі мен энергияны үнемдеудің негізгі бағыттары жаңаларын енгізу болып табылады

Энергия үнемдейтін өндіріс технологиялары, жабдықты қайта құру және ауыстыру арқылы меншікті электр желілеріндегі ысыраптарды азайту, ауыспалы режимде жұмыс істейтін электр қозғалтқыштарына жиілікпен басқарылатын жетектерді орнату, автоматтандыру, жекелеген тораптар мен тораптарды пайдалану, негізгі және қосалқы өндірісті жаңғырту, тиімділігі төмен және энергияны жоғары тұтынуы бар жабдықты пайдаланудан бас тарту.

### Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

- 1 <https://www.kegoc.kz/electric-power/elektroenergetika-kazakhstan/>
- 2 <https://egemen.kz/>
- 3 Возобновляемая энергетика в Казахстане, <http://www.kazenergy.com/ru/2-44-45-2011/1473-2011-07-29-17-55-58.html>. Режим доступа: 10.05.2022
- 4 Абдимуратов Ж.С. Шунгит тегіне негізделген электромагнитті сәулелену жұтқыштары [Текст] / Ж. С. Абдимуратов, Ж. Д. Манбетова, М. Н. Иманкул, К. С. Чижимбаева, Д. А. Давронбеков News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan-Series of Geology and Technical Sciences / Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук (Scopus)



## ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТУРБОАГРЕГАТОМ ТЕПЛОВОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

*Манапова Н.М., докторант 3 курса  
Северо-Казахстанский университет имени М.Козыбаева  
г. Петропавловск*

Целью данного исследования является разработка интеллектуальной системы (ИС) управления для крупномасштабной промышленной системы, а именно турбоагрегата электростанции, на основе новой структуры. Чтобы справиться с трудностями в управлении крупномасштабной системой с большой сетью датчиков и исполнительных механизмов, концепция многоагентной системы (MAS) используется в качестве основного метода решения.

Фундаментальный принцип MAS заключается в улучшении взаимодействия между агентами, которые являются автономными, надежными и гибкими программами мониторинга и управления. MAS хорошо подходит для распределенного управления электростанциями, поскольку совместные и обсуждаемые решения являются средствами для распределенной автономии, надежного управления и гибкой автоконфигурации. MAS может управлять работой турбины в частности и электростанции в целом самостоятельно, в то время как в традиционной распределенной системе управления необходимо вмешательство оператора.

Для обеспечения бесперебойной работы турбоагрегата крупномасштабной электростанции системы мониторинга и управления распределены и автоматизированы для каждой подсистемы электростанции. Взаимодействие должно осуществляться на современной архитектуре с одним агентом и многоагентной системой для обеспечения совместной и согласованной работы в непредсказуемой и динамичной среде. На основе архитектур одноагентных и многоагентных систем могут быть разработаны интеллектуальные системы мониторинга и управления, которые обеспечат не только стабильную и маневренную работу агрегата, но также более автономную, эффективную и оптимальную работу на электростанции.

Хотя с MAS представлены различные приложения, предлагаемые архитектуры одноагентной и многоагентной системы уникальны для применения модульных систем. Агент может не только выполнять задачу с помощью проактивного свойства, но также сгруппированные агенты могут решать проблемы вместе, так что интеллектуальные функции становятся более мощными. Организации агентов в других приложениях обычно фиксированы, но предлагаемая система динамической организации позволяет перенастроить организацию агентов для оптимальной работы электростанции.

Системы управления будут состоять из интеллектуального эталонного регулятора для генерации оптимальных установок, интеллектуальной системы идентификации для сохранения стабильности, интеллектуальных «эвристических» систем оптимального управления для оптимальных управляющих воздействий и адаптивной настройки усиления. Системы мониторинга будут включать интеллектуальную диагностику неисправностей и мониторинг производительности в режиме онлайн. Наконец, конфигурация интеллектуального управления на основе многоагентной системы (MAS-IC) будет адаптирована для разработки динамической системы организации для повышения производительности. Инженеры по защите используют данные с различных устройств мониторинга для выполнения диагностики нарушений после неисправности. В прошлом были разработаны гетерогенные интеллектуальные системы для интерпретации данных и предоставления информации инженерам для оказания помощи. задача диагностики нарушений [1].

Поскольку электроэнергетические компании сталкиваются с быстро развивающимся регулированием и конкурентным рынком электроэнергии, многие коммунальные предприятия сокращают штат своих сотрудников, чтобы оставаться конкурентоспособными. В этих условиях эксплуатационные требования к безопасности, надежности и эффективности энергосистемы становятся все выше и выше. Это ставит перед исследовательским

сообществом сложную задачу по разработке новых технологий, которые принесут пользу коммунальной отрасли.

Крупномасштабная электростанция описывается как сложные динамические системы со значительными неопределенностями, которые привели к революции по сравнению с обычными методами управления [2]. Однако для практических ситуаций следует рассмотреть новую методологию с реалистичной реализацией. По мере развития технологий в компьютерной инженерии управление электростанцией может использовать расширенные вычислительные возможности и новейшие алгоритмы для улучшения работы. Усовершенствованные методы управления, сетей и интеллектуальных систем могут позволить разработать стратегии, которые позволят энергетическим системам работать с более высоким уровнем гибкости, эффективности и мощности.

Текущая общая генерирующая мощность в Казахстане составляет 20 000 МВт, и она продолжает расти. Внедряемые новые электростанции становятся все крупнее и сложнее для управления многими распределенными подсистемами. Требуется, чтобы крупномасштабная электростанция имела новую систему управления для эффективной, разумной и оптимальной работы.

Существует несколько стратегий управления для электростанции, особенно в системе котел-турбина: управление котлом, управление турбиной и скоординированные стратегии управления котлом и турбиной [3].

В режиме слежения за котлом котел ожидает работы турбины, чтобы обеспечить требуемую выработку. Преимущество этого подхода - быстрая реакция на изменения нагрузки, но этот подход показывает менее стабильное регулирование давления дроссельной заслонки, поскольку котлу требуется некоторое время для согласования с турбиной (инерция).

В режиме слежения за турбиной турбина следует за действиями котла, чтобы обеспечить требуемую выработку. Преимущество этого подхода заключается в его очень стабильной реакции на изменения нагрузки с минимальными колебаниями давления пара и температуры, но этот подход не использует способность аккумулирования энергии котла, что приводит к довольно медленной реакции.

В режиме скоординированного управления (Coordinated Control CC) мощность и давление одновременно подаются на регуляторы котла и турбины. Стратегия CC предназначена для синтеза преимуществ двух различных стратегий при минимизации их недостатков. Они пытаются уловить стабильную характеристику режима слежения за турбиной и характеристику быстрого отклика режима слежения за котлом. Для достижения быстрого отклика турбогенератор может потреблять энергию, запасенную в котле. Для достижения стабильности система управления котлом регулирует скорость сжигания топлива в соответствии с требуемой нагрузкой, не позволяя турбине превышать энергию, обеспечиваемую котлом.

Чтобы система управления имела более стабильную и быструю реакцию на изменения нагрузки, в этой работе используется схема CC, которая требует эталонов (или заданных значений) для контуров управления котлом и турбиной.

В режиме CC используется фиксированная нелинейная функция для получения заданных значений (требований) для управления котлом и турбиной. Однако фиксированное нелинейное отображение не позволяет оптимизировать процесс в рабочих условиях, отличных от исходных. Поэтому требуется эталонный регулятор, который может генерировать эталонные значения для CC, рассматриваемого в балансе работы электростанции. Чтобы реализовать эталонный регулятор, должны быть выполнены следующие требования:

- Агрегат должен удовлетворять потребность в нагрузке, которая управляется из центрального диспетчерского центра.
- Должны быть выполнены строгие требования по консервации и продлению срока службы основного оборудования электростанций.
- Чтобы быть конкурентоспособным на рынке электроэнергии, он должен иметь высокую степень эффективности. Кроме того, на электростанции необходимо учитывать экологические характеристики.

Для достижения этих требований имеются различные математические подходы для многокритериальной оптимизации электростанций, такие как минимизация ошибок отслеживания нагрузки, максимизация срока службы, минимизация расхода топлива и потерь тепла, минимизация выбросов загрязняющих веществ и т. д.

Есть несколько примеров многокритериальной оптимизации на малом энергоблоке. Гардуно-Рамирес и Ли (2000) представили нелинейное целевое программирование (Nonlinear Goal Programming NGP) для многокритериальной оптимизации, чтобы получить оптимальное соответствие между потребляемой нагрузкой агрегата и установкой давления. Как правило, метод NGP минимизирует показатель отклонений от целевых показателей вместо того, чтобы напрямую минимизировать целевые функции, Чанг и др. (2003) представили генетический алгоритм (Genetic Algorithm GA) для многокритериальной оптимизации с использованием общей функции полезности, которая составляет единую целевую функцию через взвешенную сумму всех целей.

Однако оба подхода неприменимы для оперативной оптимизации электростанции из-за сложности вычислений и медленной сходимости. Когда потребность агрегата в нагрузке постоянно изменяется, оптимизация должна выполняться очень быстро, если агрегат должен находиться в режиме следования за нагрузкой. Более того, по мере увеличения количества целей на электростанции метод оптимизации требует предоставления высококачественного решения, быстрой сходимости и простой реализации.

Сообщество эволюционных вычислений (Evolutionary Computation EC) уже много лет проявляет значительный интерес к оптимизации. В последнее время растет интерес к оптимизации роя частиц (Particle Swarm Optimization PSO), как разновидности EC, для поиска глобального оптимального значения на основе случайного поиска в широком диапазоне инженерных задач. PSO был разработан для задач нелинейной непрерывной оптимизации на основе опыта, полученного при изучении искусственной жизни и психологических исследованиях. Кеннеди и Эберхарт (1995) разработали PSO на основе аналогии со стаей птиц и косяком рыб. Одним из основных направлений исследований является изучение того, как естественные существа ведут себя как рой, и реконфигурация модели роя с помощью вычислений. В соответствии со многими ссылками, методы PSO могут обеспечить высококачественные решения с простой реализацией и быстрой конвергенцией.

Существует еще один тип вариации EC - алгоритм дифференциальной эволюции (Differential Evolution DE). DE вырос из попыток Кена Прайса решить проблему аппроксимации полинома Чебышева, которую ему поставил Стом. Основная идея заключается в использовании векторных разностей для возмущения векторной популяции. Таким образом, методы PSO и DE могут быть рекомендованы для решения задач динамической многокритериальной оптимизации и оперативной реализации при эксплуатации электростанции.

Для обеспечения распределенной автономии в управлении крупномасштабной электростанцией может быть также использована концепция MAS. Хотя существует много ссылок на MAS, концепция MAS не включает, как проектировать системы управления и мониторинга. Одним из основных достоинств данных исследований является применение методологии разработки MAS для источника питания. Во-вторых, интеллектуальный эталонный регулятор будет способствовать оптимальной работе электростанции, генерируя оптимальные установки и входные сигналы прямого управления для контуров управления на электростанции. Традиционные аналитические методы проектирования эталонного регулятора для таких сложных систем трудноразрешимы, но интеллектуальные методы, реализованные в этом новом эталонном регуляторе, делают его конструкцию пригодной даже для чрезвычайно сложных систем. Затем, с помощью новой системы управления, старую систему управления можно модернизировать для улучшения в реальных условиях. Предлагаемые эвристические методы оптимизации, основанные на традиционной системе управления, позволят проводить оптимизацию в реальном времени на электростанциях. Наконец, интеллектуальная диагностика неисправностей - это новый тип системы мониторинга, использующий модели на основе нейронных сетей в качестве номинальной модели несуществующих неисправностей для сравнения с реальной работой предприятия.

## Список литературы

- 1 A multiagent architecture for protection engineering diagnostic assistance-Web of Science Core Collection
- 2 Miranda, V. and N. Fonseca. EPSO-evolutionary particle swarm optimization, a new algorithm with applications in power systems. [Text]/ Proceeding IEEE Transmission and Distribution Conference and Exhibition. -2020. Vol. 2. -P. 6-10.
- 3 Stom, R. and K. Price. Differential evolutionary-a simple and efficient adaptive scheme for global optimization over continuous spaces [Text] / ICSI Technical Report TR-95-012, Available. 1996. <http://http.icsi.berkeley.edu/cgi-bin/pubs/index.nl>.

УДК 62:83:52:621.867.1

### СПОСОБ СОРТИРОВКИ КРУГЛОГО ЛЕСА, ПОВЫШАЮЩИЙ ТОЧНОСТЬ УПРАВЛЯЮЩЕГО КАНАЛА

<sup>1</sup>Сарбасова Н.Д., старший преподаватель

<sup>2</sup>Умурзакова А.Д., старший преподаватель

<sup>1</sup>Торайгыров университет, г. Павлодар

<sup>2</sup>Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина  
г. Астана

На сегодняшний день в лесопромышленном производстве для сортировки круглых лесоматериалов применяют различные способы сортировки круглого леса, причем, важное значение имеет синхронизация работы устройства сортировки, перемещения бревна к бункеру накопителя и сбрасывающих устройств.

Измерительные системы выполняются в основном бесконтактными, автоматически, а управление осуществляется контроллерами или промышленным компьютером, что расширяет возможности измерительных устройств и повышает точность измерений на предприятиях лесопромышленного комплекса [1].

Для сортировки и сброса круглых лесоматериалов к месту складирования и сброса их в соответствующий штабель, применяется метод, основанный на использовании следящей системы с записью на бумажную ленту. Принципиальная конструкция синхронно-следящей системы представляет собой лентопротяжное устройство, которое является моделью сортировочного лесотранспортера, а запись информации на магнитной ленте производится специальным устройством, сигнал на срабатывание, которому подается в момент прохождения сортирента у сигнального флажка [2].

Однако, при применении данного способа случайные возмущения, износы звеньев цепи, деформация цепи при различной загрузке транспортера приводят к недостаточной точности управления сбросом круглого леса, и невозможность повторного использования киноленты.

Сортировку круглых лесоматериалов к месту складирования и сброса их в соответствующий штабель проводят методом, основанным на использовании централизованной синхронно следящей сортировочной системы.

Централизованные синхронно следящие сортирующие системы производят сортировку лесоматериалов по любым признакам. Принцип работы этих систем основан на масштабном слежении за движущимся сортирентом. Это слежение производится различными способами, поэтому такие устройства представляют собой физическую модель сортировочного транспортера и размещенного в нем сортирента. Транспортер выполнен лентопротяжным механизмом [2, 3].

Недостаток этого способа заключается в том, что он не находит широкого применения и имеет недостаточную точность управления сбросом круглого леса.

В связи с этим авторами поставлена задача, разработать способ повышения точности управления сбрасывателями круглого леса на продольных транспортерах, который позволяет повысить точность результата.

Поставленная задача достигается тем, что управляющим (информационным) каналом является вращающийся вал ведущего, или ведомого туера, или специального вала индивидуального привода, частота вращения которого равна полусумме частот вращения ведущего и ведомого туеров (средняя частота вращения ведущего и ведомого туеров).

При этом при управлении от ведущего туера появляются ошибки управления сбрасывателями, вызванные зазорами в цепи транспортера, неточностью изготовления и износом звеньев цепи, различным коэффициентом загрузки транспортера, упругой деформацией цепи транспортера и др.

Ошибки возникают также при управлении от ведомого туера по вышеперечисленным причинам, кроме того, для исключения ошибки управления предлагается сформировать управляющий канал (вал), частота вращения которого равна среднему значению или полусумме частот вращения ведущего и ведомого туеров (средняя частота вращения ведущего и ведомого туеров).

Неоднозначность определения положения транспортера через вращение ведущего туера и через вращение ведомого туера приводит к появлению ошибки управления сбрасывателями круглого леса, которая характеризует точность управления сбрасывателями на сортировочном транспортере [4].

При этом при использовании и определении ошибки управления от ведущего или ведомого туеров численное значение полученной ошибки является равнозначным, но противоположным по знаку, и не уменьшается по величине, кроме того, для уменьшения ошибки вводится канал управления, учитывающий движение ведущего и ведомого туеров.

На рисунке 1 приведена общая схема для сортировки круглого леса согласно заявляемому способу.

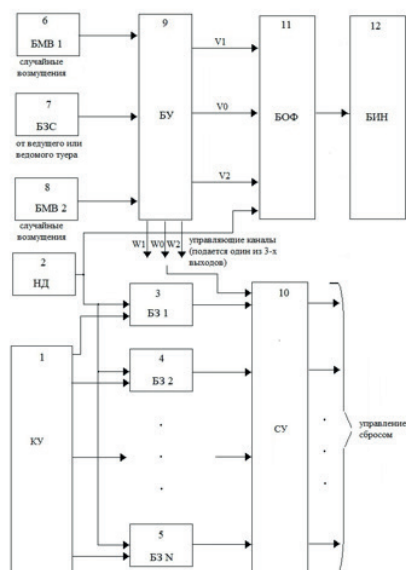


Рисунок 1 - Общая схема для сортировки круглого леса

Оператор подает сигнал адреса с пульта управления сортировкой круглого леса кнопкой управления 1 (КУ) и этот блок поступает на блок задания адреса 3-5 (БЗ 1 – БЗ N)



(устройства записи). Адрес вводится в систему сортировки в сортировочное устройство 10 (СУ) по сигналу нулевого датчика 2 (НД).

Выходом сортировочного устройства являются команды управления сбрасывателями управление сбросом.

На сортировочное устройство 10 (СУ) также подается один из 3-х управляющих каналов, который получен следующим образом:

С ведущего и ведомого туеров - блока задания частоты вращения туеров 7 (БЗС) - поступает информация о частоте вращения на блок управления 9 (БУ), на выходе которого формируются три управляющих канала (от туера ведомого, ведущего и привода управляющего канала)  $W_1$ ,  $W_2$ ,  $W_3$ , и три других выхода - линейные скорости  $V_1$ ,  $V_2$ ,  $V_3$  поступают на блок определения фиксации ошибки 11 (БОФ), в котором формируется ошибка управления, и выводится на блок индикации 12 (БИ).

При этом случайные возмущения в виде зазоров в цепи транспортера, неточности изготовления и износа звеньев цепи, различных коэффициентов загрузки транспортера, упругой деформации цепи транспортера и др. также вводятся в блок управления 11 (БУ) с помощью блоков механического воздействия 6 (БМВ 1) и 8 (БМВ 2).

Для подтверждения работоспособности предложенного способа синхронизации работы синхронно следящих устройств круглого леса с перемещением на цепных транспортерах и получения результатов были проведены имитационные эксперименты с помощью прикладной программы *MatLab* с использованием тахогенераторов, как датчиков угловой частоты вращения ведущего и ведомого туеров, и регулируемого электропривода для реализации управляющего канала, формирующего задающий сигнал для синхронизации работы сортирующего устройства с перемещением транспортера [5].

Для адресации штучных грузов на продольных цепных транспортерах большой протяженности сортировочные устройства управления сбрасывателями круглого леса на продольных транспортерах могут быть выполнены в виде непрерывных или дискретных систем.

Управляющим (информационным) каналом является вращающийся вал ведущего, или ведомого туера, или специального вала индивидуального привода, частота вращения которого равна полусумме частот вращения ведущего и ведомого туеров (средняя частота вращения ведущего и ведомого туеров).

При управлении от ведущего или ведомого туеров появляются ошибки управления сбрасывателями, вызванные зазорами в цепи транспортера, неточностью изготовления или износом звеньев цепи, различным коэффициентом загрузки транспортера, упругой деформацией цепи транспортера и др.

Таким образом, предложенный способ за счет контроля полной погрешности управления накопителями сортировочным устройством и определения результирующей ошибки слежения и инструментальной ошибки сортировочного устройства позволяет повысить точность управления сбрасывателями круглого леса на продольных транспортерах.

### Список литературы

1 Кладиев С.Н., Сарбасова Н.Д., Умурзакова А.Д. Применение тахогенератора и регулируемого электропривода для замены механического управляющего канала для синхронно-слеющих сортировочных устройств круглого леса [Текст] / Электротехнические и информационные комплексы и системы, -2022. -№ 1. - Т. 18. -С.154 – 167.

2 Петровский В.С. Автоматизация лесопромышленных предприятий [Текст]: - М.: Издательский центр «Академия», 2005. -302 с.

3 Петровский, В.С. Автоматизация технологических процессов и производств в деревообрабатывающей отрасли [Текст]: под ред. В.С. Петровского // В.С. Петровский, А.Д. Данилов. – Воронеж: Воронеж. гос. лесотехн. акад., 2010. – 432 с.

4 Functional control synthesis of single-phase low power motor drives [Текст] / Demytyev Y.N., Koyain N.V., Umurzakova A., Meshkov A.S., Aung M.T., Susdorf V.I. Austrian Journal of Political Science. -2019. -Т. 19. -№ 21. С. е7. (Scopus) <https://eudl.eu/doi/10.4108/eai.12-9-2018.155861>

5 Терёхин В.Б. Кладиев С.Н. Ивашутенко А.С., Рудевский В.М. Разработка моделей элементов автоматизированного электропривода в среде R2017b. [Текст] / Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2021. – С.515.

УДК: 621.311

## СОСТОЯНИЕ И РАЗВИТИЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ В УСЛОВИЯХ КАЗАХСТАНА

*<sup>1</sup>Шерьязов С. К., д.т.н., профессор*

*<sup>2</sup>Жумажанов С.К., к.т.н., ст. преподаватель*

*<sup>1</sup>Южно-Уральский государственный аграрный университет  
г. Челябинск, РФ*

*<sup>2</sup>Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина  
г. Астана*

Электроэнергетика как важная отрасль экономики страны должна развиваться опережающими темпами и накладывает большую ответственность за ее состояние и развитие. При этом в условиях создания энергетической безопасности страны еще необходимо решать вопросы экологической безопасности, поскольку электрические станции, работающие на базе углеродного топлива, оказывают существенное влияние на окружающую среду [1].

Инструментом обеспечения потребителей электрической энергией, средством преобразования, распределения и передачи электроэнергии в Казахстане является Национальная электросетевая компания (НЭС), входящая в состав Единой энергетической системы (ЕЭС). Главной задачей ЕЭС является надежное энергоснабжение, главным образом качественной электрической энергией.

Для решения вопросов производства, передачи и потребления электрической энергии еще в 1969 году создана ЕЭС Казахстана, которая в начале представляла собой небольшую изолированную систему. В условиях своего развития, в 70 – 80 годы ЕЭС Казахстана превратился в большое энергообъединение в составе ЕЭС СССР с годовым потреблением порядка 100 млрд кВт·ч и генерацией 83 млрд кВт·ч, с максимумом потребления 15600 МВт и генерации 12700 МВт [2].

В 90-е годы по известным нам причинам произошел спад потребления электрической энергии и практически произошло снижение ее в два раза, около 50 млрд кВт·ч. В эти годы, из-за неплатежей и несбалансированности энергосистемы, ЕЭС Казахстана работала в изолированном режиме и наблюдались недопустимые отклонения частоты, происходили крупнейшие системные аварии с полным погашением потребителей.

Для стабильного энергоснабжения с 2000 года начинается реформирование энергетики Казахстана путем создания энергорынка. В результате была восстановлена параллельная работа ЕЭС Казахстана с ЕЭС России и организована параллельная работа с ОЭС Центральной Азии. Благодаря повышению надежности электроснабжения и качества электрической энергии начинается рост производства и потребления электроэнергии.

В настоящее время, ЕЭС Казахстана сбалансирована по электроэнергии. Приказом Министра энергетики РК от 15.01.2020г. № 15, утвержден Прогнозный баланс электри-

ческой энергии на 2020-2026 годы (таблица 1), в которой приводился объем выработки и потребления электрической энергии в млрд кВт ч.

В действительности по данным Министерства энергетики Казахстана [3]: в 2022 году выработана 112,8 млрд. кВт.ч, что меньше прогноза на 3,3 млрд кВт.ч. На 2023 год прогноз выработки электроэнергии скорректирован в объеме 114,9 млрд кВт.ч, что меньше на 6 млрд кВт.ч. Анализ данных показывает, реальная выработка не меньше прогнозируемого потребления электрической энергии, что обеспечивается в целом энергобаланс. При этом потребление электроэнергии растёт опережающими темпами.

Таблица 1 – Прогнозный баланс электрической энергии в РК, млрд кВт.ч

Год	Выработка	Потребление
2020	113	108,8
2021	113,5	110,7
2022	116,1	112,7
2023	120,9	114,5
2024	123,5	118,0
2025	128,1	120,8
2026	128,5	124,1

Вместе с тем в ЕЭС Казахстана не обеспечивается дневной максимум, а в зимний период необходимый резерв мощности. Максимумы потребления в осенне-зимний период на величину аварийной до 1000 МВт и нормальной до 500 МВт покрывались от ЕЭС России. В ночные часы, наоборот, происходит выдача мощности из ЕЭС Казахстана в ЕЭС России до 500 МВт и более, причем по низкой цене чем в дневной пик [4].

В целях планомерного устойчивого развития энергетического комплекса Министерством энергетики утверждён Энергетический баланс до 2035 года, согласно которому ожидается рост новых мощностей почти в 2 раза. Для предупреждения рисков возникновения дисбалансов в энергосистеме и влияния высоких тарифов от вновь вводимых новых источников энергии предусматривается централизованный закуп электрической энергии и внедрение балансирующего рынка.

ЕЭС Казахстана в силу географического расположения делится на три зоны на Северную, Южную и Западную (рис.1). Наиболее энергоёмкой является Северная зона, затем Южная зона ЕЭС Казахстана [2].

Северная зона связана с энергосистемой России, а именно с ОЭС Урала и ОЭС Сибири линиями напряжением 500 кВ и с достаточной пропускной способностью. Благодаря транзиту происходит переток мощности и позволяет покрыть дневные максимумы Казахстана потребляя порядка 2% от объема потребляемой электроэнергии.

Северная и Южная зона связаны между собой протяжённым (1500 км) трёхцепным транзитом 500 кВ, с недостаточной пропускной способностью. В электрической сети 220-500 кВ «Север-Юг» появляется тяжёлый режим с перегрузкой, при допустимой 2100 МВт фактическая нагрузка достигает 2400 МВт. В этих условиях происходил разрыв транзита трижды с нарушением устойчивости со снижением частоты на Юге до 48 Гц.

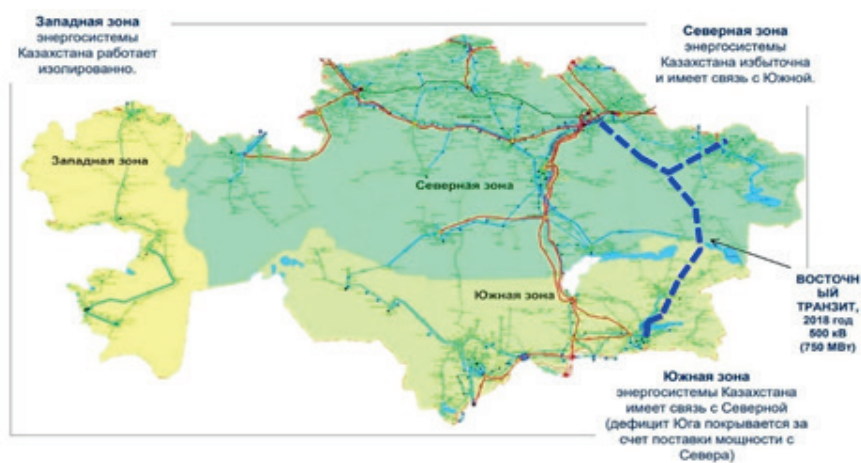


Рисунок 1 – Карта схема Единой энергосистемы Казахстана

Западная зона (Уральский, Атырауский, Мангышлакский энергоузлы) не имеет связей с Северной и Южной ЕЭС Казахстана. Надежность электроснабжения обеспечивается за счет ОЭС Волги России по сети 220 кВ.

Казахстан входит в Электроэнергетический Совета СНГ, который проводит совместные и скоординированные действия государств Содружества в области электроэнергетики, направленных на обеспечение устойчивого и надежного электроснабжения экономики и населения на основе эффективного функционирования объединения электроэнергетических систем государств – участников СНГ.

Параллельная работа электроэнергетических систем государств – участников СНГ является важным фактором обеспечения надежности. Это предполагает создание общего рынка электроэнергии, внедрение возобновляемых источников энергии (ВИЭ), а также развитие передовых энергетических технологий.

Основными факторами, определяющими развитие энергетических систем, являются:

- стремление повысить надёжность и эффективность энергетических систем;
- расширение доступности энергии с использованием инновационных технологий;
- обеспечение высокого уровня экологической и климатической безопасности.
- развитие электрификации экономики;
- расширение цифровизации и автоматизации энергетических систем

По данным Министерства энергетики РК, потребление электроэнергии в Казахстане растёт. Ежегодный прирост производства электроэнергии за последние пять лет составлял 2%, когда прирост её потребления – 3%. По прогнозам потребление в Казахстане продолжит расти, так с развитием экономики страны рост потребления электроэнергии ожидается 2030 году до 136 млрд кВт·ч, а к 2050 году – до 172 млрд кВт·ч. При этом важно обеспечить растущую потребность в электроэнергии за счет развития генерации и систем передачи электрической энергии.

Растущий спрос на электроэнергию и вывод из эксплуатации в силу высокого уровня износа основного оборудования электростанций в Казахстане потребует ввода новых мощностей: 11–12 ГВт к 2030 году и 32–36 ГВт к 2050 году. При этом Казахстан, несмотря на значительные запасы природных энергоресурсов намерен активно развивать ВИЭ и поставила перед собой задачу, чтобы их доля в 2030 году должна составить 10% в общем объеме производства электроэнергии, в 2050 году – 50% [5].

ВИЭ наиболее привлекательны в инвестиции и в последние несколько лет количество запущенных инвестпроектов приближается к сотне, а совокупный объем инвестиций в «зеленую» энергетику растет на несколько сотен миллионов долларов в год. Секрет инвестиционного бума – благоприятные природно-климатические условия, стимулирование инвестиции со стороны государства и т.д.

Вместе с тем бурное развитие ВИЭ сталкивается с проблемой балансирования мощностей в энергосистеме. Согласно прогнозному балансу электрической энергии ЕЭС РК, выработка электроэнергии ВИЭ должна вырасти более чем в два раза и достичь 5,6 млрд кВт.ч уже к 2023 году [5]. При этом с 2023 года данный показатель в прогнозе остается неизменным, что может говорить о политике ограничения ввода новых объектов ВИЭ. Имеется риск недостижения показателя по доли генерации электроэнергии от ВИЭ. Ввод ВИЭ сопряжен с усилением не только вопросов балансирования энергосистемы, а также обеспечением надежности ее функционирования в целом.

### Список литературы

- 1 Sheryazov S.K., Naumov I.V. et al. "Green technologies" elements by the individual residential buildings internal electrical networks operation. ESDCA-II-2022. IOP Publishing IOP [Text] /Conf. Series: Earth and Environmental Science, 2022. DOI:10.1088/1755-1315/1045/1/012153
- 2 Сухоплюев Ю. Текущее состояние и развитие ЕЭС Казахстана [Текст] / Энергетика. Алматы. 2021. -С.6-11.
- 3 <https://www.gov.kz/memleket/entities/energo?lang=ru>.
- 4 Трофимов Г.Г. Направление развития электроэнергетики Казахстана. Энергетика – вестник союза инженеров-энергетиков Республики Казахстан. -2021. -№ 3 (78). – С. 57-67.
- 5 Молдабаев К. Особенности балансирования энергосистемы Казахстана с ростом ВИЭ[Текст]/ Qazaq Solar, -2020. -№2 . - С. 18-29.

### Секция

#### РАДИОТЕХНИКА, ЭЛЕКТРОНИКА ЖӘНЕ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯЛАР

#### РАДИОТЕХНИКА, ЭЛЕКТРОНИКА И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ

---

УДК 621

#### АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ КАБЕЛЕЙ

*Мусагажинов М.Ж., докторант  
Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина  
г. Астана*

Волоконная оптика – это способ передачи информации через оптические волокна. Оптическое волокно - это тонкая нить из стекла или пластика, которая служит средством передачи, по которому передается информация. Таким образом, он выполняет ту же основную функцию, что и медный кабель, передающий телефонный разговор, компьютерные данные или видео. Однако, в отличие от медного кабеля, оптическое волокно переносит свет вместо электронов. При этом он обладает множеством неоспоримых преимуществ, которые делают его предпочтительным средством передачи информации.

В последнее время одним из наиболее перспективных и развивающихся направлений построения сети связи в мире являются ВОЛС. Широкое применение волоконно-оптиче-



ских телекоммуникационных систем в сетях связи обусловлено рядом их преимуществ по сравнению с электрически кабельными системами связи.

Передача информационных и шумовые импульсных сигналов в оптическом волокне может быть осуществлена двумя режимами – асинхронным и синхронным. Кроме того, передача информационного и шумового сигнала через оптическое волокно может быть однонаправленным и двунаправленным. При однонаправленной передаче информационный и шумовой оптические сигналы вводятся через один и тот же конец оптического волокна, в котором оба сигнала имеют одинаковое направление распространения в оптическом волокне. При двунаправленной передаче информационный и шумовой оптические сигналы вводятся из противоположных концов оптического волокна, в котором сигналы имеют противоположное направление распространения в оптическом волокне. При однонаправленном асинхронном режиме передачи в оптическом волокне информационный и шумовой оптические сигналы между собой не синхронизированы. Поэтому расположенных по времени импульсов, информационного и шумового сигналов относительно друг друга является переменным и изменяется случайным образом.

В соответствии с потребностями системы используется унифицированная система онлайн-мониторинга оптического кабеля, основанная на интеллектуальном облачном программном обеспечении. Система мониторинга состоит из центрального сервера и нескольких распределенных хостов. Каждый распределенный хост может поддерживать измерение по умолчанию по 32-канальной оптоволоконной линии связи и может открывать или закрывать соответствующие порты измерения в соответствии со своими собственными требованиями к тестированию. Топология архитектуры системы мониторинга показана на рисунке 1.

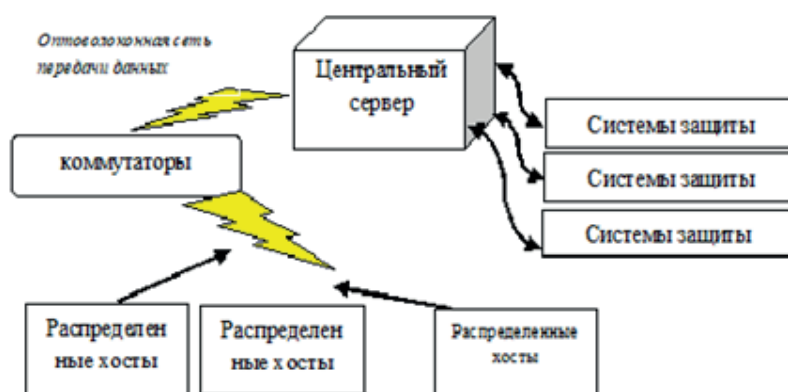


Рисунок 1 - Топология системы передачи информации

Сервер выполняет функции установления тестовой топологии оптического волокна для каждого тестового узла, управления пользователями, резервного копирования тестовых данных и переадресации сигналов тревоги. Распределенный хост отвечает за проверку и тестирование оптоволоконных линий и хранение данных о неисправностях.

Система информационного мониторинга и управления сетью связи на большинстве предприятий является относительно отсталой, что приводит к неспособности предприятий сформировать интегрированную информационную бизнес-платформу. В настоящее время информационная платформа поддержки эксплуатации сетей связи и управления техническим обслуживанием многих телекоммуникационных предприятий в основном использует развертываниережим управления, продвигаемый национальной сетью и провинциальной сетью, среди которых IMS, ISS и другие системы мониторинга сети и безопасности для управления эксплуатацией и техническим обслуживанием сети связи, в основном используют платформу, развернутую национальной сетью и провинциальной сетью. Кроме того, телекоммуникационным предприятиям не хватает специального ин-

тегрированного централизованного мониторинга работы сети связи. В системе супервизии вся управленческая работа может выполняться только персоналом по эксплуатации и техническому обслуживанию на их соответствующих терминальных узлах, что приводит к отсутствию общего представления об управлении бизнесом.

В связи с широким использованием современных информационных технологий, криптография становится незаменимым инструментом защиты информации. Использование электронных платежей, возможность передачи секретной информации через открытые сети связи, а также решение большого количества других задач информационной безопасности в компьютерных системах и информационных сетях основаны на криптографических методах. Республике Казахстан необходимо обеспечение необходимыми кадрами, которые способны расследовать подобные преступления, так как на данный момент полиция работает с информационными преступлениями не должным образом, раскрытие преступлений в области информационной безопасности имеет очень низкий уровень, в сравнении со странами Запада, где существуют специализированные отделы по борьбе с киберпреступностью.

### Список литературы

- 1 Ахметов Б.Б. Совершенствование киберзащиты информационно коммуникационных систем транспорта за счет минимизации обучающих выборок в системах выявления вторжений [Текст]// Захистінформації. 2018. - Том 20. - № 1. - С. 12-17.
- 2 Об информатизации [Текст] - ИПС "Әділет" (zan.kz)
- 3 Состояние защиты информации [Electronicresource]. – URL: Ақпараттық қауіпсіздіктің жағдайықалай - 16.07.2020 | Strategy2050.kz - обзорно-аналитический портал Казахстана.[Date od Accessed 28.06.2022].
- 4 Яковлев В.А, Комашинский В.В. Оптимизация параметров системы контроля несанкционированного доступа к защищенным волоконно-оптическим линиям связи [Текст]. «Проблемы информации безопасности», 1999, №2, с. 93.
- 5 Фокин В.Г. Современные оптические системы передачи информации[Текст]. Монография. - Новосибирск: СибГУТИ, 2004. - 207 с.
- 6 Мальке Г., Гессинг П. Волоконно-оптические кабели [Текст]. Планирование систем. Siemens Aktiengesellschaft. Перевод с англ. – Novosibirsk, 1997г. – 228с.
- 7 Kuzhaeva M. R. Problems of information security in computer networks [Text] / M. R. Kuzhaeva, A. L. Zolkin // Information space security : Proceedings of the XIX All-Russian Scientific and Practical Conference of students, postgraduates and young scientists, Yekaterinburg, December 08-11, 2020. – Yekaterinburg: Ural State University of Economics, 2021. – pp. 120-123. – EDN AICFNM.
- 8 Кужаева М. Р. Проблемы информационной безопасности в компьютерных сетях [Текст] / М. Р. Кужаева, А. Л. Золкин // Безопасность информационного пространства : Сборник трудов XIX Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Екатеринбург, 08–11 декабря 2020 года. – Екатеринбург: Уральский государственный экономический университет, 2021. – С. 120-123. – EDN AICFNM.

## ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ СПЕКТРАЛЬНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ БЕСПРОВОДНОЙ СВЯЗИ 5G

*Александровский Ю.В. магистрант 1 курса  
Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина  
г. Астана*

Проблема увеличения спектральной эффективности и повышения количества абонентов в перспективных системах связи 5G в настоящее время активно рассматривается во всем мире. В системах связи поколений 3G, 4G и 5G эта проблема решается, как правило, с помощью использования технологии MIMO и ортогональных методов многопользовательского доступа (OMA). Одним из таких методов является, например, многопользовательский доступ с помощью ортогонального частотного мультиплексирования (OFDMA), а также многопользовательский доступ с помощью кодового разделения каналов (CDMA). Однако, к перспективным системам 5G предъявляются настолько высокие требования по вопросу уровня спектральной эффективности, помехоустойчивости и емкости, что ортогональный доступ OMA уже не способен предоставить требуемую емкость системы связи при заданной помехоустойчивости и спектральной эффективности. Поэтому рассматривается использование неортогональных методов многопользовательского доступа (NOMA). В случае применения для сигналов NOMA классической теории корреляционного приема, то помехоустойчивость системы связи будет очень низкой. Для методов NOMA необходим синтез новых сигналов и новых алгоритмов приема, так как классическая линейная теория корреляционного приема не применима. Кроме того, требуется найти новые критерии данного синтеза, учитывающие вычислительную сложность демодуляции сигналов. На рисунке 1 представлено расширение ключевых показателей от LTE-A (Long Term Evolution Advanced – улучшенный вариант стандарта мобильной связи LTE) до 5G.



Рисунок. 1 - Расширение ключевых показателей от LTE-A (Long Term Evolution Advanced – улучшенный вариант стандарта мобильной связи LTE) до 5G

Основное направление исследований, ставящих целью создания систем 5G – поиск абсолютно новых алгоритмов приема с сравнительно более низкой вычислительной слож-

ностью и исследование соответствующих новых сигналов, прием которых представляется возможным осуществить с минимально возможными потерями в помехоустойчивости с использованием как можно более простых алгоритмов. Требование применять именно простые алгоритмы приема обусловлено повышенными требованиями по скорости передачи информации в системах 5G [1]. Повышение спектральной эффективности может быть достигнуто путем применения новых сигнально - кодовых конструкций (СКК) на основе неортогональных сигналов FTN (англ. Faster-Than-Nyquist Signaling) и F-OFDM (англ. Fast Orthogonal Frequency-Division Multiplexing) и неортогональных методов доступа, а именно NOMA (англ. Non-Orthogonal Multiple Access) и SCMA (англ. Sparse Code Multiple Access). С помощью данных методов спектральную эффективность систем беспроводной связи 5G представляется возможным улучшить в 3-5 раз в сравнении с существующими на данный момент системами мобильной связи 4G.

По сравнению с технологиями, основанными на применении ортогонального множественного доступа, NOMA предлагает абонентам следующие преимущества:

1) Спектральная эффективность NOMA является наивысшей среди методов множественного доступа благодаря применению технологии SIC при одновременном обслуживании множества пользователей в едином частотно-временном пространстве.

2) Применение NOMA вкупе с технологией MIMO увеличивает пропускную способность сети в 25-50 раз относительно систем 4G.

3) Поскольку нет временного разделения абонентских каналов NOMA позволяет снизить задержку передачи в радиointерфейсе до значений менее 1 мс, т.к. пользователь не должен ждать обслуживания, а может начать передачу в любой момент времени параллельно с другими пользователями.

4) NOMA обеспечивает высокие значения показателей качества обслуживания QoS, благодаря гибкому управлению мощностью абонентских каналов в условиях влияния помех в беспроводной среде передачи данных, а также изменения расстояния, скорости движения мобильных абонентов, сложных рельефов местности и атмосферных явлений [2].

Технология Massive MIMO предоставляет возможность иметь одновременно высокую спектральную эффективность и высокую энергетическую эффективность системы связи беспроводной связи пятого поколения. Теоретически сигналы, передаваемые как на линии «вниз», так и на линии «вверх» различных абонентов в системе Massive MIMO практически ортогональны, что позволяет серьёзно снизить уровень помех между сотами, а также внутри отдельной соты. Важно отметить, что на пути к практическому применению в системах 5G технологии Massive MIMO имеется немало проблем. К их числу относятся проблемы создания алгоритмов оценки параметров канала MIMO, учета свойства взаимности канала MIMO, организации работы обратного канала и др. В системах беспроводной связи пятого поколения планируется применять на базовой станции антенные решетки системы Massive MIMO, содержащие как минимум 128 антенных элементов [3].

### Список литературы

1 Бакулин М.Г., Крейнделин В.Б. Проблема повышения спектральной эффективности и емкости в перспективных системах связи 6G [Текст] //Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. - 2020. - Том 14. - №2. - С. 25-31.

2 Ихсанова М.А. Сигнально-кодовые конструкции для сетей 5G [Текст] // Вестник Казахско-Британского Технического Университета, №3 (50), - 2019. - С. 174-178.

3 Гурский С.М., Баев В.А., Дьяков А.В. Анализ и основные технологии стандарта мобильной сети пятого поколения [Текст] //Современные наукоёмкие технологии, №4, - 2020. - С. 201-209.

## МЫС ОКСИДІ НЕГІЗІНДЕГІ КЕРАМИКАЛЫҚ МАТЕРИАЛДАРДЫҢ АСҚЫН ӨТКІЗГІШТЕР ҚАСИЕТІ

*Бектібайұлы Е., 1 курс магистранты*

*С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті  
Астана қ.*

Висмут жүйесінің қосылыстары  $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_n\text{Cu}_n+1\text{O}_x$ , мұндағы  $n = 1, 2, 3$ .  $N=1$  (Bi-2201) қосылыс 20 К температурадан төмен жоғары өткізгіштікке ие, яғни мәні бойынша төмен температуралы аса өткізгіш болып табылады. Бірақ екі басқа,  $n = 2$  және 3 (Bi-2212 және Bi-2223), Жоғары температуралы болып табылады,  $T_c \sim 100$  К және 110 К. Bi-2223 молекуладағы оттегі құрамы шамамен тұрақты және оттегінің құрамына байланысты  $T_c$  елеулі өзгеруі байқалмаған. Аса өткізгіш өту температурасына (100 К дейін) қарамастан, азот температурасы [1].

77 К кезінде Bi-2212 фазасының қасиеттері – төмен. Сондықтан "азот" температуралық диапазонда (64 – 77 К) ол қолданылмайды. Оның жоғары өткізгіштік қасиеттері әлдеқайда жақсы болады және бұл қосылыс практикада кейбір шектеулі қолдануға ие. Ең көп таралған Bi-2223 қосылымы. Ол "азотты" диапазонда қолайлы сипаттамаларға ие және одан жасалған бұйымдар өнеркәсіптік масштабта - ұзын өлшемді композициялық өткізгіштер түрінде (1-ші буын ЖТАӨ) өндіріледі. Бұл электр техникада кеңінен қолданылатын бірінші ЖТАӨ қосылысы [2].

$\text{Bi}_{1,6}\text{Pb}_{0,4}\text{Sr}_2\text{Ca}_1\text{Cu}_2\text{O}_y$  құрамындағы керамика ЖТАӨ синтезі.

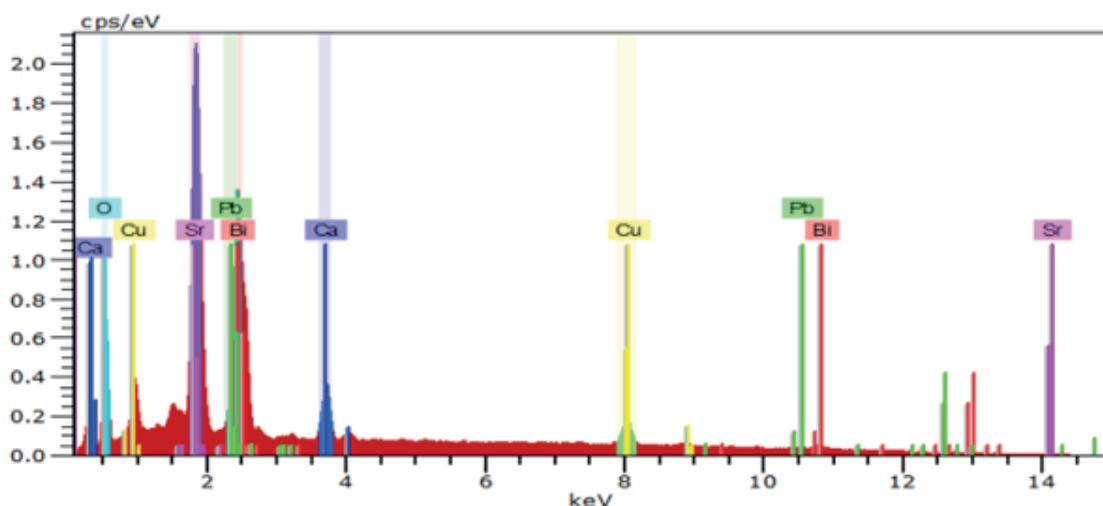
2212 номиналды құрамдағы аморфты және шыны-кристалды прекурсорлар негізіндегі керамиканың мақсатты ЖТАӨ синтезі дәстүрлі керамикалық әдіске сәйкес жүзеге асырылды. Синтез процесі келесі тізбекті операциялармен ұсынылды: прекурсорларды ұнтақтау → престоу → кептіру → термо өңдеу.

50-300 МПа диапазонында престоу қысымының әртүрлі шамалары сыналды. Престоу үшін тән әсерлердің болмауы тұрғысынан престелген үлгілердің беті мен сынықтарының жай-күйін талдау престоудің 180-200 МПа тең оңтайлы меншікті қысымын анықтауға мүмкіндік берді. Престелген керамикалық үлгілер диаметрі 15 мм, қалыңдығы 1.5–2 мм дискілер шықты.

Аморфты прекурсорларда кристалдануды және фаза түзуді зерттеу процесінде 2212 Жоғары температуралы жоғары өткізгіш фазаның қалыптасуының басталуы 720-730 °С температураға сәйкес келуі, ал температураның 840 °С дейін көтерілуімен 2212 фазаның пайда болу жылдамдығы ұлғайғаны анықталды. Осылайша, 840 °С температурада 24 сағат бойы 2212 номиналды құрамының прекурсорлары негізінде керамиканы термоөңдеу 2212 фазаның толық түзілуіне және бір фазалық үлгіні алуға әкелді. Рентгендік-фазалық талдау деректері бойынша керамика тек 2212 фазамен ұсынылған бір фазалы құрам болды. Басқа фазалық құрамдар табылған жоқ.

Фаза 2212 болды параметр қарапайым орторомбтық ұяшық:  $a = 0.543$  нм,  $b = 0.546$  нм,  $c = 3.086$  нм. 2212 құрамы керамикасының дифрактограммасы келтірілген.





Сурет 1. Номиналды құрамның қыш үлгісінің дифрактограммасы  $\text{Bi}_{1,6}\text{Pb}_{0,4}\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_y$  (2212)  $840^\circ\text{C}$  кезінде термоөңдеуден кейін, 24 сағ.

ЖТАӨ керамика үлгілерінің қасиеттерін төрт істікшелі әдіспен зерттеумен үлгінің  $\text{Bi}_{1,6}\text{Pb}_{0,4}\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_y$  (2212) номиналды құрамы үшін 78 К аса өткізгіш күйге өту температурасы.

### Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

- 1 Badica P., Togano K., Awaji S., Watanabe V., Kumakura H. Review on Bi-Sr-Ca-Cu-O whiskers [Text]// Supercond. Sci. Technol., 2006. – № 19. – P. 81-99.
- 2 Плакида Н. М. Высокотемпературные сверхпроводники: моногр. [Текст] / Н.М. Плакида. - М.: Международная программа образования, 2016. - 288 с. 4. Kleinert, Hagen. 2014.

УДК 621.3.049.774

### ПОСТРОЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ШИРОКОПОЛОСНОГО БЕСПРОВОДНОГО МЕЖЧИПОВОГО КАНАЛА СВЯЗИ

*Ерденов А. Ж. магистрант 1 курса,  
Жетписбаева А. Т. PhD, ассоциированный профессор  
Сериков Т.Г., доктор PhD, ассоциированный профессор  
Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина  
г. Астана*

В настоящее время многоядерные процессоры присутствуют практически в каждой вычислительной области. Они интегрируют ряд процессорных ядер в одном чипе, и в последние несколько лет производители последовательно увеличивали количество ядер, стремясь к более высокой скорости выполнения. Однако, чтобы воплотить этот потенциал в эффективную производительность, необходимо решить проблему связи внутри чипа: ядрам требуется интегрированное межсоединение для обмена данными, а для густонаселенных чипов традиционные межсоединения являются обременительными и замедляют работу процессора. Таким образом, связь, а не вычисления, становится основным узким местом производительности в многоядерных системах [1].

В прошлом большинство чипов содержали не более нескольких ядер, и связь внутри чипа легко осуществлялась через шину. Поскольку шины плохо масштабируются в зависи-

мости от количества станций, вскоре потребовался совершенно другой подход. Принятое решение, получившее название Network-on-Chip (NoC), состоит из сети маршрутизаторов с коммутацией пакетов, которые совместно интегрированы с ядрами, как показано на рисунке 1.

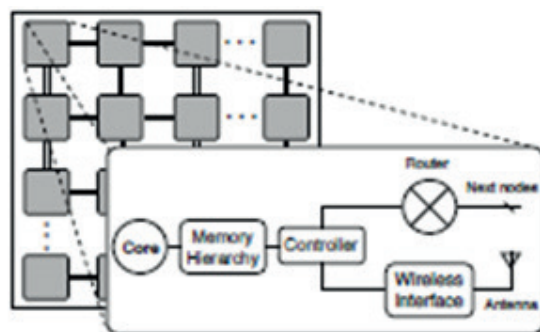


Рисунок 1 - Эскиз архитектуры беспроводной сети на кристалле [1].

Wireless Network-on-Chip WNoC, как масштабируемую, адаптируемую архитектуру беспроводной сети на кристалле, которая использует энергоэффективные беспроводные приемопередатчики и улучшает пропускную способность сети за счет динамического переназначения каналов в ответ на требования к пропускной способности от разных ядер [2].

Беспроводные межчиповые соединения представляет потенциальное решение, которое может обеспечить энергоэффективную связь, обеспечивая при этом высокую пропускную способность и низкую задержку. Поскольку промежуточные переходы маршрутизатора исключены, WNoC снижает задержку при передаче данных на большие расстояния и в радиовещательную связь. С другой стороны, беспроводная сеть имеет ограниченную пропускную способность и должна распределяться между ядрами [3].

Беспроводные межчиповые соединения могут использоваться для передачи данных по чипу за один переход с низким энергопотреблением. Проводные межсоединения часто требуют несколько промежуточных маршрутизаторов увеличивают задержку, а также расход энергии. Для беспроводной передачи не требуются волноводы или провода, что уменьшает площадь накладных расходов и сложность конструкции чипа.

Мы можем предположить, что такая конфигурация обеспечивает скорость более 10 Гбит/с и эффективность, близкую к 1П/бит без неправильного понимания беспроводного подканала. Этот метод показывает, что такие прогнозы экономически выгодны. В связи с этим мы используем нормальную природу системы для проектирования канала, то есть необходимо оптимизировать ее частотную характеристику, тщательно выбирая размеры корпуса интерфейса. Таким образом, мы используем полосу пропускания канала, чтобы адаптироваться к ней, расширяя ограничения эффективности и скорости с помощью простых настроек на физическом уровне. Ожидается, что наши методы моделирования снизят дорожные потери и распределение задержек на коммерческом чипе в 47 дБ и 7,3 раза соответственно, что обеспечит беспроводную связь выше 11 Гбит / с внутри чипа и на 3,2 дБ из рассеянного корпуса [4].

### Список литературы

1 D. DiTomaso, A. Kodi, D. Matolak, S. Kaya, S. Laha, and W. Rayess, "A-WiNoC: Adaptive Wireless Network-on-Chip Architecture for Chip Multiprocessors" [Text] // IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems, vol. 26, no. 12, pp. 3289–3302, 2015.

2 Шамим Н., Мансур Р. С., Нарде В., Котандапани А., Дж. Венкатараман «Структура беспроводного соединения для бесшовной меж- и внутричиповой связи в многочиповых системах» [Текст] // в IEEE Transactions on Computers, - 2017. - С-389-402.

3 R. S. Narde, N. Mansoor, A. Ganguly, and J. Venkataraman, "On-Chip Antennas for Inter-Chip Wireless Interconnections: Challenges and Opportunities" [Text] // in Proceedings of the EuCAP '18, 2018.

4 S. Abadal, A. Mestres, J. Torrellas, E. Alarcon, and A. Cabellos- Aparicio, "Medium Access Control in Wireless Network-on-Chip: A Context Analysis," [Text] // IEEE Communications Magazine, vol. 56, no. 6, pp. 172–178, 2018.

УДК 621.396.66

## АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ МЕТОДА ОБНАРУЖЕНИЯ ИСТОЧНИКА РАДИОСИГНАЛОВ НА БАЗЕ НИЗКООРБИТАЛЬНОГО СПУТНИКА С ПРИМЕНЕНИЕМ ФИЛЬТРА КАЛМАНА

*Қабдуәли Т.І., магистрант 1 курса  
Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина  
г. Астана*

В настоящее время текущий уровень развития наземных систем радиомониторинга не позволяет достаточно эффективно осуществлять функции и задачи радиомониторинга. В связи с этим задача улучшения эффективности средств и методов радиомониторинга до сих пор является актуальной. Одной из главных задач при решении проблем радиомониторинга является выделение полезного сигнала на фоне шумов и помех. Ситуацию осложняет также всё более нарастающая проблема дефицита радиочастотного спектра (РЧС). Ввиду этого возникает острая необходимость модернизации систем регулирования и управления РЧС [1-2]. На сегодняшний день радиомониторинг осуществляется в основном на базе наземных средств радиоконтроля. Одним из перспективных направлений модернизации систем радиомониторинга является исследование возможности применения низкоорбитальных малых космических аппаратов в качестве станций радиоконтроля.

В [3] рассматривается эффективность применения фильтра Калмана для спутникового радиомониторинга. Однако в указанной статье не проанализирована устойчивость выбранного метода по отношению к начальному состоянию фильтра. В настоящей работе анализируется зависимость скорости распознавания искомого сигнала от начальной фазы фильтра с помощью метода, построенного на основе фильтра Калмана. На рисунке 1 представлен график обнаружения и распознавания радиосигналов от источников радиоизлучения (для повышения качества радиомониторинга) с помощью фильтра Калмана.

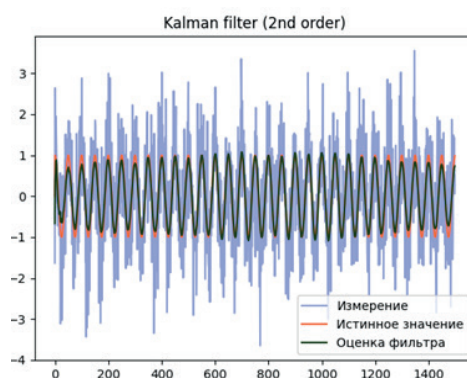


Рисунок 1 - Представление сигналов во временной области по результатам выполнения фильтра Калмана

Задача состоит в том, чтобы при применении фильтра Калмана для определения полезного сигнала из зашумленных сигналов (синяя линия) установить, насколько быстро коэффициент Калмана адаптируется между  $x_k$  – реальным значением сигнала и  $z_k$  – значением измерения. Если начальное состояние фильтра влияет на скорость решения фильтра

о наличии исходного сигнала, то это значит, что предложенный метод не является универсальным и напрямую зависит от заданных условий. Если же фильтр принимает решение о наличии искомого сигнала независимо от начального состояния, то данный метод будет являться универсальным и адаптирующимся к любым условиям.

Для поиска ответа на поставленный вопрос было решено проводить многократные вычисления с введением различных значений начального состояния фильтра. Интересующим нас аспектом было выявление самого раннего периода, на котором оценка фильтра совпадает с исходным сигналом. Для определения совпадения оценки фильтра с реальным сигналом мы находили стандартное отклонение разности между оценкой фильтра и реальным сигналом.

По результатам 10 вычислений были взяты номера периодов, которые мы условно принимали за полное совпадение. Для этих периодов были вычислены стандартные отклонения, и в конечном итоге было определено среднее арифметическое значение, равное 0.08. Это значение было принято за пороговое, и при дальнейших вычислениях, если для выбранного периода значение отклонения составляло 0.08 и менее, то мы называли данный период периодом полного совпадения сигналов.

На рисунке 2 показан процесс нахождения периода совпадения. В программу подставляются значения, соответствующие седьмому периоду графика. Для данного участка стандартное отклонение составляет 0.07, что указывает на полное совпадение сигналов. Следовательно, искомый период для данного графика – 7.



Рисунок 2 - Нахождение периода, в котором происходит совпадение оценки фильтра с исходным сигналом

Подобные вычисления были проведены для начальных состояний фильтра начиная от значения 0.01 до 2.00, по их итогам был составлен график зависимости периода полного совпадения сигналов от начального состояния фильтра (Рис. 3). Рисунок 3 показывает, что номер периода совпадения сигналов меняется в диапазоне от 3 до 22. Данные результаты указывают на отсутствие зависимости скорости оценки фильтра от начальной фазы сигнала.

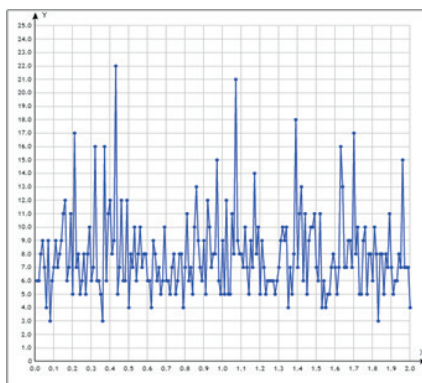


Рисунок 3 - График зависимости периода полного совпадения сигналов от начального состояния фильтра

На рисунке 4 приведена статистика, демонстрирующая количество случаев, в которых при неизменных начальных условиях определенный период оказывался периодом совпадения сигнала с оценкой фильтра. Для каждого начального значения фазы сигнала (0.1, 0.5, 1.0 и 2.0) период совпадения сигналов был вычислен по 1000 раз. Почти для каждого случая наиболее частым номером периода был шестой период. По виду данные результаты похожи на нормальное распределение, которое совпадает с распределением стохастического (случайного) процесса.

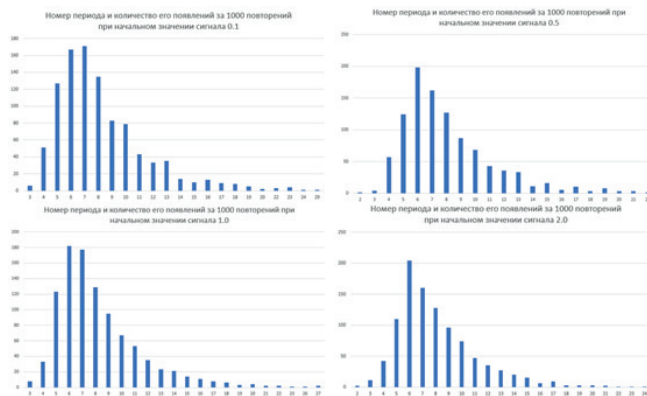


Рисунок 4 - Данные по номеру периода совпадения сигналов для различных значений начальной фазы фильтра

Полученные результаты свидетельствуют о том, что между начальным состоянием фильтра и скоростью определения фильтром исходного сигнала нет определенной зависимости. Из этого можно сделать заключение, что рассматриваемый метод не зависит от начального состояния фильтра.

#### Список литературы

- 1 Ramirez D. A. A., Cardenas-Juarez M., Pineda-Rico U., Arce A., & Stevens-Navarro, E. Spectrum Occupancy Measurements in the Sub-6 GHz Band for Smart Spectrum Applications [Text] In 2018 IEEE 10th Latin-American Conference on Communications (LATINCOM) IEEE. 2018. -P. 1-6.
- 2 Zhang J. et al. Spectrum Knowledge and Real-Time Observing Enabled Smart Spectrum Management [Text] / IEEE Access. – 2020. – Т. 8. – С. 44153-44162.
- 3 Kulakayeva A., Aitmagambetov A., Daineko Y., Medetov B., Ongenbayeva Z. «Improvement of Signal Reception Reliability at Satellite Spectrum Monitoring System» [Text] / IEEE Access. – 2022. – Vol.10. – P. 101399 – 101407.

УДК: 621.384.327

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НАНОДОБАВОК НА КРИТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ Vi-ВТСП

*Сарсенбаева М.Б., магистрант 2 курса  
Джусупова А.А., магистрант 2 курса  
Ускенбаев Д.Е., PhD, асс. профессор*

*Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина  
г. Астана*

Эффекты добавления или замены различных элементов в систему BSCCO анализировались во многих исследованиях с целью понимания структурных характеристик сверхпроводников и управления ими. Для улучшения сверхпроводящих свойств были использованы элементы с различным ионным радиусом и характеристиками связи. Иссле-



дования показали, что добавление или замена различных элементов с различной концентрацией является эффективным методом для содействия образованию фазы с высоким содержанием Тс, а также для улучшения межзеренной связи, способности закрепления потока, значений критической температуры ( $T_c$ ) и критической плотности тока ( $J_c$ ) в системе Bi-2223 [1-2].

Легирующие наночастицы вызвали большой интерес в недавних исследованиях, поскольку добавление наноразмерных материалов в систему BSCCO может привести к лучшему встраиванию в зерна керамических сверхпроводников по сравнению с микро-размерными легирующими веществами. Добавление наноразмерных материалов с достаточным количеством и металлическим характером, возможно, улучшит межзеренную связь [3-4]. В нескольких исследованиях изучалось влияние добавления или замещения оксидов редкоземельных элементов на сверхпроводящие и структурные свойства системы BSCCO. Эти работы в основном проводились с порошками микрооксидов и показали изменения кристаллической структуры, электрических, морфологических и магнитных свойств при превышении определенного содержания легирующей примеси [5-6].

Висмутосодержащие сверхпроводники на основе системы Bi-Sr-Ca-Cu-O признаны одними из наиболее перспективных, так как характеризуются высокими критическими параметрами, хорошими механическими свойствами, значительно меньшей деградацией, постоянством состава, относительно дешевы и не содержат токсичных элементов. Bi-ВТСП соединения представляют собой гомологический ряд  $Bi_2Sr_2Cu_{n-1}Cu_nO_y$  ( $n = 1, 2, 3 \dots$ ). Среди гомологического ряда, практические применения нашли только соединения  $Bi_2Sr_2CuCu_2O_y$  и  $Bi_2Sr_2Cu_2Cu_3O_y$ , имеющие критическую температуру сверхпроводящего перехода  $T_c = 90$  К и  $T_c = 107$  К, соответственно.

Эти соединения широкое применение нашли при создании длинномерных кабелей полученных методом «порошок в трубе», которые обладают высокой критической плотностью тока. Но для создания массивных ВТСП материалов, проблемы остаются в гранулированной структуре и слабых межзеренных связях. Проблемы можно устранить путем использования расплавных технологий, направленных на устранение гранулированной структуры и повышение текстуры ВТСП керамики, связанные с особенностями синтеза в расплаве. Одним из видов расплавных технологий является сверхбыстрая закалка расплава. Одним из важных свойств Bi-ВТСП является стабилизация аморфного состояния при закалке расплава. С использованием аморфной фазы при синтезе ВТСП керамик, можно достигать высокую текстуру с повышенной плотностью керамик, что влияют на величину критического тока.

В данной работе рассмотрены формирования сверхпроводящих фаз в висмутовом высокотемпературном сверхпроводнике на основе аморфных прекурсоров, полученных под воздействием ИК излучения с нанодисперсными включениями. Фазовый состав контролировали рентгенодифракционным методом, критические параметры измеряли четырех-контактным методом до температуры кипения жидкого азота.

При плавлении исходного материала для закалки, образец помещался на подставку в виде решетки изготовленная из платиновой проволоки, что во первых, исключалось загрязнение расплава материалом тигля, и во вторых, осуществлялись изотропное воздействие на вес поверхность образца ИК излучения. Образец постепенно расплавлялся с поверхности и расплав стекал на закалочное устройство. При этом закаленные прекурсоры были стеклообразными, что подтверждается рентгено-фазовым анализом. В дальнейшем процесс синтеза осуществлялся по схеме: помол – прессование- термообработка в три цикла. Образцы представляли собой в виде таблеток диаметром 18 мм и толщиной 2-2,5 мм. После, синтезированный сверхпроводящий материал помололи и добавляли нанодисперсные порошки составов  $NiZnFeO$  и  $CuZnFeO$  с концентрацией 0,02; 0,04; 0,06; 0,08 и 0,1 весовых %, тщательно перемешивали и прессовали под давлением 280 МПа в таблетки размером 15 мм и толщиной 2,5 мм. Окончательную термическую обработку проводили при температуре 848°C, 24 ч. После термообработки с нанодисперсными включениями изменение ощутимых изменений в фазовом составе не наблюдались. По данным измерения критических параметров путем измерения температурной зависимо-

сти сопротивления образцов в интервале от комнатной (300 К) до температуры кипения жидкого азота (77К).

### Список литературы

- 1 A. Arlina, S.A. Halim, M.M.A. Kechik, S.K. Chen, Superconductivity in Bi–Pb–Sr–Ca–Cu–O ceramics with YBCO as additive [Text]. J. Alloys Compd. 645, 269–273 (2015);
- 2 N. Boussouf, M.F. Mosbah, N. Kalkoul, C. Benhamideche, Effect of Zr addition on Bi<sub>1.8</sub>Pb<sub>0.4</sub>Sr<sub>2.0</sub>Ca<sub>1.1</sub>Cu<sub>2.1</sub>O<sub>y</sub> superconductor [Text]. J. Supercond. Nov. Magn. 30, 365–370 (2017);
- 3.S.F. Oboudi, M.Q. Mustafa, Synthesis and characterization of Ag nanoparticles addition on BPSCCO superconducting [Text]./ Thin Films Adv. Nanopart. 5, 75–82 (2016);
- 4 Н. Abbasi, J. Taghipour, H. Sedghi, The effect of MgCO<sub>3</sub> addition on the superconducting properties of Bi<sub>2</sub>223 superconductors [Text]. J. Alloys Compd. 482, 552–555 (2009);
- 5 M. Mimouni, M.S. Mahboub, N. Mahamdioua, M.F. Mosbah, G. Rihia, S. Zeroual, M. Ghougali, S.P. Altintas, A. Alhussein, Structural and magneto-electrical properties of Bi<sub>2-x</sub>Sm<sub>x</sub>Sr<sub>2</sub>CaCu<sub>2</sub>O<sub>8+δ</sub> high T<sub>c</sub> superconductor prepared by Pechini method. J. Supercond. Nov. Magn. [Text]. 33, 3321–3331 (2020);
- 6 R. Zan, A. Ekicibil, K. Kiyamac, Structural characterization and superconductivity in Bi<sub>1.7</sub>Pb<sub>0.3-x</sub>Tb<sub>x</sub>Sr<sub>2</sub>Ca<sub>3</sub>Cu<sub>4</sub>O<sub>y</sub>. [Text]. The influence of Tb-doping. J. Optoelectron. Adv. Mater. 11(3), 348–355 (2009).

УДК 621.384.327

### СИНТЕЗ ОБРАЗЦОВ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ Na<sub>3</sub>Fe<sub>2(1-x)</sub>Cr<sub>2x</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> (0 ≤ x ≤ 0,06) И ИХ ПРОВОДЯЩИЕ СВОЙСТВА

*Толеугалиев Д. Д. магистрант 1 курса  
Ногай А. А. PhD, старший преподаватель  
Ногай А. С. д.ф.-м.н, профессор*

*Ускенбаев Д. Е. PhD, ассоциированный профессор  
Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина  
г. Астана*

Актуальность исследования кристаллов из семейства NASICON связана с тем, что они обладают практически ценными свойствами и уже исследуется возможность их использования, как конструкционных материалы для натрий ионных аккумуляторов (НИА) [1]. Например, ряде работ [2-4] сообщается о возможности повышения энергетических параметров аккумуляторов путем использования Na<sub>3</sub>Fe<sub>2</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> в качестве электродного материала [2-4]. Близким изоструктурным аналогом к NaFe<sub>2</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> является Na<sub>3</sub>Cr<sub>2</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> [5, 6]. Особенностью этих образцов является то, что они обладают дипольным упорядочением при низких температурах и суперионной проводимостью при высоких температурах.

Получение поликристаллов Na<sub>3</sub>Fe<sub>2</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> и твердых растворов Na<sub>3</sub>Fe<sub>2(1-x)</sub>Cr<sub>2x</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> (в интервале x=0 - 0,06) было осуществлено твердофазным синтезом по керамической технологии (из шихты: 3Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> + 2(x-1)Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + 2xCr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + 6NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, взятых в стехиометрических соотношениях путем двухстадийного обжига. Первый отжиг проводили при 870 К, а второй при 1070 К с дополнительными гомогенизирующими перетираниями.

Фазовая принадлежность и структурные параметры синтезированных образцов твердых растворах были исследованы рентгенографическими методами порошка на дифрактометре ДРОН - 3 (CuKα - излучение).

Определение ионной проводимости кристаллитов поликристаллических образцов Na<sub>3</sub>Fe<sub>2</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> и образцов твердых растворов Na<sub>3</sub>Fe<sub>2(1-x)</sub>Cr<sub>2x</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> (0 ≤ x ≤ 0,06) проводили методом импедансной спектроскопии с помощью импеданс-метров ВМ – 507 и ВМ – 538 в интервале температур 295 – 573 К и в диапазоне частот 5 – 5 105 и 5 105 – 107 Гц

соответственно. Для создания электродов на образцы наносили палладий, которые рассматривались как идеально блокирующие электроды.

Поликристаллические образцы твердых растворов  $\text{Na}_3\text{Fe}_{2(1-x)}\text{Cr}_{2x}(\text{PO}_4)_3$  в интервале концентрации  $x=0 - 0.06$  представляли собой таблетки диаметром 10 мм и толщиной 2 мм. Рентгенографическими измерениями была установлена однофазность приготовленных образцов. Нами было установлено, что элементарная ячейка поликристалла  $\alpha\text{-Na}_3\text{Fe}_2(\text{PO}_4)_3$  при комнатной температуре имеют моноклинно-искаженную структуру (пр. гр. ) с параметрами:  $a = 15.125 \text{ \AA}$ ,  $b = 8,726 \text{ \AA}$ ,  $c = 21,571 \text{ \AA}$ ,  $\gamma=90.190$ . Также рентгенографически было установлено, что параметры структуры и объем элементарной ячейки синтезированных образцов твердых растворов  $\text{Na}_3\text{Fe}_{2(1-x)}\text{Cr}_{2x}(\text{PO}_4)_3$  в концентрационном интервале  $x = 0 - 0,06$ .

Исследование температурной зависимости ионной проводимости кристаллитов поликристалла  $\text{Na}_3\text{Fe}_2(\text{PO}_4)_3$  и твердых растворов  $\text{Na}_3\text{Fe}_{2(1-x)}\text{Cr}_{2x}(\text{PO}_4)_3$  ( $0 \leq x \leq 0,06$ ) были проведены импедансным методом. Согласно [5] импедансный метод позволяет определить проводимость кристаллитов поликристалла из анализа комплексного сопротивления  $Z^*(\omega)$  образца при его взаимодействии с гармоническим электрическим сигналом.

Для кристаллитов поликристалла  $\text{Na}_3\text{Fe}_2(\text{PO}_4)_3$  зависимость  $\sigma(T)$  характеризуется тремя линейными участками с различными значениями проводимости и энергии активации, разделенные наклонными линиями, соответствующие температурам фазовых переходов  $T_{\alpha \rightarrow \beta}$  и  $T_{\beta \rightarrow \gamma}$  для  $\text{Na}_3\text{Fe}_2(\text{PO}_4)_3$ . Было установлено, что температурные зависимости электропроводности для  $\text{Na}_3\text{Fe}_2(\text{PO}_4)_3$  и отдельных составов твердых растворов  $\text{Na}_3\text{Fe}_{2(1-x)}\text{Cr}_{2x}(\text{PO}_4)_3$  ( $0 \leq x \leq 0,06$ ) можно описать уравнением Аррениуса, соответствующих каждой из трех фаз [6].

Особенно заметен скачок проводимости на зависимости  $\sigma(T)$  при переходе из  $\alpha$ - в  $\beta$ -фазу, а энергия активации снижается в  $\beta$ -фазе. Согласно работы [7] эти изменения связаны с частичным снятием моноклинных искажений кристаллического каркаса, приводящим к частичному разупорядочению натриевых диполей, которые заполняли полости кристаллического каркаса в  $\alpha$ -фазе.

При фазовом переходе  $T_{\beta \rightarrow \gamma}$  происходит скачок проводимости и снижение энергии активации, когда структура полностью переходит в ромбоэдрическую структуру  $3Rc$ , а катионы натрия полностью разупорядочены и равномерно распределены по свободным полостям кристаллического каркаса.

В целом характер температурной зависимости проводимости повторяется и для составов  $x=0.01$ ;  $x=0.02$ ;  $x=0.03$ ;  $x=0.06$ . Следует отметить, что наблюдается не значительное, но последовательное увеличение проводимости в твердых растворах в  $\text{Na}_3\text{Fe}_{2(1-x)}\text{Cr}_{2x}(\text{PO}_4)_3$   $\alpha$ -фазы, а для  $\beta$ - и  $\gamma$ -фаз происходит постепенное снижение проводимости с повышением концентрации М-катионов хрома. Заметим, что для составов твердых растворов с концентрациями  $x = 0.01$  и  $0.02$  характерно появление в  $\alpha$ -фазе некоторого излома на зависимости  $\sigma(T)$ , которая может быть связана с фазовым переходом  $T_{\alpha \rightarrow \alpha'}$ , т.к. согласно работе [6]  $\text{Na}_3\text{Fe}_2(\text{PO}_4)_3$  имеет четыре  $\alpha$ -,  $\alpha'$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ - фазы. С этой точки зрения экспериментально установленные температуры фазовых переходов  $T_{\alpha \rightarrow \beta}$  в образцах твердых растворах в  $\text{Na}_3\text{Fe}_{2(1-x)}\text{Cr}_{2x}(\text{PO}_4)_3$  правильнее считать как фазовые переходы типа  $T_{\alpha; \rightarrow \beta}$ .

Снижение проводимости твердых растворов в  $\text{Na}_3\text{Fe}_{2(1-x)}\text{Cr}_{2x}(\text{PO}_4)_3$  в суперионных  $\beta$ - и  $\gamma$ -фазах можно связать с уменьшением среднестатистического канала проводимости в кристаллическом каркасе  $\{[\text{Fe}_{2(1-x)}\text{M}_{2x}\text{PO}_4]_3\}^{3\infty}$ , вызванных локальными деформациями «сжатия» структуры при допировании меньшими М-катионами хрома, чем катионы железа.

Работа поддержана грантом АР14871881 Министерства науки и высшего образования РК.

### Список литературы

1 Ellis L.B., Linda F. Sodium and Sodium-ion Energy Storage Batteries Current Opinion Solid State Mater. [Text] Sci. 2012, V. 16, P. 168 – 177.

2 Y. Liu, Y. Zhou, J. Zhang, Y. Xia, T. Chen and Sh. Zhang. Monoclinic Phase  $\text{Na}_3\text{Fe}_2(\text{PO}_4)_3$ : Synthesis, Structure, and Electrochemical Performance as Cathode Material in Sodium-Ion Batteries ACS Sustainable Chem. [Text] Eng, 2017, 5, P. 1306 - 1314.

3 Kuganathan N. and Chronos A. Defect Chemistry and Na-Ion Diffusion in  $\text{Na}_3\text{Fe}_2(\text{PO}_4)_3$  [Text] Cathode Material Materials. 2019, V. 12, P. 1348 -1357. Materials (Basel). 2019 Apr; 12(8): 1348. Published online 2019 Apr 25. doi: 10.3390/ma12081348

4 Bih H., Bih L., Manoun B., Azdouz M., Benmokhtar S., Lazor P. J Raman Spectroscopic Study of the Phase Transitions Sequence in  $\text{Li}_3\text{Fe}_2(\text{PO}_4)_3$  and  $\text{Na}_3\text{Fe}_2(\text{PO}_4)_3$  at High Temperature [Text]. Journal of Molecular Structure. 2009 V. 936, P. 147.

5 Qiu Sh., Wu X, Wang M, Lucero M. and etc. NASICON-type  $\text{Na}_3\text{Fe}_2(\text{PO}_4)_3$  as a low-cost and high-rate anode material for aqueous sodium-ion batteries [Text]. Nano Energy, 2019, 64, P. 103941–103948

6 Nogai A.S., Nogai A.A., Stefanovich S.Yu., Salichodza Zh.V., Uskenbaev D.E. Dipole Ordering and Ionic Conductivity in NASICON-Like Structures of the  $\text{Na}_3\text{Fe}_2(\text{PO}_4)_3$  Type [Text]. Solid State Physics, 2020, V 62, No. 8, P. 1216–1225.

7 Nogai A.S., Nogai A.A., Stefanovich S.Yu., Salichodza Zh.V., Uskenbaev D.E. Dipole Ordering and Ionic Conductivity in NASICON-Like Structures of the  $\text{Na}_3\text{Cr}_2(\text{PO}_4)_3$  Type [Text]. Solid State Physics, 2018, V. 60, No. 1, P. 23–39.

## ӘОЖ 004.7

### НUAWEI ЖАБДЫҒЫНА НЕГІЗДЕЛГЕН ДЕРЕКТЕР ӨНДЕУ ОРТАЛЫҒЫН ҚҰРУДЫҢ МҮМКІНДІКТЕРІ

*Нәжкен А.Е., т.ғ.к., ассистент*

*С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті  
Астана қ.*

Әлемде интернетке көбірек заттар қосылуына байланысты заттар Интернетінің өсіп келе жатқан толқыны байқалады. Соңғы уақытта деректер Мур заңы бойынша күтілгеннен төрт есе жоғары жылдамдықпен өсе берді [1]. Бұл деректердің көбісі көп өлшемді сипаттамалары бар ұялы телефондар, бейнекамералар және сенсорлық желілер сияқты әртүрлі көздерден келеді. Деректердің үлкен көлемі АТ инфрақұрылымдарын басқару, тасымалдау және өңдеу үшін көптеген қиындықтар туғызады. Осы мәселелерді шешу үшін қазіргі заманғы ауқымды деректер орталығының желілері кең таралған бұлттық қызметтерді ұсына бастады. Дегенмен, жақсы деректер орталығын қалай құру керектігі туралы мәселе ашық күйінде қалып отыр. Сонымен қатар, жалпы өнімділікке айтарлықтай әсер ететін архитектуралық құрылымы үлкен ғылыми қызығушылық тудырады.

Деректерді таптырмайтындай қажет болғандықтан, олар цифрлық экономика үшін отын сияқты, ал деректер орталықтары деректердегі энергияны шығаратын қозғалтқыш сияқты. Енді бұлтты есептеу периферияға толығымен таралғандықтан, деректер орталықтары қолданбалардың жұмысы мен қызмет көрсету сапасын анықтауда маңызды рөл атқарады. Мамандар үнемі жасыл және энергияны үнемдейтін қозғалтқыштарды зерттейді. АТ мамандары құрылыс мерзімдерін қысқарту және жоғары экономикалық пайда алу сияқты деректер орталықтарын түрлендірудің жасыл жолдарын зерттеп жатыр. Деректер орталығын біріктіру қызметтері перспективалы шешім болып табылады.

Дәстүрлі деректер орталықтары пайдаланушылардың қызметтерге қойылатын әртүрлі және реттелетін талаптарын қанағаттандыра алмайды.



Пайдаланушылардың талаптары әртүрлі және өзгермелі. Сондықтан толық стек пен толық сценариймен әмбебап шешім қажет. Huawei-чиптерді, аппараттық құралдарды, бағдарламалық жасақтаманы, жүйелерді және интеграциялық қызметтерді қамтитын интеграцияланған шешімдерді ұсына алатын жетекші әлемдік кәсіпорын. Huawei «кілт» жобаларын жүзеге асыруда бай тәжірибеге ие және салада жақсы беделге ие болды.

Huawei Cloud Қытайда Гуйан, Уланкаб, Цзинцзиньцзи астаналықтаймағында, дельте Янцзы және Гуандун-Гонконг-Макао Үлкен шығанағы аймағында бес ірі деректер орталығы бар. Ол сонымен қатар Сингапурда, Чилиде, Бразилияда, Мексикада және Перуде бұлтты деректер орталықтарын іске қосты [2]

Huawei жабдығына негізделген ДӨО құрудың артықшылықтары мен қиындықтары:

Бұлтты технология операторларға қызмет көрсету жүйелеріне айтарлықтай артықшылықтар беруге арналған. Негізгі жүйелер-телекоммуникациялық желілердің тік жүйелері, қолдау және қызмет көрсету жүйелері [3].

Бұлтты технология операторлар мен VAS-тың ескірген жабық және күрделі желілерін ашады және жеңілдетеді, сонымен қатар күрделі қолдау жүйелерін қарапайым, икемді, автоматтандырылған және ақылды жүйелерге айналдырады.

Клиенттерге бағытталған бұлттық қызметтер операторларға ресурстарды сатудан бұлттық АТ қызметтер және қосымша қызметтер сияқты қызметтерді сатуға көшуге көмектеседі. Бұлттылықтан кейін жоғарыда аталған үш тікелей жүйе бұлтты қызметтерге айналады. Оларды қолдау үшін операторлар қызметке бағытталған деректер орталықтары үшін бірыңғай бұлттық платформаларды енгізуі керек.

Бұлтты деректер орталықтары дәстүрлі деректер орталықтарынан еш айырмашылығы жоқ. Оларда COTS аппараттық құралы, виртуализация, таратылған сақтау орны және SDN сияқты көптеген жаңа мүмкіндіктер бар. Сондықтан операторлар бұлтты деректер орталығын құру кезінде бірқатар мәселелерге тап болады:

- АТ және КТ бұлтты жүйелері және қолданыстағы желілік қызметтердің күрделілігіне қарамастан АКТ қызметтерін дамытуды қолдайтын болашаққа бағдарланған бұлттық инфрақұрылымды құру;

- тиімділікті арттыру, шығындарды азайту және қызмет көрсету сапасын арттыру кезінде ішкі және сыртқы пайдаланушылардың қызметтеріне қойылатын әртүрлі талаптарды қанағаттандыру үшін бұлттық деректер орталықтарын жобалау;

- көптеген ескірген желілік жабдықты, бірнеше жеткізуші брендтерін, сондай-ақ қызметтердің күрделі ауысуы мен көші-қонын пайдалана отырып, қызметтің қалыпты жұмысын қамтамасыз ету;

- деректер орталығының ішкі жүйелерінің көптігіне және олардың интерфейстерінің күрделілігіне қарамастан, прогресс пен сапаны қамтамасыз ету үшін жеткізуді басқару.

Операторларға бұлтты деректер орталықтарының жоғары деңгейлі дизайнын жоспарлау, құрылысты бақылау және бар қызметтерді бұлтқа тасымалдау арқылы осы тапсырмаларды шешу үшін стратегиялық серіктестер қажет. Huawei бүкіл әлем бойынша клиенттер үшін 160-тан астам деректер орталықтарын құра отырып, қызметтерді бастапқы интеграциялау және көшіру бойынша үлкен тәжірибеге ие.

Бастапқы интеграция.

Huawei-дің деректер орталықтарына арналған негізгі интеграциялық қызметі қызмет көрсетуге бағытталған, жоғарыдан төменге қарай таралады және «қызмет-инфрақұрылым» тәсіліне негізделген. Біріктірілген және E2E шешімі ретінде дизайн модульділікке, мамандандыруға және стандарттауға бағытталған. Бұл деректер орталығының қауіпсіздігі мен сенімділігін қамтамасыз ете отырып, қызметтерді кеңейту үшін динамикалық инфрақұрылымды сәйкестендіруді және жаңа қызметтер үшін жылдам ТТМ ұсынады



Үш қызмет:

Huawei техникалық кеңес беру қызметі бұлтты есептеулердің жетілуінің жетекші модельдеріне негізделген бизнесті және қызметтерді басқару. Операциялар және инфрақұрылымдағы кемшіліктерді талдау үшін стандартты салалық эталондарды пайдаланады. Сондай-ақ, ол клиенттерге арналған қадамдық, басқарылатын құрылыс жоспарларын құра алады.

Huawei-дің бұлтты желілерді синергетикалық жобалау қызметі әр түрлі деректер орталығының сценарийлеріндегі операторлардың қажеттіліктеріне негізделген және бес функцияны қамтиды:

- 1) виртуалды желілерді физикалық желілермен сәйкестендіру;
- 2) АТ ресурстары мен желілік архитектура модельдерін сәйкестендіру;
- 3) қызмет деңгейі мен желілік QoS конвенцияларын түрлендіру;
- 4) деректер орталықтарының ішкі және сыртқы желілерін жобалауды біріздендіру;
- 5) қауіпсіздік пен апатты қалпына келтіруді теңестіру.

Huawei-дің бірнеше жеткізушілермен деректер орталығын интеграциялау қызметі негізгі жеткізушілерге арналған алдын-ала интеграциялау және тексеру сценарийлерінің жеті түріне негізделген шешімдерді, сондай-ақ дамыған үшінші тараптың басқару жүйесін қамтиды. Бұл қызмет клиенттер үшін прогресс пен тәуекелдерді басқарады және жеткізудің соңғы сапасын қамтамасыз етеді.

Деректер орталықтарын шоғырландыру және қызметтерді көшіру.

Операторлар жаңа SD-DC2 архитектурасына көшу және ең аз шығындармен цифрлық инновациялар мен қарапайым басқаруға қол жеткізу үшін деректер орталықтарын біріктіруі керек.

Цифрландырудың алғашқы қадамы ретінде Carrier T өзінің 96 деректер орталығын 6-ға біріктіруді және OpCo қосымшаларының көп бөлігін еуропалық штаб-пәтеріне көшіруді жоспарлап отыр.

Деректер орталықтарын шоғырландыру және көшіру бойынша айтарлықтай тәжірибесі бар Huawei операторларға АТ стандарттауға, тиімділікті арттыруға, шығындарды оңтайландыруға және инновацияларды енгізуді жеделдетуге көмектеседі. Ерекшеліктеріне рентабельді инвестициялар өлшенуін, бұлтты қызметтерді түрлендірудің нақты қарқыны және тегіс және жылдам көші-қон кіреді.

Жетілген Huawei құрылымы және көші-қон әдістемелері қызметтердің күрделілігі мен белгісіздігін толығымен ескереді. Бұл әдістемелерге іске асыру жоспарлары, кері қайтару схемалары, қолайлы көші-қон жолдары және тиімді жұмыс режимдері кіреді. Олар адам факторы тудырған ақауларды жояды және қызмет көрсетудің тоқтап қалу уақытын азайта отырып, бүкіл жүйелерді белгіленген мерзімде көшіреді.

### **Пайдаланылған әдебиеттер тізімі**

1 Колесников Н. А. Закон Мура и современные проблемы [Текст] / Н. А. Колесников, С. В. Летучий // Научно-техническое и экономическое сотрудничество стран АТР в XXI веке. – 2020. – Т. 2. – С. 336-341. – EDN KZECDP.

2 Building cloud data centers the smart way [Электронды ресурc].-<https://www.huawei.com/en/technology-insights/publications/huawei-tech/77/building-cloud-data-centers>

3 Huawei Releases Top 10 Trends of Data Center Facility in 2025 [Электронды ресурc].-<https://www.huawei.com/en/news/2020/2/huawei-top10-trends-datacenter-facility-2025>

## РЕНТГЕНОВСКОЕ, МИКРОСТРУКТУРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И СВОЙСТВА ВИСМУТОВОГО СВЕРХПРОВОДНИКА, ПОЛУЧЕННОГО ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ИК ИЗЛУЧЕНИЯ

*Байтелесов С., к.т.н., с.н.с.  
Институт ядерной физики АН РУз, г. Ташкент*

*Ускенбаев Д.Е., PhD., асс. профессор  
Ногай А.С., д.ф-м.н., профессор  
Ногай Э.А., м.т.н.*

*Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина  
г. Астана*

*Ускенбаев А.Д., м.т.н.  
ТОО «Сервис Плаза», г. Астана*

Сверхпроводники являются одним из перспективных материалов для применения в различных областях науки и техники. В настоящее время они практическое применение находят в таких областях как: энергетика, электроника, связь, приборостроение, космическая техника, медицина, металлургия и др. Для практического применения необходимо высокие значения критической температуры, критического тока и критическое магнитное поле сверхпроводников. Переломным этапом в этой области являлся открытие явление сверхпроводимости в оксидной лантан-купратной системе в 1986 году с  $T_c = 30\text{K}$  [1]. После было разработано семейство целого ряда сверхпроводящих купратных соединений, обладающие критической температурой превышающий температуры кипения жидкого азота – иттриевый [2, 3], висмутовый [4], ртутный [5-7], таллиевый [8] и другие. Среди этих сверхпроводящих купратов, висмутовая система представляет особый интерес, связанные со следующими: как известно, что в системе  $\text{Bi-Sr-Ca-Cu-O}$  установлены три устойчивые сверхпроводящие соединения, представляющий гомологический ряд  $\text{Bi}_2\text{Sr}_{2n}\text{Ca}_{n-1}\text{Cu}_n\text{O}_y$  ( $n = 1, 2, 3$ ) с температурой перехода в сверхпроводящее состояния  $30 - 35\text{K}$ ,  $80 - 90\text{K}$  и  $107 - 110\text{K}$ , соответственно. С повышением числа слоев  $\text{Ca}$  и  $\text{Cu}$  растет и критическая температура. Предполагается, что последующие повышения их по гомологическому ряду могут привести к дальнейшему росту  $T_c$ ; стабилизации аморфного состояния при закалке расплава, что при синтезе керамики из аморфных материалов можно получить керамику с высокой плотностью, с высокой текстурой и повышенной скоростью образования сверхпроводящих фаз за счет метастабильного состояния исходных аморфных материалов, а также создания изделия сложной формы. Отсутствуют в составе токсичные и дорогие компонентов. Все эти особенности делает этот состав более приемлемым для практического (промышленного) применения.

Получение висмут содержащих ВТСП материалов осуществляются различными способами. Различными вариантами твердофазного способа, также с применением расплавного метода, методом осаждения, золь-гель методом и многие другие. Одним из перспективных методов является получение сверхпроводника из стеклофазы (аморфной фазы). При этом методе, важную роль играет способ получения расплава и закалка. В одних случаях, происходит загрязнение расплава оборудованием и тигля, нарушение стехиометрического состава компонентов. В других случаях, значительная потеря кислорода и др., что в конечном счете может привести к длительным процессам термообработки для достижения необходимого фазового состава (200- 300 ч).

В данной работе приведены результаты синтеза висмутсодержащего сверхпроводника из стеклофазы, полученного с применением способа нагрева под воздействием ИК излучения и их исследования. При плавлении исходного материала для закалки, образец помещался в решеточную подставку в виде решетки изготовленная из платиновой проволоки, что во первых, исключалось загрязнение расплава материалом тигля, и во вторых, осуществлялись изотропное воздействие на вес поверхность образца ИК излучения. Об-

разец постепенно расплавлялся с поверхности и расплав стекал на закалочное устройство. При этом закаленные прекурсоры были стеклообразными. В дальнейшем процесс синтеза осуществлялся по схеме: помол – прессование- термообработка в три цикла. Образцы представляли собой в виде таблеток диаметром 18 мм и толщиной 2-2,5 мм.

Исследования фазового состава образцов сверхпроводника номинального состава 2234 показали, что он соответствует сверхпроводящей фазе 2223 (рис. 1)

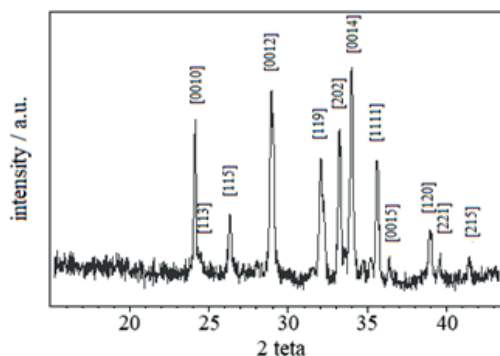


Рис. 1 - Дифрактограмма сверхпроводящей керамики состава  $\text{Bi}_{1.6}\text{Pb}_{0.4}\text{Sr}_2\text{Ca}_3\text{Cu}_4\text{O}_y$ , полученного на основе стеклофазы

Исследование микроструктуры на электронном микроскопе показали, что кристаллиты имеют форму в виде пластинок (рис. 2).

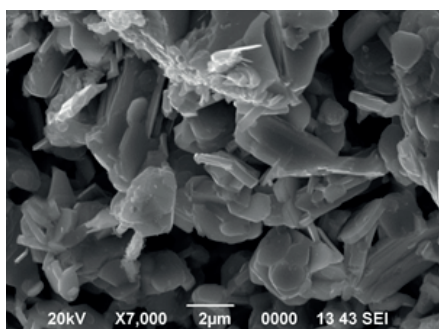


Рис. 2 - Микроструктура образца сверхпроводника состава  $\text{Bi}_{1.6}\text{Pb}_{0.4}\text{Sr}_2\text{Ca}_3\text{Cu}_4\text{O}_y$ , полученного на основе стеклофазы

Исследование критической температуры путем измерения температурной зависимости сопротивления в интервале от комнатной температуры до температуры кипения жидкого азота показали, что начало перехода в сверхпроводящее состояние соответствует температуре 112 К.

Важно отметить, что скорость образования сверхпроводящих фаз значительно быстрее (4-5 раза) по сравнению с сверхпроводниками, полученные из стеклофазы в муфельной печи в тиглях.

Работа выполнена при поддержке гранта МОН РК AP09260251

### Список литературы

- 1 Bednorz J.G., Müller K.A. Possible high  $T_c$  superconductivity in the Ba–La–Cu–O systems [Text] // Z. Phys. B. 1986. V. 64. № 2. P. 189–193.
- 2 Wu M.K., Ashburn J.R., Torng C.J. et. al. Superconductivity at 93K in a New Mixed Phase Y-Ba-Cu-O compound System at Ambient Pressure [Text] // Phys. Rev. Lett. 1987. V.58. №9. P.908-910.
- 3 Cava R.J., Batlogg B., van Dover R.B. et. al. Bulk Superconductivity at 91 K in Singlephase Oxygen-deficient Perovskite  $\text{Ba}_2\text{YCu}_3\text{O}_{7-x}$  [Text] // Phys. Rev. Lett. 1987. V.58. №16. P.1676-1679.
- 4 Takano M., Takada J., Oda K., et. al. High- $T_c$  Phase Promoted and Stabilized in the Bi, Pb-Sr-Ca-Cu-O System [Text] // Jpn. J. Appl. Phys. 1988. V.27. №6. P. L1041-L1043.

5 Chu C.W., Gao L., Chen F., et. al. Superconductivity above 150K in HgBa<sub>2</sub>Ca<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>8+5</sub> at high-pressures [Text] // Nature. 1993. V. 365. P. 323-325.

6 Schilling A., Cantoni M., Guo J.D., Ott H.R. Superconductivity above 130K in the Hg-Ba-Ca-Cu-O system [Text] // Nature. 1993. V.363. P.56-58.

7 Huang, R.L. Meng, X.D. Qiu et. al. Superconductivity, structure and resistivity in HgBa<sub>2</sub>Ca<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>8+6</sub> [Text] // Physica. 1993. V.217C. №1-2. P.1-5.

8 Sheng Z.Z., Hermann A.M. Superconductivity in the rare-earth-free Tl-Ba-Cu-O system above liquid-nitrogen temperature [Text] // Nature. 1988. V.332. №6159. P.55-58.

**UDC 621.391**

## **ON THE ISSUE OF DETERMINING THE BANDWIDTH OF IP NETWORKS**

*Dunayev P.A., Cand.Sci. (Eng.), PhD, acting Associate Professor, Head of Department  
NJSC Kazakh Agrotechnical Research University named after S. Seifullin, Astana*

*Ryabtsunov S. Y., Cand.Sci. (Eng.), Associate Professor  
Tomsk State University of Control Systems and Radio Electronics, Russia, Tomsk*

In reality, there is a situation in telecommunications networks when routers process a large number of IP packets of various sizes. The service or processing time of these packets depends on the switching matrix used. The switching matrix is the basis of any router, since packets are transmitted from the input data port to the output port using it. Switching can be performed in several ways: through memory, through the bus, through the connecting [1;2].

In more complex interconnecting networks, switching occurs in several stages, which ensures simultaneous transmission of packets from different input ports to the same output port through a switching matrix. It should be noted that routers that switch via memory and via the bus cannot simultaneously transmit several packets from input ports to output ports, since this depends on the specifics of packet processing in the switching matrix – packet processing is carried out using the FIFO method (First In – First Out). Switching through a connecting network allows the router to process multiple packets simultaneously [2].

The router can process 2 million or more packets per second [3].

For example, 5 thousand IP packets with a size of 64 bytes or 10 thousand with a size of 32 bytes can be processed at the same time. It is logical to assume that, all other things being equal, if only IP packets of 32 bytes in size are used on routers, performance will increase by 2 times, since the number of packet service locations in RAM will increase by 2 times.

Thus, taking into account the percentage of different sizes of information packets is very important for a more accurate calculation of the parameters of the IP network switching node.

Let's consider the simplest mathematical model of the performance of an IP network switching node.

Suppose there are IP packets of two sizes on the router service: 1024 and 32 bytes each. The standard amount of RAM of the router selected for research (in this case, for the Cisco 2811 router) is 256 MB. Then the router for a certain time can process either 250 thousand packets of 1024 bytes, or 8 million packets of 32 bytes, or 200 thousand packets of 1024 bytes and 1.6 million packets of 32 bytes, etc. Let's assume that the router's RAM is used as efficiently as possible. And we will also make an assumption about the equal delay time (maintenance) for all IP packet sizes (it is equal to 10-20 ms) [4].

Now, let's take a situation where the number of places in RAM is not a constant (constant), but is a discrete random variable. In this case, it is impossible to accurately calculate the performance of the switching node according to standard methods.

In the case of transmitting IP packets of the same size, the performance can be calculated as:

$$CIP=MR(1000/t_{serv}) [\text{Pack/s}], \quad (1)$$

where MR is the number of packet service locations in RAM or the number of packets serviced, taking into account the size (250 thousand – 1024 bytes each, 8 million – 32 bytes each); tserv is the packet processing time (delay introduced by the router).

When using 1024-byte IP packets, the performance will be equal to:

$$CIP=MR(1000/tserv)=250000 \times (1000/20)=12,5 \times 10^6 \text{ [Pack/s]},$$

and in the case of using IP packets of 32 bytes:

$$CIP=MR(1000/tserv)=8000000 \times (1000/20)=400 \times 10^6 \text{ [Pack/s]}.$$

As you can see, the performance of the switching node when using packets of a smaller information size has increased 32 times, since the packet service space in the router's RAM has increased 32 times.

Let's determine what the performance will be if packets of different sizes come to the router at the same time. For brevity, let's denote them "A" and "B".

Let's assume that the information flow of IP packets arriving at the router looks like this (from right to left): AAVVVAV..., where "A" is a packet of 1024 bytes, "B" is a packet of 32 bytes.

We will consider the appearance of the current IP packet as an independent event from the appearance of the previous packet, and the information flow itself is infinite.

The probability that a randomly selected package turns out to be "A" will be PA, and that "B" will be PB.

Consider two hypotheses: H1 and H2. To simplify calculations, we assume that H1 – 5 consecutive packages are "B" type packages and H2 – 1 out of 5 packages is a "A" type package. Then the probability of hypotheses  $P(H1) = P_B^5$ , and  $P(H2) = 1 - P_B^5$ . Since the total probability of hypotheses is equal to one, it means that they form a complete group of events. In this article, the tserv service time for an IP packet of any size is the same value, so it is sufficient to consider the above two hypotheses. In fact, on routers with unequal delays of IP packets of different sizes, it will be necessary to investigate other combinations of information packets.

Since the number of packet service locations in RAM in the accepted case is a random variable, we will find its mathematical expectation:

$$M = \sum_i X_i P_i = 4(1 - P_B^5) + 5P_B^5 = 4 + P_B^5,$$

where Xi is the i-th value of a random variable; Pi is the probability of occurrence of the i-th value of a random variable.

Substituting its mathematical expectation into expression (1) instead of the number of packet service locations in RAM, we get:

$$CIP=1000/tserv[4+PB^5].$$

At 10% packet processing "B" performance CIP=200,0005 [Pack/s].

## References

- 1 Dunayev P.A., Abramov S., Sansyrbay K., Kismanova A. The IP channel bandwidth during transmission of the video and tomography signals. Journal of Theoretical and Applied Information Technology 99(12), 2021. P. 2834-2844.
- 2 Kurouz D., Ross K. Komp'yuternye seti: Niskhodyashchij podhod./ Seriya "Mirovoj komp'yuternyj bestseller"/ 6-e izd. – M.: Izdatel'stvo "E". 2016. 912 s.
- 3 Tanenbaum E., Uezeroll D. Komp'yuternye seti./ 5-e izd. – SPb.: Piter. 2012. 960 s.: il.
- 4 Mamchev G.V. Ispol'zovanie v televizionnom veshchani internet-protokola. – Novosibirsk: SibGUTI. 2009. 156 s.



## СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НА СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОСЫХ БРЭГГОВСКИХ РЕШЕТОК

*Шедреева И.Б., старший преподаватель  
Джанузакова Р.Д., доктор PhD  
Темиргалиев Т.К., к.т.н., профессор  
Таразский региональный университет имени М.Х.Дулати  
г. Тараз*

Для изготовления косых решеток Брэгга с углом наклона 30, 50, 70 проведено измерения влияния изменений температуры на их спектральные характеристики. Для этой цели составлена измерительная система, которая представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 - Система для измерения влияния температуры на спектральные характеристики косых решеток Брэгга

В состав измерительной системы, фотография которой представлено на рисунке 2, входят: широкополосный источник в виде диода SLD (1), представленного на рисунке 2 а, и анализатора оптического спектра (2) на рисунке 2 б представлено фото анализатора спектра с зарегистрированным спектром косой решетки [1].

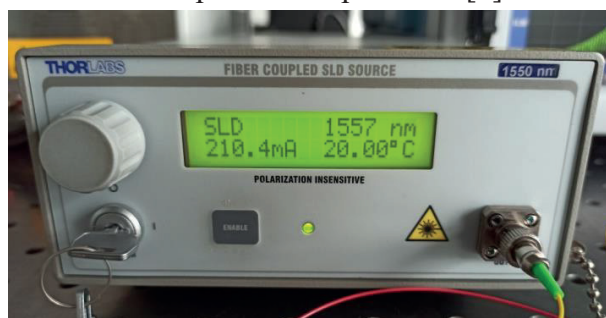


Рисунок 2а - Элементы системы для измерения спектральных характеристик косых решеток Брэгга, при источнике света

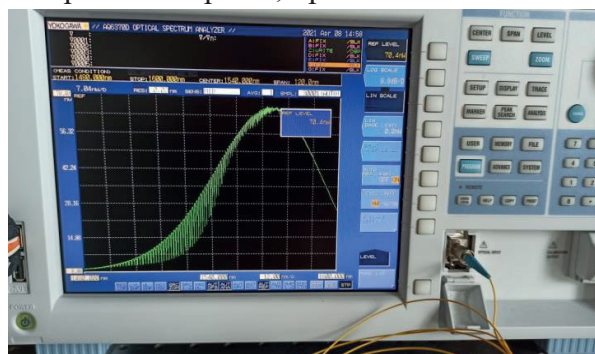


Рисунок 2б - Элементы системы для измерения спектральных характеристик косых решеток Брэгга, при анализатор спектра

Решетка Брэгга была размещена в климатической камере, которая давала возможность изменять температуру в диапазоне от -400 до 1800 градусов Цельсия.

На рисунке 3 показана климатическая камера марки Vötsch, а ее параметры в таблице 1.



Рисунок 3 - Общий вид климатической камеры марки Vötsch

На рисунке 3 а представлено фото климатической камеры с помещением в ней оптоволокном, на котором записана косая решетка Брэгга.



Рисунок 3а - Решетка Брэгга, помещенной в климатической камере

Измерение проводилась на установке с климатической камерой, которая позволяла изменения температуры и регистрацию спектра передачи с помощью спектра анализатора [2].

Параметры климатической камеры представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Параметры климатической камеры

Наименование параметра/характеристики	Значение параметра
Номинальное напряжение	230 В (+6 /-10%) 50Гц
Температурный диапазон, °С	от -40° до +180°
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения температуры	± 0,20

Экспериментальные исследования были проведены на лабораторной установке представленной на рисунке 2 и 3 в температурном диапазоне -20°С до 120°С с шагом изменения 10°С (нагрев) и 120°С до -20°С (охлаждение). Для измерения характеристик передачи использован был спектроанализатор, а измерения температуры исполнялись с помощью климатической камеры представленной на рисунке 3, которой параметры представлены в таблице 1.

### Список литературы

1 Balakshy V.I., Mantsevich S.N. Collinear diffraction of divergent optical beams in acousto-optic crystals [Text] //Appl. Opt., 2009, v. 48, P. 135 – 140.

2 Антонов С.Н., Вайнер А.В., Проклов В.В., Резвов Ю.Г. Новый акустооптический эффект – брэгговская дифракция без перемодуляции [Текст] // ЖТФ, 2009. - Т. 79. - № 6, - С. 119–123.

## МАЗМҰНЫ

Секция

### ҚАЗІРГІ ЗАМАНҒЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ АВТОМАТТАНДЫРУ, МӘСЕЛЕЛЕР ЖӘНЕ ДАМУ ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ

### СОВРЕМЕННАЯ ЭНЕРГЕТИКА И АВТОМАТИЗАЦИЯ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

<i>Amir Y.</i> ANALYSIS OF SCIENTIFIC RESEARCH ON CATTLE GRAZING SYSTEMS IN ORDER TO SAVE PASTURE RESOURCES.....	4
<i>Кабидулатов А.А.</i> ВЕТРЯНЫЕ ТУРБИНЫ ДЛЯ РАЙОНОВ С НИЗКОЙ СКОРОСТЬЮ ВЕТРА.....	6
<i>Мехтиев А.Д., Кириченко Л.Н., Казамбаев И.М.</i> ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА СИЛОВЫХ КАБЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ.....	8
<i>Қайдар А.Б., С.К. Шерьязов</i> АРНАЙЫ ДИЗАЙНДАҒЫ ЖЕЛ ҚОНДЫРҒЫСЫ АВТОНОМДЫ АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ТҮТЫНУШЫЛАРЫ.....	11
<i>Мехтиев А.Д., Кириченко Л.Н., Казамбаев И.М.</i> ОБЗОР МЕТОДОВ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПОВРЕЖДЕНИЙ ПРОТЯЖЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ПОМОЩЬЮ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ ЛИНИЙ НА ОСНОВЕ Ф-ОТDR.....	13
<i>Мапарова Г. А.</i> APPLICATION OF A LOW-PRESSURE MIXING TYPE HEATER IN SCHEMES OF STEAM TURBINE INSTALLATIONS OF THERMAL POWER PLANTS.....	17
<i>Мусагажиров М.Ж.</i> АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ КАБЕЛЕЙ.....	21
<i>Алияров Б. К., Мергалимова А. К., Омаров А. М.</i> РАЗРАБОТКА ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ МЕЛЬНИЦЫ С ОДНИМ ВАЛКОМ.....	23
<i>Рысбаева Г.Б., Умурзакова А.Д.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ.....	27
<i>Сапарғалиева А.Н.</i> МИКРОФАКЕЛЬНЫЙ МЕТОД СЖИГАНИЯ И УСТРОЙСТВА.....	30
<i>Н.Н. Саракешова</i> ТАБИҒИ ГАЗДЫ ЖАҒУ КЕЗІНДЕ ШАҒЫН СУ ЖЫЛЫТУ ҚАЗАНДЫҚТАРЫНДА МИКРОФАКЕЛЬДІ ЖАҒУДЫ ҚОЛДАНУДЫҢ ЭНЕРГИЯ ТИІМДІЛІГІН БАҒАЛАУ.....	34
<i>Тәңірберген А.Б.</i> ЖАҒАРТЫЛАТЫН ЭНЕРГИЯ КӨЗДЕРІН ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ ҚАЗАҚСТАНДА ТАРАТЫЛҒАН ГЕНЕРАЦИЯНЫҢ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУ.....	38
<i>Шарипов Т.</i> УТИЛИЗАЦИЯ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	41
<i>Акопян Д.</i> 110 КВ ЖЕЛІСІНДЕГІ ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯСЫНЫҢ ШЫҒЫНЫН АЗАЙТУ ЖӨНІНДЕГІ ІС-ШАРАЛАРДЫ ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ НЕГІЗДЕУ.....	44
<i>Баймагамбетова Т.Е., С.С. Исенов</i> ВЕТРОУСТАНОВКИ С МОДУЛЬНЫМ ВЕТРОКОЛЕСОМ ДЛЯ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ СЕЛЬСКИХ АВТОНОМНЫХ ОБЪЕКТОВ.....	47

<b>Боранбаева З.К.</b> РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ АЛГОРИТМА ЗАЩИТЫ, АПВ И ИНФОРМАТОРА АВАРИЙНОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ ЛИНИИ НАПРЯЖЕНИЕМ 35 кВ.....	50
<b>Жаилганов А.С.</b> ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ГАЗИФИКАЦИИ УГЛЯ ШУБАРКОЛЬСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДЛЯ ДАЛЬНЕЙШЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИНТЕЗ-ГАЗА В ПГУ .....	53
<b>Мехтиева А.Д., Жамалханова Ж.Ф.</b> АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ӨНДІРІСІНІҢ ҚАЛДЫҚТАРЫН КӘДЕГЕ ЖАРАТУ МҮМКІНДІГІМЕН КОГЕНЕРАЦИЯЛЫҚ ЭНЕРГИЯ ҚОНДЫРҒЫСЫН ПАЙДАЛАНА ОТЫРЫП, АГРОӨНЕРКӘСІПТІК КЕШЕН ОБЪЕКТІЛЕРІН ДЕРБЕС ЭНЕРГИЯМЕН ЖАБДЫҚТАУДЫ ӨЗІРЛЕУ .....	58
<b>Қасымбек Ұ.</b> АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫНДА АСИНХРОНДЫ ҚОЗҒАЛТҚЫШТАРДЫҢ ЖҰМЫС ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ.....	61
<b>Каханов С.А.</b> КҮН ЭНЕРГИЯСЫН МЕХАНИКАЛЫҚ ТҮРЛЕНДІРУ ЖҮЙЕСІН АВТОМАТТЫ БАСҚАРУ .....	64
<b>Костыря Е.И.</b> РАЗРАБОТКА СПОСОБА СОГЛАСОВАНИЯ ЗАЩИТ БЕЗ ВЫДЕРЖКИ ВРЕМЕНИ ВВОДА И ОТХОДЯЩИХ ЛИНИЙ ТРАНСФОРМАТОРНОГО ПРИСОЕДИНЕНИЯ 10 КВ.....	67
<b>Куантаев Н.К.</b> ЭЛЕКТР ЖҮКТЕМЕСІН БОЛЖАУ ӘДІСТЕРІН ТАЛДАУ .....	69
<b>Қасым А.Е.</b> ОПТИМАЛЬНЫЕ РАЙОНЫ АКМОЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ ДЛЯ РАЗМЕЩЕНИЯ ВЕТРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ ПО ВЕТРОВОМУ ПОТЕНЦИАЛУ .....	73
<b>Құрманғазықызы Н.</b> ЭНЕРГИЯ ҮНЕМДЕУ ШАРАЛАРЫН ПАЙДАЛАНУДЫ ТАЛДАУ .....	75
<b>Маратов Е., Нұрмағанбетова Г.С.</b> «ГЕНЕРАТОР-ТРАНСФОРМАТОР» ЖҮЙЕСІН ТАЛДАУ .....	79
<b>A. Muslim, Atyaksheva A.V.</b> ON THE ESSUE OF THE CALCULATION CO <sub>2</sub> EMISSIONS INTO THE ATMOSPHERE OF WHEAT STRAW.....	82
<b>Нұрабай Ж.Б.</b> ҚАЗАНДЫҚ ЖӘНЕ ЖЫЛУ АЛМАСТЫРУ ҚОНДЫРҒЫЛАРЫНЫҢ ЖЫЛУАЛМАСТЫРҒЫШ БЕТТЕРІНДЕГІ ҚАҚТЫ АЗАЙТУ ҮШІН ТЕХНИКАЛЫҚ СУҒА МАГНИТТІК ӨСЕР ЕТУДІ ЗЕРТТЕУ .....	84
<b>Нұрболатқызы А.</b> ПОВЫШЕНИЕ НАДЁЖНОСТИ ПОСЛЕ АВАРИЙНЫХ РЕЖИМОВ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ РАЙОНА.....	87
<b>Ризабек Б., Жақсылық А.М.</b> РАСЧЕТ ТЕОРЕТИЧЕСКИ МИНИМАЛЬНОГО РАСХОДА ТОПЛИВА В ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИ ИДЕАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ ПЕРЕРАБОТКИ ЖИДКИХ ШЛАКОВ.....	89
<b>Kh. Yessentay, Atyaksheva A.V., Ryzkina N.V. S</b> ANALYSIS OF MAIN ENERGY SAVING MEASURES IN THE DESIGN OF HEATING SYSTEMS FOR INDUSTRIAL BUILDINGS IN KAZAKHSTAN.....	91
<b>Zhaksylyk A.M., Ryzkina N.V.</b> DETERMINATION OF THE POSSIBILITY OF ENERGY SAVING USING A RANGE OF REGULATORS IN CIVIL BUILDING AIR CONDITIONING SYSTEMS.....	93
<b>Сеитова Ж.Ә., Бекишева Ж.Т.</b> КҮЛДІҢ ӨСЕРІНЕН ҚЫЗДЫРУ БЕТТЕРІНІҢ ТОЗУЫ.....	95

<i>Slipchenko S.</i> CHARACTERISTIC FEATURES OF POWER SUPPLY OF THE SUBSTATIONS' AUXILIARY POWER RECEIVERS.....	96
<i>Алькина А.Д., Сулейменова Г.О.</i> АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОПТИЧЕСКИХ КАБЕЛЕЙ ПО ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМ ПОТЕРЯМ МОЩНОСТИ.....	98
<i>Е.Хуанбай, Найзагараева А.А., Омарханова Д.Ж.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ СВЕРХПРОВОДЯЩИХ ТОНКИХ ПЛЕНОК $YBa_2Cu_3O_{(6+x)}$ .....	101
<i>Абдрахмнов А.С. Утебек Д. Б.</i> ЖЫЛЫТУДЫҢ АВТОНОМИЯЛЫҚ ЖҮЙЕСІ ЖӘНЕ ЭНЕРГИЯНЫҢ БАЛАМАЛЫ КӨЗДЕРІН ҚОЛДАНУ САЛАСЫНДАҒЫ ЖАҢА ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ЗАМАНАУИ НАРЫҚТА АЛҒА ЖЫЛЖЫТУ СҰРАҒЫН ТАЛДАУ.....	104
<i>Абдуназаров Ж. Г., Оразтай Н. Б.</i> ЭНЕРГИЯНЫ ҮНЕМДЕУ – ӨСКЕЛЕҢ АҒЫН ТИІМДІЛІГІ.....	106
<i>Асет А., Жумудь В.А., Искакова А.М., Жасакбаев А.А.</i> ТҰРҒЫН ҮЙ КЕШЕНДЕГІ СУМЕН ЖАБДЫҚТАУ ЖҮЙЕСІН АВТОМАТТАНДЫРУ ЖӘНЕ БАСҚАРУ.....	109
<i>Бердишев А.С., Курбанбаев Б.М.</i> СТРУКТУРА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО РЕСУРСА В ПОТРЕБИТЕЛЬСКОЙ СИСТЕМЕ.....	113
<i>Вачеланова А. И., Умирзаков Р. А.</i> РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ СУШИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ.....	117
<i>Есанова И. А.</i> ҚАЗАҚСТАНДА ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯСЫН ТИІМДІ ЖӘНЕ ҮНЕМДІ ПАЙДАЛАНУ ЖОЛДАРЫ.....	120
<i>Мананова Н.М.</i> ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТУРБОАГРЕГАТОМ ТЕПЛОВОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ.....	124
<i>Сарбасова Н.Д., Умурзакова А.Д.</i> СПОСОБ СОРТИРОВКИ КРУГЛОГО ЛЕСА, ПОВЫШАЮЩИЙ ТОЧНОСТЬ УПРАВЛЯЮЩЕГО КАНАЛА.....	127
<i>Шеръязов С. К., Жумажанов С. К.</i> СОСТОЯНИЕ И РАЗВИТИЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ В УСЛОВИЯХ КАЗАХСТАНА.....	130

## Секция

### РАДИОТЕХНИКА, ЭЛЕКТРОНИКА ЖӘНЕ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯЛАР

#### РАДИОТЕХНИКА, ЭЛЕКТРОНИКА И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ

<i>Мусагажинов М.Ж.</i> АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ КАБЕЛЕЙ.....	133
<i>Александровский Ю.В.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ СПЕКТРАЛЬНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ БЕСПРОВОДНОЙ СВЯЗИ 5G.....	136



<b>Бектібайұлы Е.</b> МЫС ОКСИДІ НЕГІЗІНДЕГІ КЕРАМИКАЛЫҚ МАТЕРИАЛДАРДЫҢ АСҚЫН ӨТКІЗГІШТЕР ҚАСИЕТІ.....	138
<b>Ерденов А. Ж., Жетписбаева А. Т., Сериков Т.Г.</b> ПОСТРОЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ШИРОКОПОЛОСНОГО БЕСПРОВОДНОГО МЕЖЧИПОВОГО КАНАЛА СВЯЗИ.....	139
<b>Қабдуәли Т.І.</b> АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ МЕТОДА ОБНАРУЖЕНИЯ ИСТОЧНИКА РАДИОСИГНАЛОВ НА БАЗЕ НИЗКООРБИТАЛЬНОГО СПУТНИКА С ПРИМЕНЕНИЕМ ФИЛЬТРА КАЛМАНА.....	141
<b>Сарсенбаева М.Б., Джусупова А.А, Ускенбаев Д.Е.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НАНОДОБАВОК НА КРИТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ Vi-ВТСП.....	143
<b>Толеугалиев Д. Д., Ногай А. А., Ногай А. С., Ускенбаев Д. Е.</b> СИНТЕЗ ОБРАЗЦОВ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ $\text{Na}_3\text{Fe}_{2(1-x)}\text{Cr}_{2x}(\text{PO}_4)_3$ ( $0 \leq x \leq 0,06$ ) И ИХ ПРОВОДЯЩИЕ СВОЙСТВА.....	145
<b>Нәжкен А.Е.</b> HUAWEI ЖАБДЫҒЫНА НЕГІЗДЕЛГЕН ДЕРЕКТЕР ӨНДЕУ ОРТАЛЫҒЫН ҚҰРУДЫҢ МҮМКІНДІКТЕРІ.....	147
<b>Байтелесов С., Ускенбаев Д.Е., Ногай А.С., Ногай Э.А., Ускенбаев А.Д.</b> РЕНТГЕНОВСКОЕ, МИКРОСТРУКТУРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И СВОЙСТВА ВИСМУТОВОГО СВЕРХПРОВОДНИКА, ПОЛУЧЕННОГО ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ИК ИЗЛУЧЕНИЯ.....	150
<b>Dunayev P.A., Ryabtsunov S.Y.</b> ON THE ISSUE OF DETERMINING THE BANDWIDTH OF IP NETWORKS.....	152
<b>Шедреева И.Б., Джанузакова Р.Д., Темиргалиев Т.К.</b> СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НА СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОСЫХ БРЭГГОВСКИХ РЕШЕТОК.....	154

**Составители:**  
*Департамент науки*

**Редакторы:**  
*Департамент науки*

**Компьютерная верстка:**  
*Романенко С.С.*

Сдано в набор: 19.02.2023  
Формат 60x84<sup>1/16</sup>  
Усл. печ. л. 10,0

Подписано в печать: 19.04.2023  
Заказ № 2339  
Тираж 22 экз.

---

Типография Казахского агротехнического исследовательского университета  
им. С. Сейфуллина, 2023 г., 010011, г. Астана, пр. Жеңіс, 62 а, тел.: 39 39 17