

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ҒЫЛЫМ
ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТІ**

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТ**

**«VII Ш. ШӨКИН ОҚУЛАРЫ» АТТЫ
ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ҒЫЛЫМИ-ТЕХНИКАЛЫҚ
КОНФЕРЕНЦИЯСЫНЫҢ
МАТЕРИАЛДАРЫ**

**МАТЕРИАЛЫ
МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНОЙ-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«VII ЧТЕНИЯ Ш. ШОКИНА»**

**ПАВЛОДАР
2023**

ӘОЖ 001
КБЖ 72
М43

Редакция алқасының бас редакторы:

Садықов Е.Т., э.ғ.д., профессор, «Торайғыров университеті» КЕАҚ
Басқарма Төрағасы – Ректор

Жауапты редактор:

Ержанов Н.Т., б.ғ.д., профессор, «Торайғыров университеті» КЕАҚ
ғылыми жұмыс және халықаралық ынтымақтастық жөніндегі Басқарма мүшесі-проректоры

Редакция алқасының мүшелері:

Кислов А.П., Жалмагамбетова У.К., Қрықбаева М.С., Исенова Б.К.,
Омарова А.Р., Ибраева А.Д.

Жауапты хатшылар:

Ашимова А.К., Андреева О.А., Бектасова А.А., Абжекеева А.З.

М43 «VII Ш. Шөкин оқулары» : Халықаралық ғылыми-техникалық конференциясының материалдары. – Павлодар : Торайғыров университеті, 2023. – 309 б.

ISBN 978-601-345-371-2

«VII Ш. Шөкин оқулары» атты Халықаралық ғылыми-техникалық конференциясының (01 наурыз 2023 жыл) жинағында келесі секциялар бойынша ұсынылған мақалалар енгізілген: Электр энергиясын өндіру және тарату; Автоматтандыру және телекоммуникация; Энергияны үнемдеу және баламалы энергия көздері; Жылу энергетикасының өзекті мәселелері.

Жинақ көпшілік оқырманға арналады.
Мақала мазмұнына автор жауапты.

ӘОЖ 001
КБЖ 72

ISBN 978-601-345-371-2

© Торайғыров университеті, 2023

Пленарлық отырыс
Пленарное заседание

**РОЛЬ НАУЧНОЙ ШКОЛЫ В ПОДГОТОВКЕ КАДРОВ
ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ**

ИВАНОВА Е. В.

д.т.н., доцент

САЛЬНИКОВ В. Г.

д.т.н., профессор,

Сибирский государственный университет водного транспорта,
г. Новосибирск, Российская Федерация

Общепризнано, что авторитет и известность вузу обеспечивают его ученые, их научные школы, а также результаты научно-исследовательской деятельности. Научная школа формируется в течение многих лет и характеризуется рядом устойчивых признаков: постоянством тематики исследований, подготовкой научно-педагогических кадров высшей квалификации, наличием творческой атмосферы, организацией научных встреч, теоретической и практической значимостью исследовательских результатов.

Что такое научная школа? С одной стороны это оформленная система научных взглядов, а с другой научное сообщество, придерживающееся этих взглядов. Трудно переоценить роль научных школ в развитии отечественной науки, системном решении актуальных проблем современности. Научные школы являются своеобразными кузницами формирования научных кадров, одним из обязательных условий сохранения и преумножения научных традиций.

Целью деятельности научной школы является создание и распространение нового научного знания по выбранному научному направлению, признаваемого научным сообществом, и на этой основе развития научного потенциала университета как центра научных исследований и разработок.

Научная школа является неформальным, разновозрастным, межпоколенческим сообществом людей, которые занимаются наукой профессионально, при этом, главным основанием их объединения является некоторый круг научных идей и ценностей. Теория науки представляет научную школу: как один из типов научного коллектива, особую форму кооперации научной деятельности, в которой исследователи придерживаются определённых концепций

(подходов) к исследованию конкретных явлений; как эффективный путь подготовки учёных и развития науки.

Доцент института теории образования Ольга Грезнева предлагает классификацию научных школ, но всегда должны присутствовать признаки научной школы. Ими являются:

- общность научных интересов представителей школы (общее направление научных исследований);

- высокий уровень научных результатов (наличие: публикаций в виде монографий; статей, опубликованных в рецензируемых изданиях, публикаций в изданиях, индексируемых в наукометрических системах Scopus, WOS, РИНЦ и др.; свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ, свидетельств о регистрации электронного ресурса; патентов и свидетельств на изобретения; тематик всероссийских и международных научных и научно-практических конференций и семинаров);

- ведущая роль научного лидера (доктор технических наук, профессор, руководитель постоянно действующего научно-технического семинара в университете; ведущий учёный, отмеченный государственными и региональными наградами; член редакционной коллегии научного журнала; член диссертационного совета по защите кандидатских и докторских диссертаций; научный руководитель соискателей учёных степеней; официальный оппонент по диссертациям, защищаемых в различных диссертационных советах РФ и т.д.);

- обучение научному творчеству молодёжи, обучающейся в аспирантуре и докторантуре, которое в какой-то мере способствует преодолению (отрицанию) известных положений по предмету исследования;

- стабильность и перспективность госбюджетной научно-исследовательской темы, имеющей государственную регистрацию. Исследование по этой теме выполняет коллектив научной школы.

Научная школа для вуза не просто коллектив преподавателей, имеющих учёные степени и по определению составляющих научное сообщество, а инструмент воспитания молодых сотрудников исследовательскому стилю мышления, определённого способа подхода к проблемам, эффективный путь проведения диссертационных исследований. Это феноменальная организация, сопряжённая с другими научно-социальными объединениями и структурами науки и образования, такими как научно-исследовательский сектор, факультет подготовки кадров высшей

квалификации, отдел аспирантуры, различные кафедры, на которых в основном работают члены научной школы.

Научная школа является подсистемой вузовской науки, которая эффективно функционирует только при наличии (определённых условий):

- диссертационного совета на базе университета, в котором можно защищать кандидатские и докторские диссертации по научной специальности, совместимой с научным направлением школы;

- отдела аспирантуры (бюджетных мест по научной специальности, соответствующей научному направлению школы);

- научного журнала, относящегося к рецензируемым изданиям, для публикации научных статей;

- участия научного руководителя школы в работе диссертационного совета и в редакционной коллегии научного журнала;

- договоров о научно-техническом содружестве между ФГБОУ ВО «СГУВТ» и другими вузами, научно-исследовательскими институтами электроэнергетики и электроэнергетическими компаниями по развитию научно-технического прогресса электрификации народного хозяйства;

- постоянно действующего научно-технического семинара по проблемам электроэнергетики и предварительному рассмотрению диссертаций, поступающих в диссертационный совет;

- лабораторно-исследовательской базы для эффективного обучения аспирантов, проведения диссертационных исследований, компьютеризованного моделирования различных режимов электрических сетей и электроэнергетических систем;

- постоянной госбюджетной научно-исследовательской темы, имеющей государственную регистрацию и отношение к научному направлению школы.

Таким образом, научная школа призвана: быть организацией тесного, постоянного, неформального общения учёных, обмена идеями и обсуждения полученных результатов; повышать научное образование путём развития способностей членов научного сообщества к научному творчеству; обеспечивать эффективный путь проведения диссертационных исследований и подготовки диссертаций в нормируемые сроки.

На основании решения Ученого Совета и Приказа ректора в Сибирском государственном университете водного транспорта

сформированы и функционируют три научных школы: «Электроэнергетика. Электромагнитная совместимость технических средств»; «Экономика и эксплуатация водного транспорта»; «Судовые энергетические элементы (главные и вспомогательные)», под руководством ведущих ученых университета.

Научные исследования, проводимые в рамках научной школы «Электроэнергетика. Электромагнитная совместимость технических средств» сформулированы в Паспорте научной специальности 2.4.3. «Электроэнергетика».

Это поисковые исследования, направленные: на установку фактов, влияющих на эффективность работы электрических сетей (объекта исследования); отыскания путей подавления кондуктивных низкочастотных электромагнитных помех (ЭМП); разработку теоретических основ электромагнитной совместимости (ЭМС) технических средств в соответствии с межгосударственным стандартом ГОСТ 32144-2013.

Выполненные в течение последних 20 лет диссертационные исследования сформировали определённую стратегию, которая представляется как искусство планирования, руководство научными исследованиями и подготовкой диссертаций к защите.

Научная школа не является структурным подразделением вуза. Это неформальное объединение, которое формируется научным руководителем в соответствии с «Положением о научной школе».

При разработке системы управления-взаимодействия между членами научной школы, учитывались сложившиеся связи между кафедрами: «Электроэнергетические системы и электротехника» электромеханического факультета ФГБОУ ВО «СГУВТ», «Электрооборудование и автоматика» института «Морская академия» ФГБОУ ВО «СГУВТ» и «Электротехника и электрооборудование» Омского института водного транспорта – филиала ФГБОУ ВО «СГУВТ», а также между организациями:

– ФГБОУ ВО «СГУВТ» и БУ ВО ХМАО-Югры «Сургутский государственный университет» г. Сургут;

– ФГБОУ ВО «СГУВТ» и сервисным центром «Когалымэнергонефть» Западно-Сибирского регионального управления «Лукойл-Энергосети», г. Когалым, ХМАО-Югры. Учёные из этих кафедр, объединённые в научную школу, защитили свои кандидатские и докторские диссертации (практически все) по научной специальности шифр 2.4.3. «Электроэнергетика».

Структура научной школы представлена на рисунке 1, а иерархия в системе функционирования – на рисунке 2.

Непосредственное руководство научной школой и планированием научно-исследовательской работы осуществляет официальный научный руководитель (ОНР) и его помощники по кафедрам, расположенным в городах Сургуте и Омске. Функции документоведа может совмещать аспирант на правах совместителя в объёме времени, отведённого индивидуальным учебным планом по педагогической деятельности.

Для повышения эффективности научных исследований (для избежания ошибок и недопониманий) требуется глубокое изучение соискателем теории состояния вопросов утверждённой темы диссертации не только по учебникам, а, прежде всего, по научным первоисточникам (монографии, статьи в рецензируемых журналах, диссертации, авторефераты диссертаций, материалы научных конференций), авторами которых являются члены научной школы. Достиженные научные достижения (научная новизна, теоретическая и практическая значимость) являются отправной точкой для дальнейшего исследования по научному направлению школы, характеризующей степень разработанности темы исследования.

Официальная научная школа функционирует по единому плану, разработанному на 1-2 года научным руководителем с учётом предложений, поступивших от помощников по ОИВТ – филиала ФГБОУ ВО «СГУВТ» и по БУ ВО ХМАО-Югры «СурГУ», который согласовывается с деканом факультета подготовки кадров высшей квалификации и утверждается проректором по научной работе.

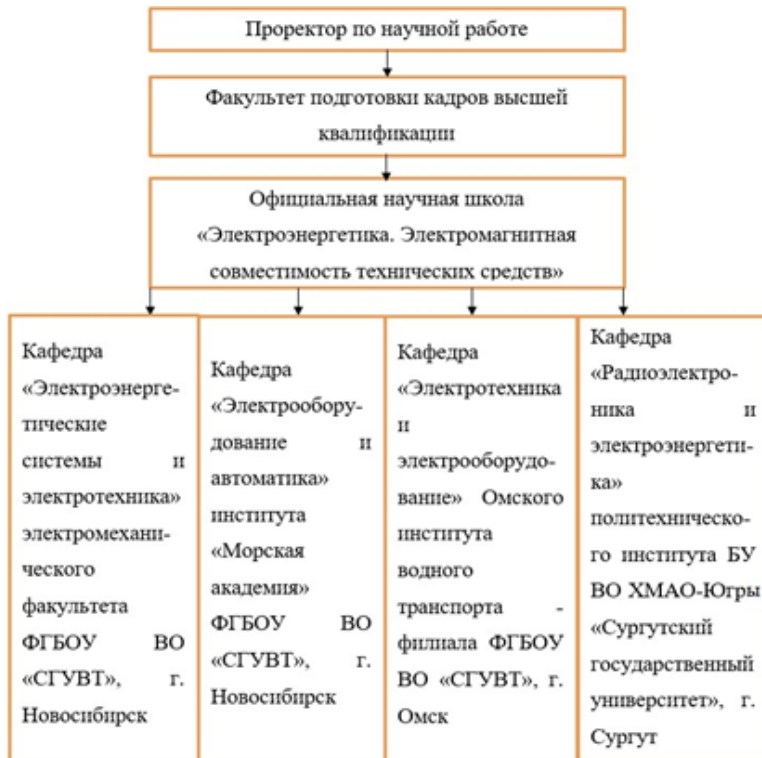


Рисунок 1 – Структура официальной научной школы «Электроэнергетика. Электромагнитная совместимость технических средств» ФГБОУ ВО «СГУВТ»

Для проведения диссертационных исследований рекомендуется в полной мере использовать лабораторно-исследовательское оборудование. Базовые дидактические эксперименты по выбранному направлению исследования позволяют установить объект исследования, выбрать (определить) предмет исследования и сформулировать идею работы.

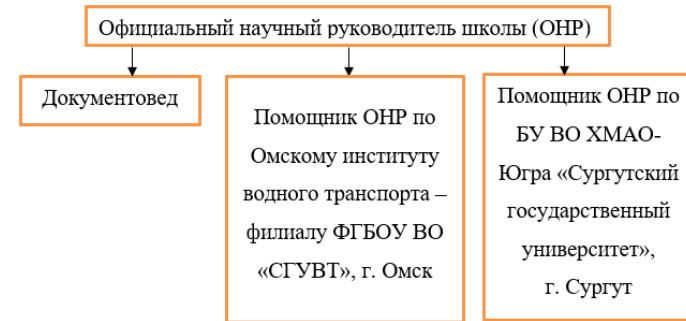


Рисунок 2 – Иерархия в системе функционирования официальной научной школы

При этом: достоверность обеспечивается используемым сертифицированным оборудованием и средствами измерений, применением специально разработанных программ для ЭВМ и электронных ресурсов; устанавливается связь темы диссертации с общенаучными (государственными) программами и с научной целевой комплексной темой «Разработка мероприятий по повышению надёжности работы оборудования в условиях пониженных температур»; накапливается опыт определения достоверных данных о параметрах электромагнитных процессов в электрических сетях и электроэнергетических системах.

Сложилась определённая концепция – система взглядов на подготовку научно-педагогических кадров в университете. Научная школа имеет свой научный профиль, квалификацию и компетентность – осведомлённость и опытность в решении задач достижения электромагнитной совместимости технических средств путём подавления кондуктивных низкочастотных электромагнитных помех в силовых трёхфазных системах.

Накопился опыт:

- в решении научных задач по повышению качества функционирования: линий электропередач среднего и низкого напряжений, автономных электроэнергетических систем с распределённой генерацией удалённых объектов РФ, систем электроснабжения береговых объектов инфраструктуры портов, плавучих объектов и судов технического флота, питающихся с берега;

- в разработке методов: использования ЭВМ для решения задач в электроэнергетике, физического и математического моделирования

электромагнитных процессов, расчёта установившихся режимов, переходных процессов и устойчивости электрических сетей среднего напряжения;

– в усовершенствовании методов контроля, анализа и управления качеством электроэнергии и мер по его обеспечению;

– в разработке научных положений теории кондуктивных низкочастотных электромагнитных помех в силовых цепях сетей низкого и среднего напряжений, учитывающих особенности системы электроснабжения объекта исследования, и методов их подавления;

– в развитии теории электромагнитной совместимости технических средств и мер по её обеспечению на основе научного анализа электромагнитной обстановки и расчётного подавления кондуктивных низкочастотных электромагнитных помех в силовых электрических сетях 0,4-35 кВ, не исключая вторичные цепи на объектах электросетевого хозяйства.

Чёткая стратегия и высокие компетенции научной школы:

– способствуют повышению теоретического уровня разработок, сокращению срока выполнения исследований;

– повышают роль дискуссий по проблемам и темам исследований, в процессе которых выявляются новые, ещё не решённые актуальные научные задачи и формируются проблемы современной электроэнергетики;

– увеличивают возможность быстрого внедрения результатов диссертационных исследований на предприятиях водного транспорта и промышленности в рамках имеющихся научно-технических договоров между этими предприятиями и ФГБОУ ВО «СГУВТ», а также в учебный процесс этого вуза;

– обуславливают диссертационные исследования в научной школе как кратчайший путь к защите своей диссертации.

ЛИТЕРАТУРА

1 От магистранта до профессора / Иванова Е. В., Мочалин К. С., Рослякова О. В., под ред. Сальникова В. Г. // Новосиб.: СГУВТ, 2022 г. – 300 с.

УПРАВЛЕНИЕ АВТОМАТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

КИСЛОВ А. Ю.

начальник управления, АО «Павлодарская распределительная
электросетевая компания»

В процессе развития цивилизаций и хозяйственной деятельности, человечество, с целью совершенствования уровня жизни общества и увеличения производительности труда изучало окружающий его природный мир. Результатом изучения, стало появление – ключевых системообразующих технологий, основанных на тех или иных законах природы, её свойствах и материи. На основе ключевых системообразующих технологий, развивались масса второстепенных технологий, в совокупности приводящих к изменению всего образа жизни человечества, приводя к появлению, тех или иных военных и гражданских конкурентных преимуществ по сравнению с теми народами, кто не обладал данными технологиями. Таким образом, на основании ключевых системообразующих технологий формировался определенный – технологический уклад. Весь современный мир, современная экономика строится на фундаментальной технологии получения и использования электроэнергии. Электричество – стало той загадочной частью природы, на основе которой человечество создало весь современный технологический уклад. Без электроэнергии, мы вернемся на уровень экономики XVIII века, потеряв всё созданное более чем за 200 последних лет, потеряв конкурентное преимущество перед всем развитым миром, и потеряв труд десятков поколений.

В процессе решения задачи получения электрической энергии, человечество создало целую новую отрасль экономики – электроэнергетику. Электроэнергетика – это сложная система, включающая в себя как техническую (научную, инженерную составляющую), технологическую и организационную, так и законодательную часть (правила игры в отрасли). В технологической части электроэнергетика различает объекты по выработке электрической энергии (электрические станции), объекты по транспортировке, распределению и преобразованию электрической энергии (электросетевые компании – электрические сети), и субъекты занимающиеся продажей электрической энергии потребителям (энергосбытовые компании).

В научной и инженерной части электроэнергетика представлена массой специалистов и рабочих разной направленности и специализации. Это и рабочие разного профиля (электрослесари, электромонтеры, сварщики, техники) которые осуществляют ремонт и эксплуатацию силового электрооборудования. Это и бухгалтер, экономисты, юристы, специалисты по персоналу, психологи, медики, специалисты по безопасности и охране труда, и даже художники. Это и руководители разных уровней. А так же, и высококвалифицированные специалисты – инженерно-технические работники (инженера). Все сотрудники, работающие в отрасли важны, и все они гордо носят звание – энергетик. Но самая наукоёмкая часть в электроэнергетике, и самая сложная в техническом и научном отношении – это релейная защита и автоматика! Это элита электроэнергетики! Специалист по релейной защите и автоматике должен обладать, в первую очередь, аналитическим складом ума (он должен быть аналитиком и логиком). Знать и понимать как минимум физику, электротехнику, электронику, цифровую и микропроцессорную технику, программирование, логику, математику. А так же саму – релейную защиту и автоматику.

Экономика Павлодарской области, так же как и экономики всех развитых стран мира, базируется на использовании электрической энергии. Представителем электроэнергетической отрасли в Павлодарской области является группа компаний АО «ПАВЛОДАРЭНЕРГО», основной и самой крупной частью, данной группы компаний, является АО «Павлодарская Распределительная Электросетевая Компания».

Основной деятельностью АО «Павлодарская Распределительная Электросетевая Компания» (далее по тексту – АО «ПРЭК») являются передача, преобразование и распределение электроэнергии в 11 районах Павлодарской области, в городах Павлодар и Аксу. Производственные мощности расположены в г. Павлодаре и Павлодарской области. Площадь территории обслуживания составляет около 125 тыс. км². Для сравнения площадь территории всей Германии составляет около 357 тыс. км².

К электросетям АО «ПРЭК» подключено большинство предприятий Павлодарской области — промышленного региона Казахстана, где сосредоточено порядка 5 000 предприятий различной формы собственности, а население составляет 756,8 тысяч человек. Общая численность работников Компании по состоянию на 1 апреля 2020 года составила 1 878 человек.

На балансе АО «ПРЭК» находится:

- воздушные линии 0,4÷220 кВ протяженностью 14 461,4 км;
- кабельные линии протяженностью 811 км;
- подстанции 35÷220 кВ – 180 ед.;
- РП 6÷35 кВ – 25 ед.;
- КТП, ТП 6÷10/0,4кВ – 3516 ед.

В АО «ПРЭК», как и в любой другой электроэнергетической компании мира, существуют – специалисты по релейной защите и автоматике. А так же, не менее квалифицированные и схожие по наукоёмкости профессии специалисты – по метрологическому обеспечению предприятия. Данные специалисты работают, соответственно, в – Службе релейной защиты и автоматики, и – Метрологической службе. Данные службы входят в состав – Управления автоматизации, метрологии и измерительных систем (УАМИС). Возглавляет данное управление в АО «ПРЭК» – Кислов Александр Юрьевич, который является выходцем из Службы релейной защиты и автоматики, и выпускником Павлодарского государственного университета им. С. Торайгырова (ныне именуемом НАО «Торайгыров университет»).

Основные задачи Службы релейной защиты и автоматики состоят в поддержании на высоком уровне эксплуатацию устройств релейной защиты и автоматики, их периодическое техническое обслуживание, ремонт, наладку, модернизацию. Требования к специалистам тут самые высокие во всей электроэнергетической области, так как релейная защита и автоматика является самым сложным видом оборудования применяемым в электроэнергетике. Поскольку производственные мощности компании расположены по всей территории Павлодарской области, то это накладывает свою специфику к организации работ – это командировки. Как правило, командировки делят одну рабочую неделю (5 рабочих дней), после чего персонал возвращается. Молодые специалисты видят в этом дополнительный жизненный опыт, и романтику приключений. Предоставляется возможность знакомиться с множеством людей и коллег на территории всей области. Выбатывать опыт коммуникации с людьми разных психотипов, уровня образованности и воспитанности. Заводить интересные связи. После работы, некоторые специалисты занимаются рыбалкой, охотой, приятным время препровождением. А некоторые находят себе и супругу. А иногда, после этого создают целые династии энергетиков в АО «ПРЭК» (но это уже другая история).

В АО «ПРЭК» исторически сложилась очень интересная ситуация. Здесь благодаря инвестиционным программам планомерно проводятся реконструкции оборудования, в том числе и релейной защиты и автоматики. Таким образом, одновременно соседствует релейная защита и автоматика на электромеханической базе, с современной цифровой микропроцессорной релейной защитой (в том числе разных мировых производителей, таких как Siemens, Schneider Electric, General Electric, Areva, ЭКРА, Механотроника, Радиус-Автоматика, Динамика и масса других). Данная особенность позволяет молодому специалисту более широко охватить всю номенклатуру релейной защиты и автоматики, тем самым повышая, свой статус как специалиста и свою конкурентоспособность на рынке труда. Особые импульсы к развитию для специалистов придадут выявление и устранения дефектов и анализ аварийных ситуаций. В этих случаях приходится использовать весь свой багаж знаний и аналитический склад ума, что бы проанализировать и вычислить место и причину неисправности. Это гораздо сложнее игры в шахматы. При ремонте специалист сталкивается и с микросхемами, транзисторами, стабилитронами, варикапами, операционными усилителями. С программированием ПЛК. Конфигурированием компьютерных сетей (маршрутизация). Анализом аварийных осциллограмм, полученных из регистраторов аварийных процессов. Согласованием проектных решений новых строящихся объектов энергетики. И еще много и много интересного. Так же работа Службы релейной защиты и автоматики, это еще и расчёты технологических характеристик. Как правило, это работа для прекрасного пола. Формулы, числа, графики, выбор параметров и режимов работы устройств – это тоже релейная защита и автоматика. Но стоит помнить, что работа электроэнергетика сопряжена с риском для жизни и смертельной опасностью от поражения электрическим током. Поэтому в АО «ПРЭК» все специалисты и рабочие проходят обучение и периодическую квалификационную проверку знаний. Квалификационная проверка знаний проводится ежегодно. Проверяются знания Правил техники безопасности, Правила оказания первой доврачебной помощи пострадавшим, проводятся тренировки на специальном манекене. Стоит отметить, что в АО «ПРЭК» Служба безопасности и охраны труда (СБ и ОТ) одна из самых сильных в СНГ. Что не всегда нравится молодым нерадивым сотрудам, не желающих овладеть знаниями по

безопасности ради своей же собственной жизни. Иногда бывают и такие, но они долго на предприятии к счастью не задерживаются.

Что касается Метрологической службы, то основная её задача это – метрологическое обеспечение предприятия. В составе службы присутствует поверочная лаборатория, которая осуществляет ремонт, калибровку и поверку электрических средств измерений. Это и измерительные трансформаторы тока, измерительные трансформаторы напряжения, приборы учёта электроэнергии (счётчики), как однофазные, так и трехфазные и масса других средств измерений применяемых в электроэнергетике. Общее количество приборов учета, состоящее на балансе АО «ПРЭК» и находящиеся в зоне ответственности Метрологической службы составляет порядка 120 000 шт. Общее же количество приборов учета в сетях АО «ПРЭК» более 230 000 шт.

Специалисты, работающие в данной службе, а так же в Службе эксплуатации и наладки систем учёта электроэнергии и измерительных систем (которая так же входит в УАМИС) виртуозно ремонтируют любой прибор учёта и средство измерения, монтируют точки учёта электроэнергии, снимают векторные диаграммы и анализируют их. Эксплуатируют АСУЭ (автоматизированную систему учёта электроэнергии).

Вычисляя силой ума и математики недобросовестных потребителей, ворующих электроэнергию.

Иными словами – электроэнергетика это будущее любого государства в, современном мире. И любой студент, выпускник электроэнергетик кто считает и называет себя патриотом Казахстана, обязан принести пользу родине работая в группе компаний АО «ПАВЛОДАРЭНЕРГО», а самые умные в УАМИС АО «ПРЭК». Каждый выпускник должен осознавать свою причастность к будущему своей страны, к её судьбе и величию. А без электроэнергетики у Казахстана не будет современной экономики, а будет лишь уровень XVIII века. Каждый студент и выпускник должен помнить об этом, и доказать делом, что он патриот Казахстана, а не только на словах.

ДИАГНОСТИКА ЧАСТИЧНЫХ РАЗРЯДОВ ОПТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

ПОЛЯКОВ Д. А.

старший преподаватель, Омский государственный технический университет,
г. Омск, Российская Федерация

ТЕРЕЩЕНКО Н. А.

аспирант, Омский государственный технический университет,
г. Омск, Российская Федерация

БАРХАТОВА Т. А.

инженер, Омский государственный технический университет,
г. Омск, Российская Федерация

МАРКОВСКИЙ В. П.

к.т.н., доцент, Торайгыров университет,
г. Павлодар, Республика Казахстан

НИКИТИН К. И.

д.т.н., профессор, Омский государственный технический университет,
г. Омск, Российская Федерация

Введение. Для оценки состояния изоляции высоковольтного оборудования используется метод частичных разрядов (ЧР). Это позволяет определить качество и выявить начальный процесса старения изоляции.

Международный стандарт [1] определяет ЧР как электрический разряд, который шунтирует лишь часть изоляции между электродами, находящимися под разными потенциалами. Он может возникать в газах, жидкостях, твердых телах [2]. Во время работы электроустановки возникают различные повреждения: механические, термические, химические и др., которые приводят к разрушению изоляции [3]. Например, аварии, связанные с разрушением изоляции кабелей по причине возникновения ЧР, происходят в 90 % случаях [4]. Воздействие коротких замыканий, перегрузок в сети, высокочастотных гармоник вызывает появление ЧР [5–6]. Поэтому важно своевременно обнаружить возникновение ЧР, чтобы обеспечить исправность изоляции и повысить надежность энергетической системы.

В настоящее время используют несколько методов по измерению ЧР: электрический метод [7], акустический метод [8–10], тепловизионный [11, 12] и оптический [13].

Постановка задачи. Целью данной статьи является исследование уровня ЧР, которые поддаются регистрации оптическим методом, для определения степени опасности

возникающего дефекта в изоляционном материале. Для достижения цели были поставлены и решены следующие задачи:

- произвести литературный обзор существующих методов регистрации ЧР;
- искусственно создать дефекты в исследуемых объектах (кабель, изолятор) для создания повышенного уровня ЧР;
- провести экспериментальные исследования уровней, возникших ЧР в кабеле и в изоляторе;
- сделать анализ экспериментальных данных, оценить зависимости уровня ЧР от степени опасности дефекта.

Теория. Оптическое обнаружение частичных разрядов основано на выявлении оптического излучения, возникающего в результате различных процессов ионизации, возбуждения и рекомбинации во время разряда. Однако оптический спектр разных типов разряда неодинаков. Количество излучаемого света и его длина волны зависят от изоляционной среды (газообразной, жидкой или твердой) и различных факторов (температуры, давления и т.д.). Таким образом, спектр света, излучаемого частичными разрядами, зависит от окружающей среды и интенсивности разряда. Оптический спектр разрядов лежит в области от ультрафиолетового диапазона до инфракрасного [14]. Например, длина волны слабого ЧР обычно меньше 400 нм. Кроме того, излучение большинства разрядов приходится на ультрафиолетовый диапазон. Длина волны импульсного разряда высокой интенсивности составляет от 400 до 700 нм [15].

Для выявления уровня дефекта в статье приведены результаты экспериментального исследования с анализом амплитудно-фазовых диаграмм ЧР. При повышении питающего напряжения в дефектной области исследуемого объекта будет увеличиваться интенсивность разрядов. Блок-схема экспериментальной установки представлена на рисунке 1.

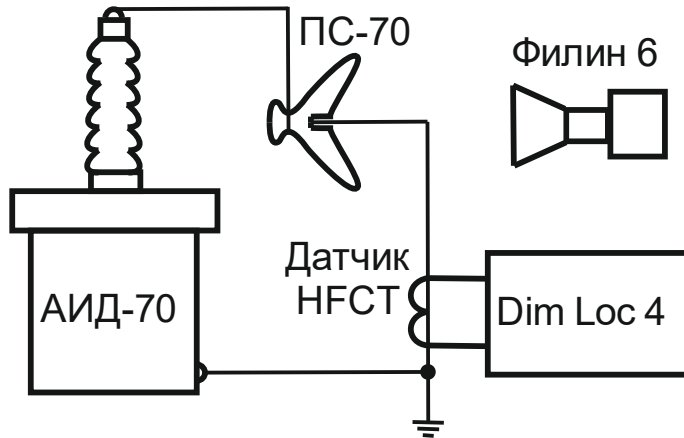


Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки

Эксперименты. При проведении эксперимента был использован подвесной стеклянный изолятор марки ПС-70Е. Он был выбран, так как ЭОД ФИЛИН-6 наиболее эффективен при диагностике стеклянной изоляции. Кроме того, в изоляторе был смоделирован искусственный дефект, способствующий появлению разрядов в воздухе. При постепенном увеличении переменного напряжения ЭОД ФИЛИН-6 смог зафиксировать частичные разряды в воздухе при напряжении 23 кВ и выше. Напряжение 23 кВ можно считать пороговым для данного измерения, так как при нём удалось зарегистрировать разряды. Мощность таких ЧР составила 98 мВт (Рисунок 2), а при 26 кВ разряды можно было обнаружить невооруженным глазом (Рисунок 3), мощность таких ПЧР была 166,8 мВт.

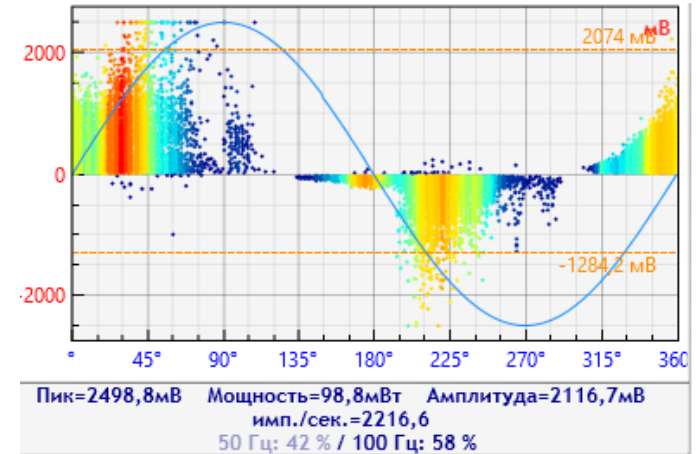


Рисунок 2 – Амплитудно-фазовая диаграмма частичных разрядов, зафиксированная при напряжении 23 кВ

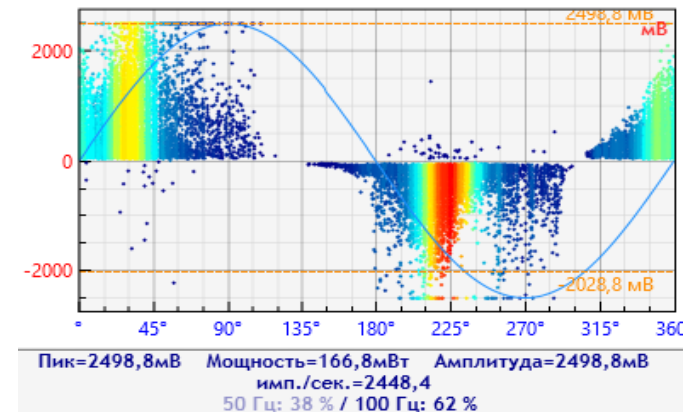


Рисунок 3 – Амплитудно-фазовая диаграмма частичных разрядов, зафиксированная при напряжении 26 кВ

Результаты оптической регистрации разрядов приведены на рисунках 4, 5.

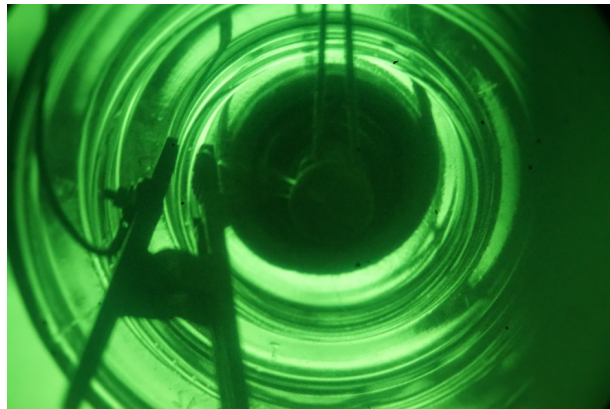


Рисунок 4 – Зарегистрированный разряд в воздухе при напряжении 23 кВ

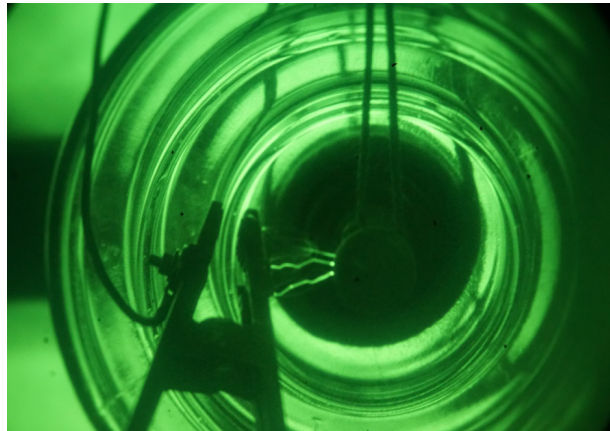


Рисунок 5 – Зарегистрированный разряд в воздухе при напряжении 26 кВ

Обсуждение результатов. При проведении экспериментов было выявлено, что при напряжении в 23 кВ редко возникают видимые только в ультрафиолетовом диапазоне и зарегистрированный электронно-оптическим дефектоскопом Филлин-6 частичные разряды в искусственном дефекте подвесного изолятора. При этом

зарегистрированная электрическим методом мощность частичных разрядов составила 98 мВт. При достижении напряжения в 26 кВ мощность ЧР составила 166,8 мВт и разряды регистрировались невооружённым взглядом.

Выводы. В статье рассмотрены известные методы обнаружения частичных разрядов. Для проведения эксперимента использовали оптический метод с применением прибора ЭОД ФИЛИН-6. В результате проведения экспериментальных исследований удалось зарегистрировать и определить пороговую интенсивность частичных разрядов, соответствующую около 100 мВт, необходимую для обнаружения разрядов оптическим методом. Указанный уровень частичных разрядов может быть относительно безопасным для оборудования на рабочие напряжения от 35 кВ. Следовательно, выявление дефектов на ранней стадии развития возможно только на высоких классах напряжения.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 ГОСТ Р 55191-2012 (МЭК 60270:2000)*. Методы испытаний высоким напряжением. Измерения частичных разрядов.
- 2 Muhr M., Schwarz R. Experience with optical partial discharge detection //Materials Science-Poland. – 2009. – Т. 27. – №. 4/2. – С. 1139–1146.
- 3 Rosle N. et al. Partial discharges classification methods in xlpe cable: A review //IEEE Access. – 2021. – Т. 9. С. 133258–133273.
- 4 Refaat S. S., Shams M. A. A review of partial discharge detection, diagnosis techniques in high voltage power cables //2018 IEEE 12th International Conference on Compatibility, Power Electronics and Power Engineering (CPE-POWERENG 2018). – IEEE, 2018. – С. 1–5.
- 5 Espín-Delgado Á. et al. Failure of MV cable terminations due to supraharmonic voltages: A risk indicator //IEEE Open Journal of Industry Applications. – 2020. – Т. 1. – С. 42–51.
- 6 Bragatto T. et al. Thermal effects of ground faults on MV joints and cables //Energies. – 2019. – Т. 12. – №. 18. – С. 3496.
- 7 Федосов Е. М., Зиялtdинова Л. Ф. Измерение частичных разрядов как метод диагностики высоковольтного оборудования //Электротехнические комплексы и системы. – 2016. – С. 15–19.
- 8 Ilkhechi H. D., Samimi M. H. Applications of the acoustic method in partial discharge measurement: A review //IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation. – 2021. – Т. 28. – №. 1. – С. 42–51.

9 Pan W., Chen X., Zhao K. Cable-Partial-Discharge Recognition Based on a Data-Driven Approach with Optical-Fiber Vibration-Monitoring Signals //Energies. – 2022. – Т. 15. – №. 15. – С. 5686.

10 Rathod V. B., Kumbhar G. B., Bhalja B. R. Partial Discharge Detection and Localization in Power Transformers based on Acoustic Emission: Theory, Methods, and Recent Trends //IETE Technical Review. – 2022. – Т. 39. – №. 3. – С. 540–552.

11 Deng Y. et al. Efficient partial discharge signal denoising method via adaptive variational modal decomposition for infrared detectors // Infrared Physics & Technology. – 2022. – С. 104230.

12 Guo C. et al. Nondestructive Evaluation of Composite Bonding Structure Used in Electrical Insulation Based on Active Infrared Thermography //Polymers. – 2022. – Т. 14. – №. 16. – С. 3373.

13 Сердюк Е. и др. Преимущества обнаружения частичного разряда с помощью гибридного решения, включающего использование передачи мощности по оптоволокну (Power-over-fiber) и флуоресцентного оптоволоконного датчика //Фотоника. – 2018. – Т. 12. – №. 4. – С. 406–412.

14 Schwarz R. Optische Teilentladungsdiagnostik für Betriebsmittel der elektrischen Energietechnik. – 2002.

15 Yang X. et al. Comparison between optical and electrical methods for partial discharge measurement //Proceedings of the 6th International Conference on Properties and Applications of Dielectric Materials (Cat. No. 00CH36347). – IEEE, 2000. – Т. 1. – С. 300–303.

АКАДЕМИК ШАПЫҚ ШӨКИН ЖӘНЕ ЕРДІҢ ЕСІМІН ЕЛ ЕСІНДЕ ҚАЛДЫРУ ЖҰМЫСТАРЫ Шапық Шөкіұлы Шөкиннің өмірі мен қызметі туралы қысқаша анықтама

НЫҒМЕТОВ М. Ж.

директор, Павлодар көлік және коммуникациялар колледжі, Павлодар қ.

Шапық Шөкин – көрнекті қазақ энергетигі, Қазақстан Республикасы ғылым академиясының академигі, техника ғылымының докторы (1953), профессор (1956). Қазақ КСР-інің еңбек сіңірген ғылым қайраткері (1961). 1937 жылы Омбының С. М. Киров атындағы ауыл шаруашылық институтын бітіріп, Қазақ КСР ауыл шаруашылық электрлендіру мекемесінде бөлім бастығы, бас инженер (1937–43), Қазақ КСР ҒА энергетика бөлімінің меңгерушісі (1943–44), Қазақ КСР ғылым академиясының энергетика институтының директоры (1944–63) әрі академик- секретарь (1955–62), Қазақ КСР ғылым академиясының президенті (1964–67) және президиум мүшесі (1955–68) қызметтерін атқарды. 1963 жылдан бері Қазақ энергетикалық ғылыми-зерттеу институтының директоры. Ш. Шөкин – ГОЭЛРОның жетекшісі Г. М. Кржижановскийдің шәкірті. Ол 1944–50 жылдары Іле өзенінің суы мен энергетика қорын комплексті түрде пайдалану мәселесін шама тұрғыдан зерттеді, сөйтіп, Қапшағай бөгені мен Қапшағай су электр станциясын салу ісіне үлкен үлес қосты. 1949–58 жылдары Орталық Қазақстанды сумен қамтамасыз ету мәселесін Ертіс өзенін бұру негізінде шешуге болатындығын дәлелдеді. Мұның өзі Ертіс-Қарағанды каналының салынуына себеп болды. Ш. Шөкин – Сібір өзендерін Қазақстан мен Орта Азияға бұру мәселесін ғылыми тұрғыда қарастырған алғашқы ғалымдардың бірі. Оның басшылығымен осы мәселені шешудің тиімді жолдары мен жобалары айқындалды. Ш. Шөкин – 170-тен астам ғылыми еңбектің авторы. Негізгі еңбектері энергетика және су шаруашылығының болашақ дамуы мен отындық энергетиканың, баланс проблемасына т.б. арналған. Ол Белград (1957), Бангкок (1961), Будапешт (1965), Мәскеу (1968) және Парижде (1971) өткен халықаралық конференциялар мен симпозиумдарға қатысып, онда Қазақстанның энергетикасы мен су шаруашылығының дамуының бүгінгісі мен келешегі туралы баяндамалар жасады. Ш. Шөкин – КСРО ғылым академиясының комплексті энергетика және су қорларын пайдалану

мен қорғау жөніндегі ғылыми кеңестердің мүшесі, Республикалық энергетика және электротехника ғылыми қоғамы председателінің орынбасары Қаз КСР Мемлекеттік сыйлығының лауреаты (1972). 6-сайланған КСРО Жоғарғы Кеңесінің депутаты, Қазақстан Компартиясының XII-съезінде Қазақстан КП ОК мүшесі болып сайланды. Еңбек Қызыл Ту орденімен, медальдармен марапатталған.

Менің баяндамада көтеретін тақырыбым: Академик Шапық Шөкин және ердің есімін ел есінде қалдыру жұмыстары.

Былтыр қазақ энергетикасының атасы, Мемлекеттік сыйлықтың лауреаты, Халық қаһарманы Шапық Шөкиннің туғанына 110 жыл толды. Бірақта ғаламат ғалымның мерейтойын біздің облыс пен республика өз деңгейінде атап өткен жоқ. Академиктің қамқорлығын көрген азаматтардың бірі, ақын, шығыстанушы Бағдат Дүйсенов осы игілікті іске бастамашы болып, академиктің туған жері Баянауыл ауданы Мәшһүр Жүсіп ауылында музей ашты. Одан басқа ешқандай шара өткен жоқ. Бағдат бауырымыз облыс әкіміне, Самұрық Энерго компаниясына, басқа да энергетикаға қатысы бар мекемелерге хат жазғанмен академиктің тойын тиісті дәрежеде атап өтуге ешкімнің құлқы болған емес. Бірақта біз ауыл арасындағы деңгейде ғана еңбек атқарған немесе көп батырларымыз бен ақындарымыздың тойын дүркіретіп өткізуге құмармыз. Ал әлемдік деңгейде қазақтың энергетика ғылымын көтерген, қазақ ғылымының басында тұрған тұлғамыздың тойын атап өтуге құлықсызбыз. Бұл не деген енжарлық екенін ұқпаймын?!

Шапық Шөкин өз заманының бүкіл биігін бағындырған тұлға. Энергетика саласындағы жалғыз Халық қаһарманы, облысымыздағы екі Халық қаһарманының бірі. Мемлекетімізде саусақпен санарлық қана Халық қаһарманы бар соның бірі әрі бірегейі. Біз сондай тұлғамызды өз деңгейінде дәріптей алмай жатқанымызға ұяттымын.

Шапық Шөкин – Қаныш Сәтбаевтан кейін Ұлттық ғылым академиясын басқарған, елдегі энергетика ғылымының негізін салып, Қазақстандағы біртұтас энергия жүйесін жасап кеткен академиктің есімін жерлестері әрдайым мақтан тұтады. Соның бір көрінісі – Баянауылдың Мәшһүр Жүсіп ауылында ашылған Шапық Шөкин атындағы өлкетану музейі. Музейге Алматыдан ғалымның жазу үстелі мен орындығын, шкафын алып келген. Сондай-ақ мұнда тұңғыш энергетиктің бюсті, жеке портфелі, костюм-шалбары, шляпасы, көзәйнегі, таспиығы, тақиясы, қаламсабы, радиоқабылдағышы, қолжазбалары мен кітаптары қойылған.

Жалпы, Мәшһүр Жүсіп ауылынан мұқым Ертіс-Баян өңіріне ғана емес, елімізге танымал тарихи тұлғалар шыққан. Атақты Айтбақиндер әулеті (Әміре Айтбақин қазақтан шыққан тұңғыш дипломды дәрігер), болыстар – Боштай, Құсайын мен Әбітүсіп, Павлодар уездік сотының төрағасы болған Мұқыш Боштаев, ғалымдар Ермұхан Бекмаханов, Қабиболла Оспанов, Қуандық Мәшһүр Жүсіп, Меруерт Әбусейітова, өнер иелері Қуат және Суат Әбусейітовтер, Әбжалап диуана, Мәшһүр Жүсіптің жаназасын шығарған Әбәйділде қажы секілді діни тұлғалар және тағы да басқа азаматтар жайлы тарихи деректер мен жазбалар архивтерден жинастырылып, музейге көшірмелері қойылған. Материалдардың көбі орталық мемлекеттік архивтен алыныпты. Алдағы уақытта ондағы қорды ел азаматтары толықтыра түспек ниетте.

Музейдің жабдықталуына «Еуроазиаттық энергетикалық корпорациясы», «Олжабай батыр» қоры қаржылай көмек көрсетті. Ал ашылу салтанатына көппен бірге ғалымның қызы Марал Шөкина, шәкірті Бақытжан Тобаяқов, Баянауыл ауданының әкімі Серік Батырғожинов қатысты.

Бір әттеген-айы, бүгінде Шапық атамыздың атында Алматыда мұражай жоқ. Отандық энергетиканың негізін салып қана қоймай, Қазақстандағы болашақ энергия қуатының біртұтас жүйесін енгізіп кеткен тұлғаның есімін қадірлей алмау – елдігімізге сын. Ғұламаның көзі тірісінде Қазақ энергетика ғылыми-зерттеу институтында ашылған мұражай-кабинет оқу орны сатылып кеткен соң жабылып қалған. Бағдат Дүйсеновтің бастамасымен, қазір күні Академик Ш. Шөкин атындағы Қазақ энергетика ғылыми-зерттеу институтында Шапық Шөкиннің мемориалдық музей кабинеті ашылмақшы.

Ш. Шөкин Қазақстандық ғылымның негізін салған Қаныш Сәтбаевтың сенімді серігі болды, үзеңгілес інісі болды, Қанекен өмірден өткен соң Қазақстан Ғылым академиясының президенті боп сайланып, Сәтбаевтың сара жолын жалғады. Мәңгілік тыныс тапқан мекені, қабірі де Қаныш Сәтбаев зиратына қарсы беттен бұйырған екен. Болашақта Екібастұз қаласына қарасты энергетиктердің қаласы «Солнечный» қалашығын «академик Ш. Шөкин кенті» деп атау керек деген ұсыныс көптен бері айтылып келеді. Осы жұмысты жүзеге асыру үшін Бағдат Дүйсенов бауырымыз Ш. Шөкиннің балалары Қанат, Марал, Бақыт Шөкиндердің атынан облыс әкіміне, Екібастұз қаласы әкіміне, мәслихатына сан рет хат жазған болатын. Бірақты бұл жұмыс әлі күнге дейін тұралап тұр. Бүгінгі конференцияға қатысып отырған зиялы қауым, ғалымдар,

оқытушылар қауымы Сіздерден осы мәселені қолдап, облыстық, қалалық, республикалық баспасөз беттеріне мақалалар жазып, қолдап, демеп, желеп жіберулеріңізді сұраймын. Жұмыла көтерген жүк жеңіл демекші, барлығымыз ат салысып, академиктің аты жалпының жадында жатталып, елдің есінде сақталып қалуы үшін жұмыла жұмыс жүргізуге шақырамын.

**1 Секция. Электр энергиясын өндіру және тарату
1 Секция. Производство и распределение
электрической энергии**

**ИНТЕГРАЦИЯ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ СИСТЕМЫ
ПРОТИВОАВАРИЙНОЙ АВТОМАТИКИ ЕЭС РК
С СИСТЕМОЙ WAMS**

АСАНОВ Д. А.
PhD, асоц. профессор, Восточно-Казахстанский технический университет
имени Д. Серикбаева
АШИРОВ Р. Т.
студент, Восточно-Казахстанский технический университет
имени Д. Серикбаева

Реализация ЦСПА начата в 2019 году и завершена в 2020 году. Система позволяет настроить противоаварийные процессы в энергосистеме Казахстана в режиме реального времени без вмешательства персонала, с переходом с местного на централизованное противоаварийное управление. Дальнейшее развитие ЦСПА заключается в уточнении расчетной схемы ЦСПА путем увеличения телеизмерений и телесигнализаций от ненаблюдаемых в настоящее время объектов – с целью увеличения точности расчетов. Выгодой от проекта ЦСПА является обеспечение в автоматическом режиме устойчивости энергосистемы при возникновении в ней нарушения нормального режима работы, а также повышение точности и сокращение избыточности отключений от действий противоаварийной автоматики.

ЦСПА ЕЭС РК с помощью математических моделей контролируемой электроэнергетической системы решает следующие задачи:

- Отображение текущего установившегося режима энергосистемы по данным телесигнализации и телеизмерений (оценки наблюдаемости и оценки состояния энергосистемы);
- Проигрывание и анализ возможных аварийных ситуаций, связанных с отключением элементов схемы сети (расчет параметров послеаварийного режима, оценки запаса статической устойчивости, выбора вида, места приложения и величины управляющих воздействий);
- Алгоритм оценивания состояния.

Блок «Оценивание состояния» выполняет следующие функции:

- Получение телеметрической информации от блока первичной достоверизации;
- Контроль наличия грубых ошибок телеинформации;
- Сборка расчетной схемы;
- Расчет текущего режима работы энергосистемы;
- Контроль качества полученного режима;
- Формирование и отправка через блок транспорта данных пакета на виртуальные машины, на которых работает блок выбора управляющих воздействий.

Успешное внедрение и ввод в эксплуатацию ЦСПА, позволяет использовать разработанный функционал, в части расчетной модели и оценке состояния энергосистемы, в SCADA/EMS. Данный подход обеспечивает надежность и гарантированное качество проведения расчетов и полученных результатов.

Существуют проблемы телепередачи до аварийной информации в автоматику предотвращения нарушения устойчивости (АПНУ), а именно время передачи телеинформации, а также «масштабируемости» проведения необходимых работ (проектирования, монтажа, пуско-наладки, эксплуатации) для систем телемеханики ПА. Эти вопросы являются актуальными, так как данные телеметрии используются в логике АПНУ для выбора управляющих воздействий. В ЕЭС РК автоматика дозирования воздействия установлены на ПС 500кВ «Семей», ПС 500кВ «Усть-Каменогорская», ПС 500кВ «Экибастузская», ПС 500кВ «ЮКГРЭС». В своей логике АПНУ используют доаварийную информацию измерений активной мощности и сигнализацию вывода в ремонт основного первичного оборудования. С удаленных объектов телеизмерения и телесигналы поступают в автоматику с помощью устройств телемеханики для ПА.

На данных объектах АПНУ выполнены на современных микропроцессорных устройствах. Автоматика работает в двух режимах. Режим ЦСПА – централизованная система противоаварийной автоматики. В этом случае величина управляющих воздействий вычисляется на серверах, расположенных в НДЦ и передается в устройства автоматики на объекты в виде таблиц по высокоскоростным каналам связи. Режим «ЛАПНУ» - локальная автоматика предотвращения нарушения устойчивости. При этом величина управляющих воздействий вычисляется устройствами автоматики на объектах на основе своих локальных измерений и сигналов, а также данных телемеханики с удаленных объектов.

WAMS является системой сбора и обработки синхрофазорных измерений параметров электрического режима с удаленных друг от друга энергообъектов. Источником измерений параметров электрического режима является техническое средство нижнего уровня WAMS – векторный измерительный преобразователь (PMU) – устройство, которое измеряет углы и амплитуды переменных токов и напряжений в режиме реального времени (рисунок 1).

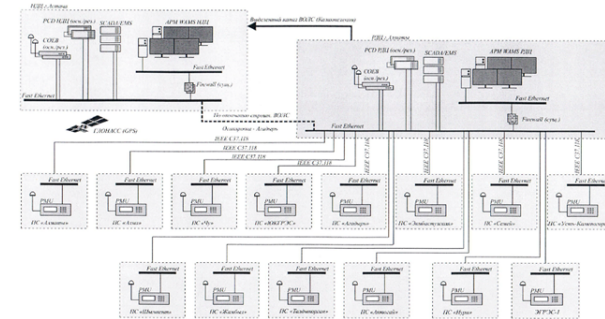


Рисунок 1 – Укрупненная структурная схема WAMS НЭС Казахстана

Поскольку измерения параметров производится PMU 50 раз в секунду, требуется синхронизация этих данных во времени. Источником точного астрономического времени в этой системе являются системы GPS и ГЛОНАСС. Информацию с векторных измерительных преобразователей собирают концентраторы данных векторных измерений PCD.

С момента появления систем сбора синхронизированных векторных измерений (СВИ) предпринимаются попытки использования этих измерений в качестве источника данных для алгоритмов оценивания состояния. Основным преимуществом в сравнении со стандартными телеизмерениями (ТИ) СВИ является, несомненно, как точность самих замеров (рисунок 2), в том числе и обеспечиваемая применяющимися протоколами передачи данных с объектов, так и синхронность снятия замеров (для классических систем сбора телеинформации время измерения режимных параметров может значительно отличаться). Эти особенности СВИ в перспективе позволяют улучшить точность процесса оценивания состояния (ОС). Применяемый подход к оцениванию состояния

базируется на работе [1, с. 89], особенности реализации описаны в [2, с. 91].

Оптимизировать управление пропускной способностью ЭЭС РК можно путем перехода к управлению по углу. Данный способ управления может быть реализован путем замены существующих пусковых устройств по мощности (АНМ) на устройства, фиксирующие перегрузку связи по увеличению угла между напряжениями в узлах по концам связи и по скорости изменения данного угла (по скольжению).

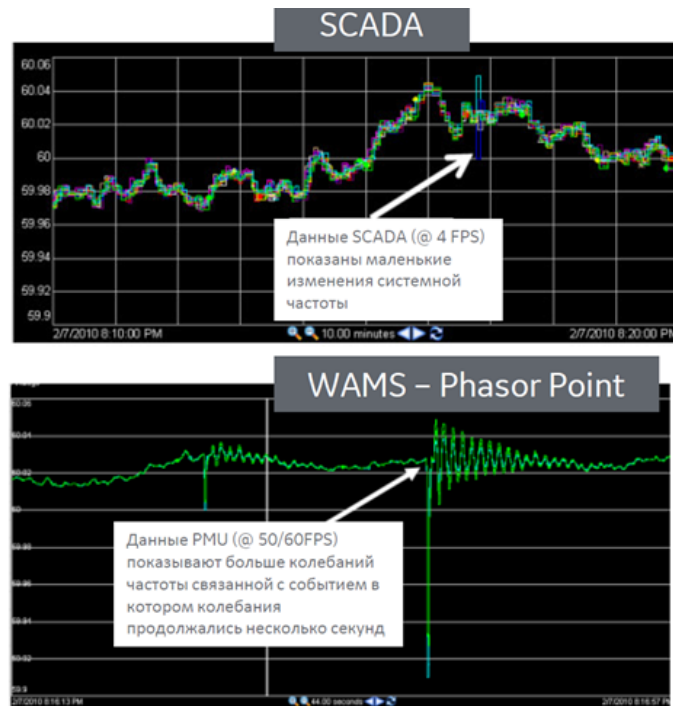


Рисунок 2 – Сравнение векторных измерений WAMS с данными полученными из SCADA

Отличительное качество фиксации угла и скольжения перед фиксацией передаваемой мощности заключается в том, что при нарушении устойчивости угол нарастает монотонно, а скольжение всегда положительно, в то время как передаваемая мощность в силу ее нелинейной зависимости от угла не может превысить некоторого

максимума, после прохождения которого снова уменьшается, причем скорость ее изменения меняет знак с положительного на отрицательный. Иными словами, фиксация угла обеспечивает большую, чем фиксация мощности, чувствительность.

Реализация данного метода возможна с помощью применения системы WAMS. Данная система позволяет получать данные о фазах измеряемых величин, которые могут быть использованы для фиксации перегрузки контролируемой связи. Использование системы WAMS позволяет осуществлять выявление низкочастотных колебаний (НЧК), которые могут привести к нарушению параллельной работы генераторов по существующим слабым связям между энергосистемами. Система WAMS основывается на данных, поступающих с устройств синхронизированных векторных измерений (PMU).

Структурная схема интеграции противоаварийной автоматики с системой WAMS представлено на рисунке 3.



Рисунок 3 – Структурная схема интеграции ЦСПА ЭЭС РК с системой WAMS

Заключение. Результаты оценивания с использованием синхронизированных векторных измерений показывают приближение расчета к реальному режиму энергосистемы [3, с. 213]. Анализ возможности интеграции ЦСПА ЭЭС РК с системой WAMS показывает целесообразность применения синхронизированных векторных измерений в программном модуле оценивания состояния для ЦСПА ЭЭС РК. Применение WAMS измерений позволяет,

как улучшить точность оценивания состояния, так и увеличить надежность работы за счет дублирования части WAMS измерений.

ЛИТЕРАТУРА

1 Schweppe F.C. Power system static-state estimation. Part III: Implementation. IEEE Trans. Power Apparatus and Systems, 1970, PAS-89, № 1. [на англ. яз.].

2 Аржанников С.Г. и др: Алгоритмическое обеспечение ПТК верхнего уровня ЦСПА ОЭС Сибири и перспективы его развития // Известия НТЦ Единой энергетической системы. 2013. № 1(68). С. 91–98.

3 Шипилов В.К., Вторушин А.С.: Использование синхронных векторных измерений в оценивании состояния электроэнергетических систем // Электроэнергетика глазами молодежи, 2018. С. 213.

БІР ФАЗАЛЫ ҚЫСҚА ТҰЙЫҚТАЛУ КЕЗІНДЕГІ ӨТПЕЛІ ПРОЦЕССТЕРДІҢ РЕЛЕЛІК ҚОРҒАНЫС ЖҰМЫСЫНА ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУГЕ АРНАЛҒАН 6–10 КВ КАБЕЛЬДІК ЖЕЛІЛЕРДІҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕРІ

ЕРДЫБАЕВА Н. К.

ф.-м.ғ.д., профессор, Дәулет Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті, Өскемен қ.

ЖАКИПОВ Р. Т.

студент, Дәулет Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті, Өскемен қ.

1 Имитациялық модельдердегі ЖГ минималды деңгейін салыстырмалы талдау

В. М. Кискачи мен И. В. Жежеленко жұмыстарында ЖГ минималды деңгейін бағалау үшін 1-суретте келтірілген алмастыру сұлбасы қолданылады.



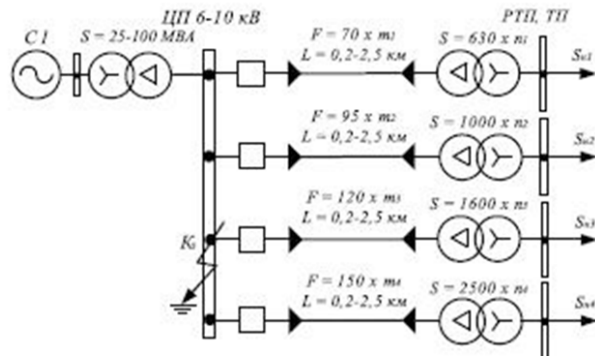
Сурет 1 – а) В. М. Кискачи мен б) И. В. Жежеленко жұмыстарындағы ЖГ минималды деңгейін бағалау үшін 6–10 кВ желілеріндегі алмастыру сұлбалары

Барлық қосылыстардың жүктемелері, R_n – жалпы кедергі. Алмастыру сұлбасында (Сурет 1а.) $C = 3C_{0\Sigma}$ – желінің үш фазасының жерге жалпы сыйымдылығы, e – қуат көзінің эквивалентті ЭҚК; L – қоректендіру орталығының (ОП) қоректендіру трансформаторларының жиынтық индуктивтілігі; L_m – қосылған трансформаторлардың магниттеу тармақтарының жиынтық индуктивтілігі трансформаторлардың жүктемелері. Алмастыру сұлбасында көріп отырғанымыздай, БФЖҚТ тоғындағы ЖГ деңгейіне әсер ететін бірқатар факторлар ескерілмейді: тарату пунктін (РП) қоректендіру пунктімен байланыстыратын желілердің кедергісі; жүктеме трансформаторларының орамаларының кедергісі; желінің фазааралық сыйымдылықтары; жүйенің кедергісі және т.б. i -гармониканы есептеу үшін алмастыру сұлбасы қолданылады (Сурет 1 б.). Алмастыру сұлбасы (Сурет 1 б.) да жоғарыда айтылғандай көптеген факторларды ескермейді.

Тиімділікті арттыру үшін факторлардың әр қорғанысқа жеке-жеке қалай әсер ететінін қарастыру қажет.

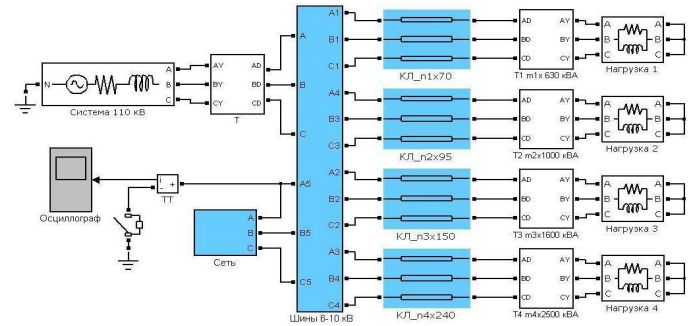
Жоғарыда айтылғандарға сүйене отырып, заманауи Имитациялық модельдеу жүйелерін қолдана отырып, БФЖҚТ пайда болған кезде болатын процестерді зерттеу қажет (MATLAB - SIMULINK бағдарламалық пакеті).

SIMULINK бағдарламалық пакеті бар MATLAB бағдарламасы Релелік қорғаныстың жұмысына әсер ететін факторларды дұрыс бағалау үшін қажет көп факторлы модельдеуге мүмкіндік береді. Имитациялық модельдеу үшін БФЖҚТ тоғындағы ЖГ деңгейін бағалау үшін типтік сұлба таңдалды (Сурет 2).



Сурет 2 – Өнеркәсіптік кәсіпорынның (қалалық желінің) 6–10 кВ ОП, РП өтелген кабельдік желісінің жалпыланған сұлбасы

В.М. Кискачи мен И.В. Жежеленко (Сурет 2) жұмысындағы алмастыру сұлбаларынан басты айырмашылық - бұл жұмыста ескерілетін көптеген факторлар: жүйенің кедергісі; әр түрлі номиналды параметрлері бар 6/0,4 кВ әртүрлі қуаттылықтағы көптеген трансформаторлар; ҚС мен ОП байланыстыратын кабельдік желілердің кедергісі (қимасы мен ұзындығы); жүктеме трансформаторларының барлық тармақтарының жалпы индуктивтілігі; трансформаторлардың сызықтық емес жүктемесі; фазалар бойынша магниттеу токтарының асимметриясы және т. б. Жоғарыда келтірілген сұлба қолданыстағы желілердің параметрлерін ескере отырып, SIMULINK бағдарламалық жасақтамасында жүзеге асырылды (Сурет 3).



Сурет 3 – Кабельдік желідегі ЖГ минималды деңгейін бағалау үшін SIMULINK бағдарламалық пакетіндегі құрылымдық сұлба

Желілердің жалпы сыйымдылық тогының әртүрлі мәндері бар қолданыстағы кабельдік жүйелерден алынған мәліметтер негізінде қоректендіруші трансформаторлар мен жүктеме трансформаторларының қуат қатынасы, 6–10/0,4 кВ қабылдау трансформаторларының жалпы санындағы әртүрлі қуаттылықтағы жүктеме трансформаторларының үлесі, қуат көзінің кедергісінің орташа мәндері мен диапазондары, ОП мен трансформаторлық қосалқы станциялар (ҚС, ТҚС) арасындағы кабель желілерінің ұзындығы мен баламалы қималары анықталды. Сурет 3 бойынша 6–10 кВ кабельдік желінің есептік сұлбасының негізгі параметрлерінің мәндері деректерді статистикалық өңдеу негізінде алынған және Кесте 1 келтірілген.

Кесте 1 – БФЖҚТ тогындағы ЖГ минималды деңгейін бағалауға арналған алмастыру сұлбасының параметрлері

I_{Σ}, A	$I_{к}^{(3)}, KA$	$I_{ПНТ.ТР}^{(3)}, MVA$	$I_{КЛ}, KM$	S_{H} ТРАНСФОРМАТОРЛАРДЫҢ ЖАЛПЫ ҚУАТЫНЫҢ ҮЛЕСІ				
				630 KVA	1000 KVA	1600 KVA	2500 KVA	
20...100	5...20	25...100	0,3...2,5	0,7...1,5	25%	65%	6%	4%

Нәтижелер БФЖҚТ тогындағы ЖГ минималды деңгейі мен орташа деңгейінің деректеріндегі қателік тек бірнеше пайызды құрайтынын көрсетті.

SIMULINK бағдарламалық пакетіндегі 6–10 кВ кабельдік желілердің модельдерінде жүргізілген зерттеулердің нәтижесінде

параметрлер 1.1-кестеге сәйкес өзгерген кезде, ЖГ минималды деңгейіне ОП шиналарындағы фазалық кернеуде қол жеткізіледі және үш фазалы қысқа тұйықталу нәтижесінде жүйенің кедергісі артқан сайын азаяды деп айтуға болады. Сондай-ақ, үлкен жүктеме кезінде ОП шиналарындағы кернеудің төмендеуі шиналардағы және шиналар маңындағы БФЖҚТ кезінде БФЖҚТ тогындағы ЖГ минималды деңгейіне әсер етпейтінін атап өткен жөн.

1.2 және 1.3-кестеде жоғарыда сипатталған қолайсыз факторларды ескере отырып, ЖГ құрамының Имитациялық модельдерінде (5 және 7 гармоника), ОП шиналарындағы БФЖҚТ тогында есептеу нәтижелері келтірілген.

Кесте 2 – S=1,5 кезінде 6 кВ желісіндегі гармониканың ең төменгі деңгейі 5,7 мазмұнының алынған мәндері

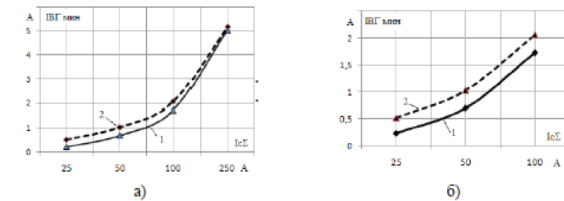
БФЖҚТ ТОГЫНДАҒЫ ЖГ ТОК ДЕҢГЕЙІ	$I_{C\Sigma}=25A$	$I_{C\Sigma}=50A$	$I_{C\Sigma}=100A$	$I_{C\Sigma}=250A$
		$S_{пит\Sigma}=20...25$ МВА	$S_{пит\Sigma}=31,5...40$ МВА	$S_{пит\Sigma}=50...63$ МВА
$I_{мин5}, A$	0,33-0,38	0,88-0,98	2,43-2,67	6,46-7,11
$I_{мин7}, A$	0,17-0,19	0,4-0,43	1,04-1,15	2,56-2,86
$I_{ЖГ,мин}, A$	0,37-0,42	0,97-1,07	2,64-2,91	6,95-7,65
$A_{мин} = \frac{I_{ЖГ,мин}}{I_{C\Sigma}} \%$	1,48-1,68	1,37-1,51	2,64-2,91	2,78-3,06

Кесте 3 – S=0,7 кезінде 6 кВ желісіндегі гармониканың ең төменгі деңгейі 5,7 мазмұнының алынған мәндері

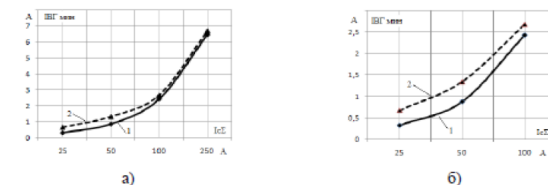
БФЖҚТ ТОГЫНДАҒЫ ЖГ ТОК ДЕҢГЕЙІ	$I_{C\Sigma}=25A$	$I_{C\Sigma}=50A$	$I_{C\Sigma}=100A$	$I_{C\Sigma}=250A$
		$S_{пит\Sigma}=20...25$ МВА	$S_{пит\Sigma}=31,5...40$ МВА	$S_{пит\Sigma}=50...63$ МВА
$I_{мин5}, A$	0,2-0,23	0,56-0,65	1,55-1,78	4,73-5,44
$I_{мин7}, A$	0,11-0,13	0,32-0,35	0,78-0,9	1,85-2,13
$I_{ЖГ,мин}, A$	0,23-0,26	0,7-0,74	1,73-1,99	5,02-5,84
$A_{мин} = \frac{I_{ЖГ,мин}}{I_{C\Sigma}} \%$	0,92-1,04	1,4-1,48	1,73-1,99	2,01-2,34

2 және 3 кестелерде келтірілген мәліметтерден 6–10 кВ кабельдік желілердегі БФЖҚТ тогындағы ЖГ минималды деңгейі ВГ $I_{ЖГ, мин}$ (0,92-2,8)% мәніне ие, Кискачи В. М. жұмыстарында бұл параметр шамамен 2,7%-ға, ал Жежеленко И.В. шамамен

1,9%-ға тең. Алынған деректерді бағалау үшін осы жұмыстағы және басқа жұмыстардағы деректерді графикалық салыстыру қажет. Кискачи В. М. және Жежеленко И. В. жұмыстарында алынған мәліметтерге және имитациялық модельден алынған мәліметтерге салыстырмалы талдау жүргізу үшін MICROSOFT EXCEL бағдарламасында ЖГ минималды деңгейінің $I_{C\Sigma}$ желісінің толық сыйымдылығына тәуелділігі құрылды (4 және 5-сурет).



Сурет 4 а) 6–10 кВ кабельдік желілердің Имитациялық модельдеріндегі есептеулер нәтижелері бойынша; б) В. М. Кискачи жұмысында келтірілген мәліметтер бойынша $I_{ВГ,мин} = f(I_{C\Sigma})$ тәуелділігі (желінің меншікті сыйымдылығының кіші мәндерінде ұлғайтылған масштабта



Сурет 5 а) 6–10 кВ кабельдік желілердің Имитациялық модельдеріндегі есептеулер нәтижелері бойынша; б) И. В. Жежеленко жұмысында келтірілген мәліметтер бойынша $I_{ВГ,мин} = f(I_{C\Sigma})$ тәуелділігі (желінің меншікті сыйымдылығының кіші мәндерінде ұлғайтылған масштабта

Алынған мәліметтерге сүйене отырып (4, 5-сурет), бұл жұмыстағы нәтижелер нақты сынақтардың нәтижелеріне жақын екенін көруге болады. Сондықтан, РҚ сезімталдығының талаптарын анықтау үшін біз осы жұмыста алынған нәтижелерді қолданамыз. Сондай-ақ желінің сыйымдылық тогынан БФЖҚТ тогындағы ЖГ минималды мөлшерін $I_{ЖГ, мин} = 0,01 I_{C\Sigma}$ деп қабылдауға болады.

ЖГ негізіндегі қорғаныс үшін сезімталдық коэффициентін 1,5-2,0 қабылдау керек.

$I_{C\text{мин.}}=20A$ ескере отырым келесі нәтижені анықтаймыз:

$$I_{C\text{мин.}} = \frac{I_{BG\text{мин.}}}{K_{C\text{мин.}}} = \frac{0,01 \cdot I_{C\Sigma\text{мин.}}}{K_{C\text{мин.}}} = \frac{0,01 \cdot 20}{2} = 0,1A$$

Формула 1 – Релелік қорғаныстың минималды іске қосылу тогы

Нақты желілерде желінің жалпы сыйымдылық тогынан ЖГ минималды деңгейінің мәні тандалған мәннен сәл артық. Осы жұмыстағы бұл параметр жоғарырақ, өйткені әрбір сұлба үшін электр қабылдағыштарды (ЖГ көздері) трансформаторларды, ДГР, генераторлар, электр қозғалтқыштарын ескеру қажет.

ӘДЕБИЕТТЕР

1 Abdallah R. Al-Zyoud, A. Alwadie, A. Elmitwally, Abdallah Basheer. Effect of Neutral Grounding Methods on the Earth Fault Characteristics. PIERS Proceedings, Prague, Czech Republic, July 6–9, 2015, pp. 1144–1151.

2 Azari M., Ojaghi M., Mazlumi K., An Enhanced Adaptive Algorithm to Mitigate Mis-coordination Problem of the Third Zone of Distance Relays. Journal of Applied Research and Technology, Volume 13, Issue 1, Feb. 2015, pp. 87-96.

3 Henriksen, T. Faulty feeder identification in high impedance grounded network using charge-voltage relationship. Electr. Power Syst. Res. 2011, 81, 1832–1839.

4 Huang, W.T.; Yao, K.C.; Wu, C.C. Using the direct search method for optimal dispatch of distributed generation in a medium-voltage microgrid. Energies 2014, 7, pp.8355–8373.

5 Ou, T.C. Ground fault current analysis with a direct building algorithm for microgrid distribution. Int. J. Electr. Power Energy Syst. 2013, 53, pp. 867–875.

6 Ricardo G., Francisco R. B., Emilio R., Carlos A. P. A Novel Ground Fault Non-Directional Selective Protection Method for Ungrounded Distribution Networks, Energies 2015, 8, pp. 1291-1316.

7 Seker, S.; Akinci, T.C.; Taskin, S. Spectral and statistical analysis for ferroresonance phenomenon in electric power systems. Electr. Eng. 2012, 94, pp. 117–124.

8 Wenhong L., Tingqiang G., Xueguang Q. Gonghua W. Ground Fault Line Selection with Improved Residual Flow Incremental Method. TELKOMNIKA: Indonesian Journal of Electrical Engineering. 2013, pp. 4683-4690.

ҚЫЗЫЛОРДА ОБЛЫСЫНДАҒЫ 220 КВ ЖЕЛІНІ НЫҒАЙТУДЫҢ ТИІМДІЛІГІ ЖӘНЕ ҚАЖЕТТІЛЕРІН ОҢТАЙЛАНДЫРУ

ҚАЛЫМБЕТОВ Ф. П.

т.ғ.м., сениор-лектор, Логистика және көлік академиясы
САБЫРЖАНҰЛЫ Ә., НҰРСАНОВ Д. Қ.
студенттер, Логистика және көлік академиясы

Тиімділік деп шығындар мен нәтижелердің арақатынасы тұрғысынан энергетикалық жүйенің қызмет ету сапасын сипаттайтын күрделі техникалық-экономикалық ұғымын айтуға болады. Электр энергиясын (ЭЭ) және электр желілері арқылы энергияны тасымалдауға және бөлуге қатысты мәселелер аумақтық желілік ұйымдардың табиғи монополиясы жағдайында шешіледі.

Қызылорда облысында электр желілерін дамыту екі негізгі бағыт бойынша ұсынылған:

1. Жаңа электр желілерін салу;
2. Қолданыстағы электр желілерінің нысандарын реконструкциялау (демонтаждау).

Қолданыстағы электр желілерін демонтаждау мыналарды қамтиды:

– техникалық жағдайы қанағаттанарлықсыз қызмет ету мерзімі 30 жыл және одан да көп 35–110 кВ әуе желілері мен қосалқы станцияларды қайта құру;

– трансформаторлардың рұқсат етілген жүктемесінен артық жүктеменің өсуі күтілетін қосалқы станцияларда трансформаторларды жоғары қуатқа ауыстыру;

– электрмен жабдықтау сенімділігі үшін қосалқы станцияның электр тізбектері стандартты схемаларға сәйкестендіріледі;

– 110 және 35 кВ барлық сыртқы тарату құрылғыларында қуат трансформаторларын ауыстыра отырып, қосалқы станцияны қайта құру кезінде автоматты ажыратқыштарды SF6-ға ауыстыру жоспарлануда.

Болашаққа электр желілерін дамыту келесі бастапқы ұстанымдарды ескере отырып берілген:

– Барлық жаңа және қайта құрылған қосалқы станциялар мен электр желілерінде орнату үшін микропроцессорлық қорғанысы бар SF6 және вакуумдық ажыратқыштар, XLPE оқшаулауы бар кабельдер және т.б.

– 2025 жылға дейінгі кезеңге арналған электр желілерін дамытудың негізгі бағыттары – кедергілерді жою, жұмыс істеп тұрған және құрылысқа жоспарланған тұтынушыларды сенімді электрмен жабдықтауды қамтамасыз ету.

– Қызылорда облысының дамуына байланысты 220 кВ Шиелі-Қызылорда желісін күшейту жұмыстары жүргізілуде, ол үшін мыналар қажет:

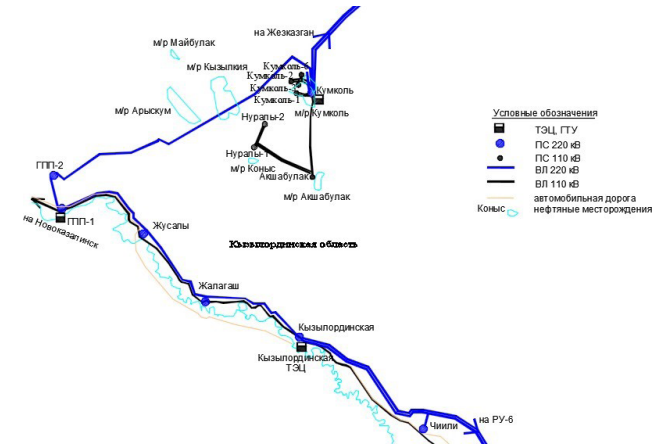
– Қызылорда облысында 220 кВ электр желілерін күшейтудің екі нұсқасын белгілеу;

– таңдалған нұсқалардың техникалық-экономикалық салыстыруын жасау;

– электр желілерін нығайтудың тиімді нұсқасын таңдау;

– 2025 жылға арналған перспективалық жүктемелермен электр желісінің таңдалған нұсқасының режимдерін есептеу;

– жұмыс режимдерін есептеу нәтижелерін талдау және салыстыру: қолданыстағы бөлім, таңдалған нұсқа және 2025 жылға арналған жүктемелерді ескере отырып, жұмыс бойынша қорытынды жасау.



Сурет – 1 Қызылорда облысының қолданыстағы 220 кВ электр тарату желілерінің карта-схемасы

Бұл мақалада 220 кВ желіні конфигурациялаудың екі нұсқасы қарастырылған. Шиелі-Қызылорда әуе желісі (ӘЖ) 220 кВ құрылысын Қызылорда облысы тұтынушыларының перспективалық тапшылығын жабу, электрмен жабдықтау сенімділігін арттыру үшін жүзеге асыру жоспарлануда. Бұл ретте, 220 кВ ӘЖ құрылысының мынадай нұсқалары қаралды:

Шиелі қосалқы станциясы (ҚС) 220 кВ-тан Қызылорда ҚС 220 кВ-қа дейінгі жалпы ұзындығы 290 км трасса бойынша металл тіректерде 220 кВ бір тізбекті ӘЖ салу, оның ішінде АС –300 маркалы сыммен орындалған ұзындығы 290 км ӘЖ 220 кВ учаскесі, сондай-ақ мыс кабелінің үш жіптен тұратын ұзындығы 40 км КЛ 220 кВ учаскесі тігілген, полиэтиленнен оқшауланған 3x500 мм² тұрғын үй қимасы. Бір тізбекті желі болғандықтан және осы жұмыста сол сызықтың екінші тізбегін қосу қарастырылғандықтан, сол маркалардың сымдарын таңдау керек. Бұл әр түрлі сымдарды қолданған кезде желілер бойынша қуаттың таралуы біркелкі болмайтындығына негізделген. Кабельдің көлденең қимасы Nexans компаниясының каталогы бойынша таңдалды, кабельді жерге үшбұрышпен төсеу шартымен, кабель желісінің ұзақ рұқсат етілген қуаты АС-300 маркалы сыммен (тиісінше 268 және 255 МВт) ұқсас әуе желісінің көрсеткішіне сәйкес келеді.

Ауыл шаруашылығы мақсатындағы электр тораптары оқшауланған, доға басқыш

– реакторлар арқылы жерге тұйықталған немесе 10 кВ кернеулі бейтараппен резистор арқылы жерге тұйықталған айнымалы үш фазалы ток (екі фазалық атқарылымда болуы

– мүмкін) жүргізіледі. ЭБЖ әуе арқылы (ӘЖ) немесе кабельдік (КЖ) атқарылымда болуы мүмкін. ӘЖ оқшауланбаған сымдарды пайдаланып немесе қорғалған сымдарды (ҚӘЖ) пайдаланып орындалуы тиіс [1]

Бұдан басқа, бір ұяшыққа 220 кВ Шиелі ҚС және бір ұяшыққа 220 кВ Қызылорда ҚС қайта құру, кеңейту және ұйымдастырушылық-техникалық іс-шаралар жоспарлануда.

Ұйымдастырушылық-техникалық іс-шараларға мыналар жатады [5]:

1 Пайдалану персоналының еңбек және өндірістік тәртібіне қойылатын талаптарды, сондай-ақ олардың біліктілігін арттыру.

2 Ағымдағы және күрделі жөндеулер мен профилактикалық сынақтарды оларды жетілдіру негізінде ұтымды ұйымдастыру, жөндеу жұмыстарын механикаландыру, кернеудегі әуе желілерінің (ӘЖ) элементтерін жөндеу.

3 Зақымдарды іздеуді және жоюды ұтымды ұйымдастыру, арнайы әдістер мен техникалық құралдарды қолдана отырып, зақымдарды іздеуді жетілдіру; қажетті автокөліктерді қолдану; диспетчерлеу, телемеханизация, ұялы байланыс және т.б., ӘЖ қалпына келтіру жұмыстарын механикаландыру.

4 Материалдар мен жабдықтардың авариялық қорларын қамтамасыз ету. Бұл қорлардың оңтайлы көлеміне ұмтылу керек, өйткені олардың артық болуы инвестициялардың жоғалуымен байланысты, ал жетіспеушілік қалпына келтіру жұмыстарының ұзақ мерзіміне әкелуі мүмкін.

5 Экономикалық көрсеткіштері тең нұсқаларда құрылғылар мен құрылыстардың жоғары техникалық қасиеттері бар нұсқаны жөн көру керек. Ең алдымен, пайдалану кезінде сенімділік қамтамасыз етілуі керек;

- техникалық және экономикалық көрсеткіштері тең нұсқаларда жоғары параметрлері бар қондырғыларды қолдану қарастырылған нұсқаны таңдаған жөн;

Техникалық қасиеттер мен салынатын қондырғылардың құны арасында тәуелділік бар. Мәселен, мысалы, сенімділіктің артуы құнның өсуімен қатар жүреді және керісінше, құнның төмендеуі қондырғылардың сенімділігінің немесе тиімділігінің төмендеуімен бірге жүреді. Соңғы шешім техникалық және экономикалық

критерийлер бойынша бірнеше нұсқаны салыстырғаннан кейін ғана қабылдануы керек.

Техникалық критерийлер. Жобалау кезінде электр қондырғыларының негізгі техникалық қасиеттері:

– электр параметрлерін сақтай отырып, тұтынушыларды электрмен жабдықтаудағы сенімділік пен үздіксіздік;

– қауіпсіздік және пайдалану ыңғайлылығы;

– кеңейту немесе қайта құру мүмкіндігін қамтамасыз ету;

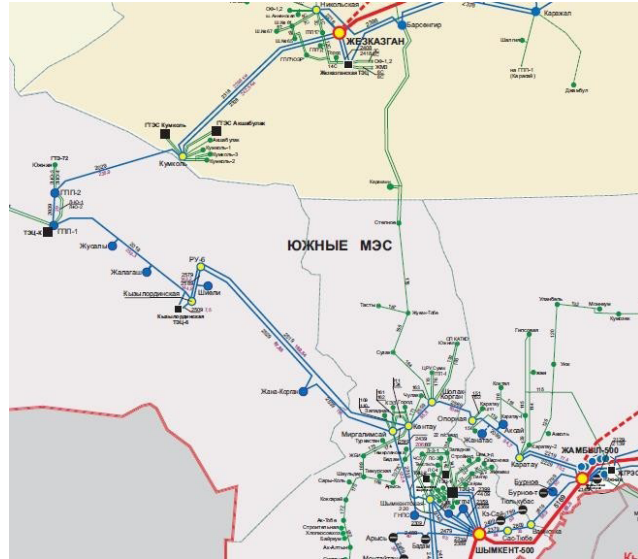
– техникалық шешімдердің қисындылығы мен үйлесімділігі.

Желілер үшін бір тізбекті 220 кВ Шиелі-Қызылорда ӘЖ, 220 кВ кабельдік желінің учаскесі, Шиелі ҚС және Қызылорда ҚС элегаздық ажыратқышы бар 220 кВ ашық тарату қондырғысы (АТҚ) бір ұяшығына кеңейте отырып орнату қажет (1-кесте).

Кесте 1 – Шиелі-Қызылорда бір тізбекті ӘЖ 220 кВ орнату

№ р/с	Атауы	Бірлік, ст.	Саны
1	АС-300 сымымен металл тіректердегі Шиелі-Қызылорда 220 кВ бір тізбекті ӘЖ	39	1
2	Полиэтиленнен жасалған мыс тұрғын үй және оқшаулағышы бар 500 мм ² кабельдің үш желіден тұратын КЛ 220 кВ учаскесі	600	1
3	Шиелі ҚС да 220 кВ элегаздық ажыратқышы бар АТҚ ұяшығы	96	1
4	Қызылорда ҚС де 220 кВ элегаздық ажыратқышы бар АТҚ ұяшығы	96	1

Оңтүстік жүйеаралық электрлік тораптар (ЖЭТ)-ға кіретін Қызылорда облысының электр қосылыстарының сызбасы 2-суретте көрсетілген.



Сурет 2 – Оңтүстік ЖЭТ электр схемасы

Қазіргі уақытта Қызылорда облысында энергетиканы өндіру мен тұтынудың мынадай құрылымы қалыптасты:

«KEGOC» АҚ Оңтүстік ЖЭТ « филиалы кернеуі 220 кВ және одан жоғары электр желілері арқылы электр энергиясын беруді жүзеге асырады [2].

«Қызылорда Электржелілік Тарату Компаниясы» АҚ («КРЭЖ» АҚ) Қызылорда облысының кернеуі 35-110 кВ өңірлік электр желілері бойынша электр энергиясын беруді және таратуды жүзеге асырады. Сонымен қатар, «КРЭЖ» АҚ 220/110 кВ Шиелі (Шиелі ауданы) және Жосалы (Қармақшы ауданы) ҚС тиесілі.

Қызылорда облысының жүйе құраушы электр желілері 220, 110 және 35 кВ кернеуге қалыптасты. Бұл ретте кернеуі 35 кВ желілер басым болып табылады. Екі және бір тізбекті дизайндағы ұзын сақиналы және радиалды өуе желілерімен өзара байланысқан екі және бір трансформаторлық қосалқы станциялар бар [1].

Қолданыстағы үш 220 кВ өуе желісінің өткізу қабілеті 250 МВт мөлшерінде бағаланады, Шиелі – Қызылорда өуе желісінің 220 кВ күшейтілуімен 330 МВт дейін күтіледі [5].

Қызылорда энергожүйесінің кіріс кимасы мынадай ӘЖ 220 кВ қамтиды:

- 220 кВ Кентау ТҚ-6 ӘЖ;
- 220 кВ Жаңақорған ТҚ-6 ӘЖ;
- 220 кВ Шиелі-ГПП-3; ӘЖ
- Шиелі-Қызылорда ӘЖ 220 кВ.

Болашақта қуат балансын қалыптастыру аймақтың экономикалық даму қарқынына да, өзінің өндіруші көздерін дамыту бағдарламаларын іске асыруға да байланысты болады.

Нарық жағдайында осы аймақтағы электр энергиясына сұраныс үш негізгі фактормен анықталады:

- экономиканы дамыту;
- энергияны пайдалану тиімділігі;
- энергия бағасының динамикасы.

Қорыта келе, бүкіл Қазақстандағы сияқты Қызылорда облысында да энергия мен отынды пайдаланған жағдайда тек жағымсыз тенденциялар сақталынып отыр. Аймақты энергиямен сенімді қамтамасыз ете алмаудың бір себебі - энергия үнемдеуде туындаған мәселелердің кідіріссіз шешілмеуі және маңыздылығын бағаламау, осының салдарынан өнеркәсіп өнімінің және қызметтердің бәсекелестігі әлсіреп, бірқатар әлеуметтік-экономикалық мәселелер шиеленісті.

ӘДЕБИЕТТЕР

1 Ауылдық электрлік желілерді жобалау. Қазақстан Республикасының ережелер жинағы. ҚР ЕЖ 4.04-105-2014 –Астана 2015, 786.

2 Годовой отчет АО «KEGOC» 2015 – Алматы, 2015

3 Железко Ю.С. «Основные направления повышения эффективности производства, передачи и распределения электрической энергии»./Энергетика. Изв.высш.учеб. заведений и энерг. объединений СНГ.Т.61, №1 (2018), с.28-35.

4 Маньков В.Д. Основы проектирования систем электроснабжения. Справочное пособие. — СПб: НОУ ДПО «УМИТЦ «Электро Сервис», 2010. — 664 с

5 Умбеткулов Е.К., Бердімұрат А.Д. Резервтік электр станциялары: оқу құралы («Ауыл шаруашылығын энергиямен қамтамасыз ету» мамандығының студенттері үшін)/– Алматы: АЭЖБУ, 2021 – 79 б.

6 Хорошилов Н. В., Пилюгин А.В., Хорошилова Л.В., Бирюлин В.И., Ларин О.М. Электропитающие системы и электрические сети – Старый Оскол: ТНТ,2012. – 352 с.

ЖЫЛУ ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯСЫНЫҢ БҮГІНГІ ЖАЙ-КҮЙІ

КУЛЬМАГАНБЕТОВА Р. А.
тарих пәнінің мұғалімі, № 18 ЖОББМ, Екібастұз қ.
ҚАДИРХАН Б.
10 сынып, № 18 ЖОББМ, Екібастұз қ.

Біздің заманымызда қоғамның өндірістік күштері дамуының ең басты көрсеткіші – өндіріс және жылуды тұтыну дәрежесі. Сонда жетекші рөл атқаратын жылу энергиясы – энергияның әмбебап және пайдалануға ыңғайлы түрі. Егер энергия тұтыну дүние жүзінде 25 жылда (шамамен) екі есе артады десек, электр энергиясын тұтыну орта есеппен 10 жылда екі есе артады. Бұл – энергия ресурстарын жұмсаумен байланысты процестер саны үсті-үстіне электр энергиясына көшеді деген сөз. Электр энергиясын өндіру. Электр энергиясын үлкенді – кішілі электр станцияларында негізінде электр механикалық индукциялық генераторлар арқылы өндіріледі. Электр станциясының негізгі екі түрі бар жылу және гидроэлектр станциялары. Бұл электр станциялардың бір-бірінен айырмашылығы генератордың роторын айналдыратын қозғалтқыштарының әр түрлілігінде. Жылу электр станцияларында энергия көзі ретінде мынадай отындар пайдаланылады: көмір, газ, мұнай, мазут, жанғыш сланец. Электр генераторларының роторын бу және газ турбиналары не іштен жану қозғалтқышы айналдырады. Ең үнемділері жылулық бу турбиналы ірі электр станциялары (қысқаша ЖЭС). Біздің еліміздегі жылулық ЖЭС-тің дені отын есебінде көмір тозаңын жұмсайды. Содан 1 кВт сағ. электр энергиясын өндіру үшін бірнеше жүз грамм көмір шығындалады. Бу қазанында отынның шығаратын энергиясының 90 %-дан көбі буға беріледі. Турбинада бу ағынының кинетикалық энергиясы роторға беріледі. Турбина білігі генератор білігімен мықтап жалғастырылған. Бу турбогенераторлары өте шапшаң айналады: айналым саны минутына бірнеше мыңға барады. [1, 127 б].



Сурет 1 – Екібастұзға енгізілген төтенше жағдай.
27.11-8.12.2022 жыл

27 қарашада түнгі сағат 01:20 уақытында «Екібастұзэнерго» ЖШС-ның №11 жылу қазандығы тоқтап, 01:30 шамасында үлкен көлемдегі желілік су шығынына байланысты, №13, 14 және 15 қазандықтар істен шыққан. 28 қарашада Екібастұз қаласының әкімі жылу желілеріндегі апатқа байланысты қала аумағында техногендік сипаттағы жергілікті төтенше жағдай жариялады. Апат салдарынан көпқабатты 17 тұрғын үй және бірнеше әлеуметтік, заңды тұлға нысандары жылусыз қалды. Осы уақыттан бері қаладағы жылудың берілуі тұрақсыз. Осыған орай, 7 қаңтарға қараған түні Екібастұз жылу электр орталығында (ЖЭО) 3 қазандық істен шықты. Осының салдарынан қаладағы кейбір үйлердің батареяларына жылу беру қарқыны төмендеп, олар суыған. «Павлодарэнерго» АҚ оның себебін түсіндірді [2, 48 б.].

Мамандардың айтуынша, жұмысшылар шұғыл әрекет етіп, істен шыққан қазандықтарды жөнделуде. Қалаға берілетін жылудың температурасы 47 градусқа дейін төмендеген. Бүгінгі таңда жағдай тұрақсыз, жұмыс бақылауда. Қазандықтарға жөндеу жұмыстары жүргізілуде.

Бүгінгі таңда жаһандық құзыреттілік оның жаһандық проблемаларды зерттеудегі рөлі туралы білімді жетілдіру аса маңызды. Мұны біз 3 нақты жаһандық мәселелер арқылы қарастырамыз. Жаһандық мәселе, адамның қажеттілігіне ықпалы. Сондай-ақ мұндағы мақсатымыз адамның жаһандық қажеттіліктеріне жаһандық оқиғалардың ықпалын талдау. Олар саяси және әлеуметтік-экономикалық сипаттағы мәселелер, табиғи-экономикалық сипаттағы мәселелер, әлеуметтік сипаттағы мәселелер. Бүгінгі таңда білім алушылар жаһандық құзыреттіліктерді қандай мақсатпен игеруі тиіс? Жаһандық құзыреттілік – жергілікті, ғаламдық және мәдениетаралық проблемаларды зерттеу, басқалардың көзқарасы мен дүниетанымын түсіну және бағалау, әртүрлі мәдениетке жататын адамдармен ашық, тиісті деңгейде және тиімді өзара әрекеттесу, ұжымдық әл-ауқат пен тұрақты даму үшін әрекет ету қабілеті. Адамның жаһандық құзыреттіліктерді игеруі өмір бойы жүреді: адам осы салада толығымен сауатты болатын нақты бір кезеңі болмайды [3, 368 б].

Білім алушылар жаһандық құзыреттіліктерді қандай мақсатта меңгеруі тиіс?

Көп мәдениетті қауымдастықта үйлесімді өмір сүру. Соңғы онжылдықтарда адамдардың ұтқырлығы күрт өсті, әртүрлі қауымдастықтардың мәдени әртүрлілігі өсті және ұлттық, аймақтық, муниципалды, жергілікті деңгейлерде сәйкестендірудің жаңа формалары пайда болды. Білім беру жастарды көп мәдениетті қауымдастықтарда өзара әрекеттесуге және мәдени наным-сенімдер мен стереотиптерге қарсы тұруға үйрете алады.



Сурет 2 – Екібастұзда зардап шеккен үйлер. Жылу құбырларына жөндеу жұмыстары жүргізілу сәтінен 07.12.2022 жыл

Жедел штабтың Екібастұз қаласындағы жылумен жабдықтауды қалпына келтіру жөніндегі штабының 7 желтоқсан күні сағат 08:00-дегі жағдай бойынша барлық зардап шеккен үйлерге жылу берілді. Энергия көзі штаттық режимде жұмыс істеп тұр. Екібастұз ЖЭО қаладағы жылумен қамтуды қалыпқа келтіру үшін барлық күштерді жұмылдыруда. Өкінішке орай, соңғы күндері орын алған оқиғалардың нәтижесінде болған гидравликалық режимнің теңгерімсіздігі, соның ішінде тұтынушылар мен ПИК-тердің жылу тасымалдағыштағы суды рұқсатсыз ағызуы бұл жұмысты қиындатты [4, 35 б.].

Қазандықтардың кідіріссіз жұмыс істеуін 130 адам екі ауысыммен қамтамасыз етуде. Десе де жағдай өте күрделі. Сонымен қатар қарашада апатқа ұшыраған станциядағы температура параметрлері қалыпқа келмей келеді. Орталықтың қалаға беріп отырған жылуы көрсетілген температурадан 10–20 %-ке

төмен. Бұрын жылыту қазандықтары аптасына бір-екі рет істен шығып тұрса, қазір апаттар күнделікті сипатқа ие болған. Былтыр апат салдарымен күрескен 15 қызметкердің орнына қазір 130 қызметкер жұмыс атқаруда. Әйтседе жағдай ретке келер емес [5].

Екібастұздың жылу мәселесін шешуге қанша қаражат қажеттігі әзірге белгісіз екені айтылған. Қажетті қаржы мемлекет қорынан қаралады ма немесе акционердің қалтасынан алынады ма ол да белгісіз екендігі анықталды. Бұл мәселенің нүктесі жылумен жабдықтау жүйелеріне жүргізілген техникалық аудит қорытындысымен қойылмақ.



Сурет 3 – Екібастұз жылу электр орталығында жұмыс істеп тұрған қазандықтар

«Бүгінде, келесі қысты екібастұздықтар көңілдері алаңдамай қарсы алатындай жағдай жасалады ма?» осы сұрақтар қала тұрғындарын алаңдатуда. электр желілерінің бұзылуына және ірі жүйелік аварияның өршуіне жол бермеу мақсатында Екібастұз қаласында жылу жабдықтауды сақтау шараларын жүргізілуде. Жылу энергиясының алдағы тапшылығын, әлемдік экологиялық күн тәртібіне байланысты өндірістік қуаттардың тозуын, сондай-ақ Екібастұздағы жылу энергетикасын дамытудағы зор әлеуетін ескере отырып ЖЭС жаңарту неғұрлым перспективті шешім болып табылады [6].

Қорытындылай келе өзара байланысты әлемде өмір сүру үшін білім беру, сайып келгенде, жаһандық проблемаларды білетін

және тұрақтылық пен ұжымдық әл-ауқатқа ықпал ете алатын азаматтардың жаңа ұрпақтарының қалыптасуына ықпал етуі керек. БҰҰ-ның білім беру саласындағы орнықты даму мақсатына сәйкес 2030 жылға қарай барлық оқушылар орнықты дамуға жәрдемдесу үшін қажетті білім мен дағдыларды алуға тиіс.

ӘДЕБИЕТТЕР

- 1 «Күн батареясы. – «Қазақстан» ұлттық энциклопедиясы. 5-том, Алматы, 2010 жыл; 127 б.
- 2 «Күн - жер байланысы». С. Тұяқбаев, Б. А. Кронгард, В. И. Кем. 2010ж. 48–53 б.
- 3 Шир Герман «Экономические основы солнечной энергетики. Экологический возобновляемый источник энергии будущего» / 2014 ж. 368–370 б.
- 4 С. Ә. Әлібекова Қолданылған балама энергетикалық қондырғылардың түрлері мен параметрлері. 35 б.
- 5 Фаламтор желісіндегі мақала: Екібастұздағы ЖЭО-да 3 қазандық істен шықты// [www. https://halyq-uni.kz/07.01.2023](http://www.https://halyq-uni.kz/07.01.2023) ж.
- 6 Фаламтор желісіндегі мақала: «Қазақстандағы күн энергиясы»/ [www. led-ca.net](http://www.led-ca.net).

РАСЧЕТ ДОПУСТИМОГО ДИАПАЗОНА ОТКЛОНЕНИЙ ОТ УСТАНОВЛЕННЫХ СРЕДНЕСУТОЧНЫХ РАСХОДОВ ВОДЫ В СТВОРЕ УСТЬ-КАМЕНОГОРСКОЙ ГЭС

ОРАЛХАН Қ. С.
магистрант, Восточно-Казахстанский технический университет
имени Даулета Серикбаева, г. Усть-Каменогорск
ЕРДЫБАЕВА Н. К.
д.ф-м.н., старший преподаватель, Восточно-Казахстанский технический
университет имени Даулета Серикбаева, г. Усть-Каменогорск

Усть-Каменогорская Гидроэлектростанция (далее – ГЭС) расположена на реке Иртыш, в городе Усть-Каменогорск Восточно-Казахстанской области, Республики Казахстан. Входит в Иртышский каскад ГЭС, являясь его второй ступенью и выполняет роль контррегулятора Бухтарминской ГЭС. Основная функция гидроузла – выдачи электроэнергии и мощности в Единую электроэнергетическую систему (далее – ЕЭС) Казахстана совместно

с эксплуатируемыми Бухтарминской ГЭС и Шульбинской ГЭС, а также компенсационное регулирование стока реки Иртыш [1, с. 25].

Следует отметить, что по ЕЭС Казахстана с 2000 по 2020 год происходил ежегодный рост потребления и генерации. В 2000 году потребление электроэнергии составило 106 млрд. кВт·ч и генерации 107 млрд. кВт·ч, при максимуме потребления 15 800 и генерации 15 500 МВт соответственно. Это означает, что ЕЭС Казахстана сбалансирована по электроэнергии при недостатке пиковой мощности. Одним из решений по сокращению дефицита пиковой мощности ЕЭС Казахстана является высвобождение маневренных мощностей гидроэлектростанций путем максимального использования допустимых отклонений от установленных среднесуточных расходов воды в створе ГЭС.

Целью расчета является выявление возможности отклонения режима работы Усть-Каменогорской ГЭС от установленного среднесуточного расхода воды через створ ГЭС с определением значений диапазона допустимых отклонений, не оказывающих негативного влияния на энергетический режим работы гидроэлектростанций Верхне-иртышского каскада, а также не нарушающих водохозяйственный баланс р. Иртыш.

Для оценки режима расходов и уровней при возможном отклонении Усть-Каменогорской ГЭС от установленного среднесуточного расхода воды и для расчёта изменения уровня воды ниже Усть-Каменогорской ГЭС был выполнен расчет, основанный на численном интегрировании уравнений неустановившегося движения воды в открытых руслах (уравнений Сен-Венана) – уравнения динамического равновесия (1) и уравнения неразрывности (2).

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\left(\frac{P}{\rho} \right) + \alpha \frac{Q^2}{\omega} \right) = g\omega \left(i + \frac{Q|\bar{Q}|}{K} \right)$$

Формула 1 – Уравнение динамического равновесия

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0$$

где Q - расход потока; t - время;
 x - продольная координата, отсчитываемая по оси потока;
 P - сила давления воды в поперечном сечении потока;
 ρ - плотность воды;
 α - коэффициент Буссинеска;
 ω - площадь поперечного сечения потока; g - ускорение силы тяжести;
 i - уклон дна;
 K - модуль расхода.

Формула 1 - Уравнение неразрывности

В результате расчета получаем величины уровней и расходов воды в заданных створах, рассчитанные через промежутки времени Δt в течение заданного времени T.

В качестве основы для моделирования были приняты отчетные графики нагрузки и режимы работы Усть-Каменогорской ГЭС за характерные сутки: день прохождения максимума нагрузки зимой и минимального из максимумов нагрузки летом в маловодный, средневодный и многоводный годы, то есть 21 июня 2022 года со среднесуточным расходом 980 м³/с. (Среднесуточный расход Бухтарминской ГЭС за эти сутки - 981 м³/с). При разработке расчётных режимов учитывались требования и ограничения по работе Усть-Каменогорской ГЭС для разных периодов года [2, с. 42]:

- весеннего природоохранного попуска;
- попусков навигационных расходов;
- попусков от начала ледообразования до установления ледяного покрова;
- зимних попусков. [3, с. 18].

При разработке модели Усть-Каменогорского водохранилища использован график зависимости уровней от расходов воды в нижнем бьефе Бухтарминской ГЭС в условиях подпора от плотины Усть-Каменогорской ГЭС при нормальном подпорном уровне водохранилища (далее – НПУ) 335,00 м и в бесподпорном режиме (рисунок 1);

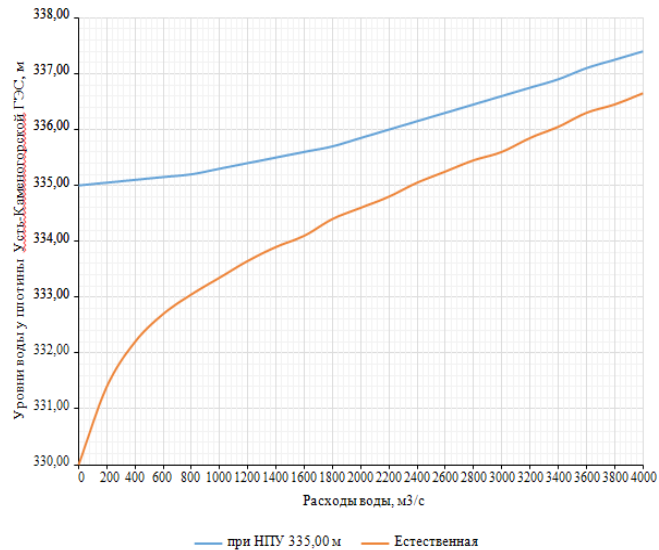


Рисунок 1 – Зависимость уровней от расходов воды УК ГЭС при НПУ 335,00 м

Таблица 1 – Уровни верхнего бьефа Усть-Каменогорской ГЭС при работе станции с отклонениями от заданного среднесуточного расхода в навигационный период многоводного года

Часы	Отчетные данные		Варианты расчетных режимов работы Усть-Каменогорской ГЭС с отклонениями от Ср. сут. заданного													
	Расх. воды, м³/с	Уровни ВБ, мТН	Ср. сут. факт - 100 м³/с (-10 %)				Ср. сут. факт - 200 м³/с (-20 %)				Ср. сут. = 500 м³/с (+5 %)		Ср. сут. = 1025 м³/с (+5 %)		Ср. сут. = 1080 м³/с (+10 %)	
			с макс. Режим 1		без макс. Режим 2		с макс. Режим 3		без макс. Режим 4		Режим 5		Режим 6		Режим 7	
			Q	УВБ	Q	УВБ	Q	УВБ	Q	УВБ	Q	УВБ	Q	УВБ	Q	УВБ
5	975	334,85	921	334,86	880	334,87	813	334,87	780	334,88	500	334,91	1025	334,85	1080	334,85
6	980	334,80	921	334,84	880	334,85	813	334,87	780	334,87	500	334,93	1025	334,82	1080	334,81
7	980	334,79	921	334,78	880	334,80	813	334,82	780	334,83	500	334,91	1025	334,76	1080	334,74
8	986	334,73	921	334,75	880	334,77	813	334,80	780	334,82	500	334,93	1025	334,71	1080	334,69
9	980	334,75	921	334,74	880	334,76	813	334,80	780	334,81	500	334,96	1025	334,69	1080	334,66
10	986	334,73	921	334,77	880	334,79	813	334,84	780	334,86	500	335,03	1025	334,70	1080	334,67
11	980	334,75	921	334,80	880	334,83	813	334,88	780	334,90	500	335,11	1025	334,73	1080	334,69
12	980	334,76	921	334,82	880	334,86	813	334,91	780	334,94	500	335,17	1025	334,74	1080	334,69
13	980	334,74	921	334,83	880	334,87	813	334,94	780	334,97	500	335,23	1025	334,74	1080	334,69
14	980	334,77	921	334,85	880	334,90	813	334,97	780	335,00	500	335,29	1025	334,75	1080	334,70
15	980	334,79	921	334,87	880	334,92	813	335,00	780	335,04	500	335,36	1025	334,77	1080	334,70
16	980	334,78	921	334,89	880	334,95	813	335,03	780	335,07	500	335,42	1025	334,78	1080	334,71
17	980	334,78	921	334,91	880	334,97	813	335,06	780	335,11	500	335,48	1025	334,79	1080	334,72
18	980	334,80	921	334,93	880	334,99	813	335,09	780	335,14	500	335,54	1025	334,80	1080	334,72
19	980	334,80	921	334,95	880	335,02	813	335,12	780	335,17	500	335,60	1025	334,82	1080	334,73
20	980	334,82	921	334,97	880	335,04	813	335,15	780	335,21	500	335,66	1025	334,83	1080	334,73
21	980	334,83	921	334,99	880	335,06	813	335,18	780	335,24	500	335,72	1025	334,84	1080	334,74
22	976	334,84	780	335,02	880	335,09	700	335,22	780	335,28	500	335,78	1025	334,85	1080	334,75
23	976	334,85	780	335,05	880	335,11	700	335,26	780	335,31	500	335,84	1025	334,86	1080	334,75
24	976	334,87	780	335,08	880	335,13	700	335,30	780	335,34	500	335,90	1025	334,88	1080	334,76
1	976	334,88	780	335,11	880	335,15	700	335,34	780	335,37	500	335,95	1025	334,88	1080	334,76
2	976	334,88	780	335,13	880	335,16	700	335,36	780	335,39	500	335,99	1025	334,87	1080	334,74
3	976	334,85	780	335,13	880	335,14	700	335,37	780	335,38	500	336,01	1025	334,84	1080	334,70
4	980	334,81	780	335,13	880	335,13	700	335,37	780	335,38	500	336,03	1025	334,81	1080	334,66

Как видно из расчётных графиков режимов 1 и 2 среднесуточный расход Усть-Каменогорской ГЭС был уменьшен на 100 м³/с (на 10 %), причем в графике режима 1 было задано незначительное, на 20 % уменьшение расхода в ночные часы, а по графику 2 станция работала постоянным расходом 880 м³/с в течение суток. В результате работы станции по этим графикам уровень верхнего бьефа в последние 7–9 часов суток поднимется выше НПУ на 0,10–0,15 м, хотя среднесуточный уровень не превысит отметку НПУ 335,00 м.

В графиках режимов 3 и 4 задано уже 20 %-ное снижение фактического среднесуточного расхода, до 780 м³/с. В этом

случае к концу расчётных суток уровень Усть-Каменогорского водохранилища поднимется до отметки 335,37-335,39 м, т.е. превышает отметку НПУ на 0,37 – 0,39 м.

По графику режима 5 Усть-Каменогорская ГЭС работает обязательным навигационным попуском 500 м³/с в течение суток, что приводит к подъёму уровня над НПУ на 1,03 м.

Возможность увеличения среднесуточного расхода в расчетных графиках режимов 6 и 7 было задано увеличение среднесуточного расхода на 5 % и 10 % соответственно, предполагалась работа станции постоянным среднесуточным расходом 1025 м³/с и 1080 м³/с.

Расчёты показали, что в первом случае среднесуточный уровень верхнего бьефа не изменится, а во втором понизится на 0,08 м до 334,72 м. Отклонения от заданных среднесуточных расходов воды Усть-Каменогорской ГЭС в расчетных графиках режимов работы Усть-Каменогорской ГЭС принимались с учетом установленных требований для характерных периодов и пропускной способности гидроагрегатов (ГА). [4, с.8].

Бухтарминская ГЭС работает в пиковой части графика нагрузки ЕЭС Казахстана, в ночные часы станция останавливается. Остановка в ночные часы возможна благодаря наличию контррегулятора - Усть-Каменогорской ГЭС. Усть-Каменогорская ГЭС работает практически ровным графиком, сглаживая расходы с Бухтарминской ГЭС. [5, с. 25].

Исходя из выполненных расчетов для Усть-Каменогорского водохранилища в определенные периоды установлены ограничения:

- во время навигационного периода обязательен судоходный попуск в размере 500 м³/с;

- в период ледообразования станция должна работать расходом не менее 550 м³/с, после установления ледостава – расходом не менее 350 м³/с и не более 820 м³/с. В целях максимального использования допустимого диапазона регулирования станции следует соблюдать режим 3, который позволяет при известном уровне верхнего бьефа (УВБ) на начало суток определять возможные отклонения от заданного среднесуточного расхода с тем, чтобы водохранилище не переполнилось выше НПУ при уменьшении заданного расхода и не сработалось ниже уровня мертвого объема водохранилища (УМО) при увеличении указанного расхода Усть-Каменогорской ГЭС.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Дополнение к техническому проекту Бухтарминская ГЭС на р. Иртыш Приложение к тому V, части 2 «Водное хозяйство» 1955 г. Ленинград.
- 2 Правила использования водных ресурсов Верхне-Иртышского каскада водохранилищ, Алматы 2002 г.
- 3 Проектное задание, Бухтарминская ГЭС на р. Иртыше. Том IV. Раздел 2 Водное хозяйство. 1961 г.
- 4 Основные положения использования водных ресурсов водохранилищ Бухтарминской и Усть – Каменогорской ГЭС на реке Иртыше, 1970 г.
- 5 Технический проект «Шульбинская гидроэлектростанция на р. Иртыше» Раздел 1 Технико-экономическое обоснование Книга 1 «Водное хозяйство». Москва 1971 г.

ТРАНСФОРМАТОРЛЫҚ МАЙДЫҢ ГАЗ КОНЦЕНТРАЦИЯСЫН МОДЕЛЬДЕУ МІНДЕТІН ШЕШЕТІН НЕЙРОНДЫҚ ЖЕЛІНІҢ ТҮРІН ТАҢДАУ ЖӘНЕ ТАЛАПТАРЫН АНЫҚТАУ

САЙЛАУХАН Н. А.

магистр, Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық
университеті, Өскемен қ.

ЕРДЫБАЕВА Н. К.

д.ф.-м.н., Восточно-Казахстанский технический университет имени
Д. Серікбаева, г. Усть-Каменогорск

Экономиканың тиімділігін арттыру-кез келген мемлекеттің басты міндеттерінің бірі. Қазіргі жағдайда электр энергетикасы өнеркәсіптің барлық салаларында және күнделікті өмірде маңызды рөл атқарады [3, 20 б.]. Біздің еліміздің өндірістік базасының құрылымында өнеркәсіптік кәсіпорындар мен халықты электр энергиясымен қамтамасыз етудің негізгі компоненттері ретінде энергиямен жабдықтау жүйелері маңызды рөл атқарады. Күштік трансформаторлардың техникалық жағдайын бақылаудың автоматтандырылған жүйелерінің қазіргі таңдағы экономикалық тұрғыдан тиімдісін таңдау еліміздегі ірі энергетикалық нысандар үшін аса маңызды шаралардың бірі болып табылады, соның бірі трансформаторлық майдағы газ концентрациясын модельдеу

міндетін шешетін нейрондық желінің түрін таңдау және талаптарын анықтау.

Нейрондық желілер – бұл процестер мен құбылыстарды имитациялаудың қуатты әдісі, ол өте күрделі тәуелділікті жаңғыртуға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, көптеген жылдар бойы модельдерді құру үшін желілік тәсіл қолданылды.

Нейронды желілер моделі болуы мүмкін бағдарламалық және аппараттық орындалу. Одан әрі нейрондық желілерді аппараттық іске асыру үшін әзірленген МЖ құралдардың болмауына байланысты бағдарламалық орындау желілері ғана қарастырылады.

Нейрондық желілер (нейрожелілер) бірқатар функцияларды орындайды. Бірінші функция-бұл сызықты емес көпбайланысты объектінің адаптивті реттеуішінің функциясы. Сонымен қатар, бұл жүйе басқару жүйесінің атқарушы құрылғысының кіруінде басқару әсерін қалыптастырады. Желіні оқыту мақсаты мен объектіні басқару мақсаты сәйкес келеді, бұл жүйенің бірыңғай мақсатты функциясының тапсырмасында көрсетіледі. Бұл нұсқада желі жұмысы екі кезеңнен тұрады. Бірінші кезең - басқарудың берілген оңтайлы функциясының желісін оқытудан тұратын алдын ала кезең. Екінші – сол жағдайларда немесе оларға жақын жағдайларда объектіні басқару режимінде осы функцияны аппроксимациялауды ойнату кезеңі.

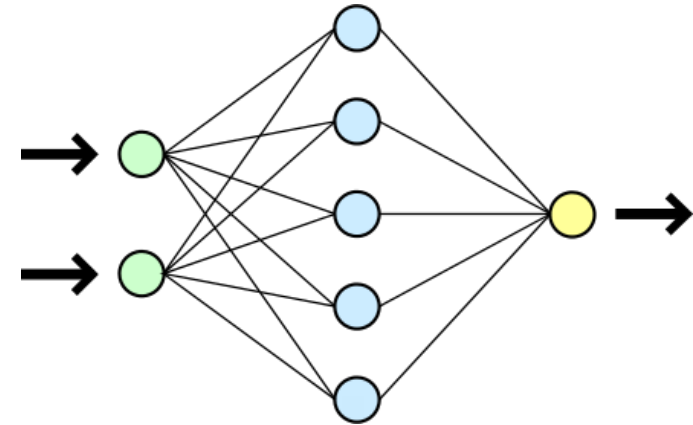
Жасанды нейрондық желі (ЖНЖ) – тірі организмнің жүйке жасушаларының желілері – биологиялық нейрондық желілерді ұйымдастыру және жұмыс істеу қағидатына негізделген математикалық модель, сонымен бірге оны бағдарламалық немесе аппараттық қамтамасыз ету [2, 37 б.].

ЖНЖ (ИНС) жасанды нейрондардан тұрады, олардың әрқайсысы биологиялық нейронның жеңілдетілген моделі болып табылады. Жасанды нейронның барлық әрекеті - көптеген кірістерден сигналдар қабылдап, оларды бір жолмен өңдеп, нәтижені көптеген басқа жасанды нейрондарға жіберу, яғни. биологиялық нейрон сияқты жасайды. Биологиялық нейрондар аксондармен өзара байланысты, буындар синапстар деп аталады. Синапстарда электрохимиялық сигналдың күшеюі немесе әлсіреуі орын алады. Жасанды нейрондар арасындағы байланыстар синаптикалық немесе жай синапс деп аталады. Синапстың бір параметрі бар - оның мәніне байланысты салмақ коэффициенті, ол бір нейроннан екіншісіне ауысқанда пайда болады. Осының арқасында енгізілген ақпарат өңделіп, нәтижеге айналады, ал нейрондық желіні оқыту әр

синапс үшін осындай салмақ коэффициентін тәжірибелік таңдауға негізделген, бұл қажетті нәтижеге әкеледі.

Қарапайым нейрондық желінің құрылымы төмендегі суретте көрсетілген. Жасыл түс кіріс қабатының нейрондарын, жасырын қабатының көк - нейрондарын, шығыс қабатының сары - нейрондарын көрсетеді.

Кіріс қабатының нейрондары деректерді сырттан алады (мысалы, бетті тану жүйесінің сенсорларынан) және оларды өңдегеннен кейін сигналдарды келесі қабаттағы нейрондарға синапстар арқылы береді [3, 426.].



Сурет 1 – Қарапайым нейрон желісінің құрылымы

ЖНЖ оқыту алгоритмдерінің үш негізгі типін қарастырайық. Тікелей таратылатын оқыту желілері. Желіні оқыту үшін d_j ($j=1,2, \dots, n$) мәнін білу қажет – желінің кірісіне X қоздырғыш векторы келіп түскен кезде оның беруі тиіс шығыстары. Ең аз квадраттар әдісіне сәйкес осы деректер кезінде желінің жұмыс істеу қатесі ретінде анықталады.

$$E_p = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^n (y_j - d_j)^2$$

мұндағы y_j – желінің шығысы,
 p – оқыту үлгісінің индексі.

1-формула – Ең аз квадраттар әдісіне сәйкес осы деректер кезінде желінің жұмыс істеу қатесі

$$\sum_{i=1}^p E_p \rightarrow \min$$

2-формула – Математикалық міндеті оқыту үлгісі үшін желінің функцияландыру қатесі ең аз болғанда салмақтық коэффициенттердің мәндерін табу

Қатені азайту үшін келесі ереже бойынша желі салмағын өзгерту керек:

$$w_{\text{нов.}} = w_{\text{стар.}} - \eta \frac{dE_p}{dw}$$

3-формула – Салмақ коэффициенттерінің кеңістігіндегі градиенттік төмен түсу процесін сипаттау формуласы мұндағы – оқыту жылдамдығын сипаттайтын константа ($0 < \eta < 1$).

k қабатындағы салмақ коэффициенттерін түзету мәнін мына түрде жазуға болады:

$$\Delta w_{ij}^{(k)} = -\eta \frac{dE_p}{dw_{ij}^{(k)}}$$

мұндағы – $w_{ij}^{(k)}$ – $(k-1)$ қабатының j нейронын, $k = 1, 2 \dots K$ қабатының j нейронымен қосатын синаптикалық байланыстың салмақ коэффициенті.

4-формула – $k = 1, 2 \dots K$ қабатының нейронымен қосатын синаптикалық байланыстың салмақ коэффициенті

Күрделі функцияны дифференциалдау ережесіне сәйкес:

$$\frac{dE_p}{dw_{ij}^{(k)}} = \frac{dE_p}{dy_j^{(k)}} \frac{dy_j^{(k)}}{dnet_j^{(k)}} \frac{dnet_j^{(k)}}{dw_{ij}^{(k)}}$$

мұнда $y_j^{(k)}$ - k - ші кабаттың j -ші нейронының шығыс сигналы,

$dnet_j^{(k)}$ - k - ші кабаттың нейронының күйі (кіріс сигналдарының өлшенген сомасы).

5-формула - күрделі функцияны дифференциалдау

Жаңа айнымалыны енгіземіз

$$\delta_j^{(k)} = \frac{dE_p}{dy_j^{(k)}} \frac{dy_j^{(k)}}{dnet_j^{(k)}}$$

6-формула – Жаңа айнымалыны енгізу

Сонда шығыс k -ші кабаттың нейроны үшін келесі мән алынады:

$$\delta_j^{(k)} = (y_j^{(k)} - d_j) f'(dnet_j^{(k)})$$

7-формула – 6-формулань өрнектеу формуласы

Содан кейін алынған нәтижені пайдалана отырып, $\delta_j^{(k)}$ кіші кабаттарды қайта есептеуге болады:

$$\delta_j^{(k)} = f'(net_j^{(k)}) \left[\sum_{m=1}^{N^{(k+1)}} \delta_m^{(k+1)} w_{jm}^{(k+1)} \right], k = 1, 2 \dots K - 1$$

мұндағы $N^{(k+1)}$ – $(k + 1)$ кабаттағы нейрондар саны, m – $(k + 1)$ кабаттағы нейрон нөмірі.

8-формула – кіші кабаттарды қайта есептеу үшін формула

Енді салмақ коэффициенттерін коррекциялау (түзету) үшін келесі формуланы жазамыз:

$$\Delta w_{ij}^{(k)} = -\eta \delta_j^{(k)} y_i^{(k-1)}$$

9-формула – Салмақ коэффициенттерін коррекциялау (түзету) үшін формула

Бұл қатынас қатенің кері таралуының формулалары деп аталады (Back-Propagation). Егер кіріс сигналы тікелей жұмыс істегенде кіріс қабатынан шығу қабатына желі арқылы таратылса, онда таразыларды салу кезінде желінің қатесі шығу қабатынан кіріс қабатына таралады [3, 79 б.].

Нейрондық желіні оқыту алгоритмі келесі түрде құрылады [4, 54 б.]:

1-қадам: кіріс векторының үлгілерінің бірін желі кірісіне беру және шығыс сигналдарының жасырын және шығыс қабаттарының мәнін есептеу.

2-қадам: $\delta_j^{(k)}$ шығу қабаты үшін және (4) формула бойынша $k=K$ кезінде $\Delta w_{ij}^{(k)}$ салмақтарының өзгеруін есептеу.

3-қадам: $(k - 1)$ бастап барлық және кіріс қабатымен ұшталған қалған қабаттар үшін формулалар бойынша $\delta_j^{(k)}$ және $\Delta w_{ij}^{(k)}$ есептеу.

4-қадам: нейрондық желіде барлық салмақ коэффициенттерін түзету:

$$\Delta w_{ij}^{(k)} = w_{ij}^{(k)}(t - 1) + \Delta w_{ij}^{(k)}(t)$$

мұндағы t – итерация нөмірі.

10-формула – Нейрондық желіде барлық салмақ коэффициенттерін түзету формуласы

5-қадам: Қарастырылып отырған үлгі үшін қатені табу және барлық үлгінің қателерінің сомасына қосу. Егер тағы үлгілер бар болса, барлық есептеулерді 1 қадамынан қайталаңыз. Егер барлық үлгілер қарастырылғын болса және қатенің қосындысы елеулі болса, онда оқыту үлгісі үшін бірінші үлгіден бастап 1 - қадамынан барлық есептеулерді қайталау керек, олай болмаған жағдайда алгоритмнің соңы [4, 87 б.].

МЖ интегралданған трансформаторлық майдың газ құрамы мен бақылау модулін таңдау әдістемесі ұсынылды. Мониторинг жүйесіне кірігу үшін ең қолайлы құрылғыға қойылатын талаптар қалыптастырылды.

ӘДЕБИЕТТЕР

1 Дашевский Е.Г. Күш трансформаторын бақылау жүйесі үшін газ бен майдың ылғалдылығын бақылау құрылғысын таңдау // Известия вузов. Электромеханика. – 2010 г. – Выпуск № 6 – С. 84–86.

2 Галушкин А. И. (2000) Нейрокомпьютерлер. Кн.1. Нейронды жүйенің теориясы М.: Радиотехника, 524 с.

3 Туkenов А. А. Электр энергиясы нарығы: монополиядан бәсекеге дейін. – Москва, Энергоатомиздат, 2009. – 416 с.

4 Хренников А. Ю., Рубцов А. В., Передельский В. А., Сафонов А. А., Якимов В. А. / Қысқа тұйықталу кезінде күштік трансформаторлардың орамдарының зақымдалуын талдау // Энергетик, 2005. № 11. С. 8

УСТРОЙСТВО ДИАГНОСТИКИ ОПОРНЫХ ИЗОЛЯТОРОВ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

ТЕРЕЩЕНКО Н. А., МИРОШНИК В. Ю., ШЕВЧЕНКО Д. М.
аспиранты, Омский государственный технический университет, г. Омск
КИСЛОВ А. П.

к.т.н., доцент, Торайғыров университет, г. Павлодар, Республика Казахстан
НИКИТИН К. И.

д.т.н., профессор, Омский государственный технический университет,
г. Омск, Российская Федерация

Введение. Все электроустановки имеют два основных элемента – проводник и изоляция. Из них повреждение изоляции обычно сопровождается наибольшими негативными последствиями на саму электроустановку и электроэнергетическую систему в целом.

В воздушных линиях электропередачи (ВЛЭП) есть естественная часть изоляции – воздух, искусственная – стеклянные, фарфоровые и полимерные изоляторы [1, с. 928]. Во время работы электроустановок происходит старение всех элементов ВЛЭП. Поскольку запас электрической прочности изоляции довольно большой, то процесс старения идет от одного до нескольких десятков лет. И может проявляться как возникновением небольших токов утечек, так и пробоем с разрушением.

Состояние вопроса. В настоящее время есть несколько устройств с помощью которых можно провести исследование изоляторов. Известно [2, с. 1072] автоматическое детекторное устройство для контроля состояния изоляторов воздушной линии, которое измеряет и анализирует ток утечки изолятора по двум

показателям: коэффициент гармоник и косинус разности фаз между сигналами напряжения и тока утечки. Прибор состоит из приемника и передатчика, которые для связи используют радиосигнал. Недостаток данного устройства заключается в большом количестве данных, которые нужно обрабатывать.

В устройстве [3, с. 5034] представлен оптоволоконный датчик, измеряющий четыре параметра: ток утечки, температуру, влажность и точку росы в разных трех местах линии электропередачи. Устройство передает информацию на сервер о состоянии изоляторов на 500 кВ через сеть сотовой связи (GPRS). Доступ к информации можно получить по интернету. Недостаток метода – большой объем передачи и обработки данных.

В другом устройстве [4, с. 2] приведён датчик напряжения для дистанционного контроля целостности высоковольтной изоляции. Он устанавливается на фазном проводе воздушной линии и не имеет электрического соединения с землей. Датчик измеряет падение напряжения на каждой гирлянде изоляторов и по беспроводной сети непрерывно передает информацию о значении напряжения. Так как устройство оптоэлектронное, то имеет ряд преимуществ: не подвергается воздействию магнитных полей; отсутствует нагрузочный эффект вторичного замыкания и потери; полоса пропускания обеспечивает более быструю реакцию на всплеск и переходные токи; надежная изоляция между высоким напряжением и вторичной измерительной цепью. Недостатком устройства является влияние продольного магнитооптического эффекта Фарадея.

Таким образом, существует проблема простого и эффективного контроля состояния изоляторов ВЛЭП.

Разработанное устройство. Для диагностики опорных изоляторов воздушных линий электропередачи авторы разработали конструкцию [5, с. 4] высокоомного шунта, изображенную на рисунке 1. Благодаря последовательному подключению шунта с изолятором, на нем будет присутствовать напряжение, пропорциональное току утечки изолятора.

Подсоединив диагностическое устройство к шунту, можно под напряжением производить мониторинг и диагностику данного изолятора без прямого участия персонала. В качестве самого простого диагностического устройства (Рисунок 2) может быть использовано измерительное чувствительное реле напряжения KV1, которое срабатывает при превышении критического значения.

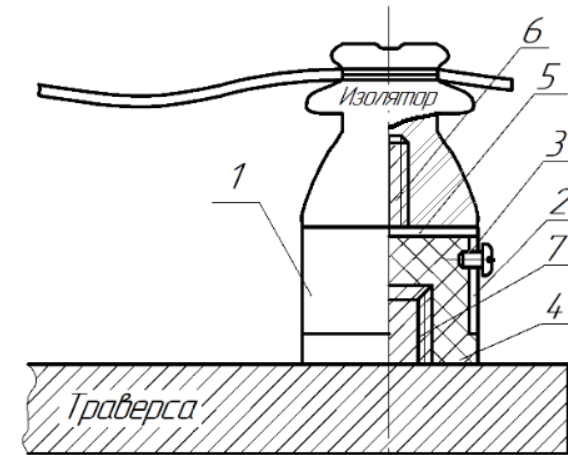


Рисунок 1 – Изолятор с высокоомным шунтом, где 1 – шунт, 2 – полый металлический цилиндр, 3 – контакт диагностического устройства, 4 – резистивный материал, 5 – металлическая крышка, 6 – болт, 7 – втулка)

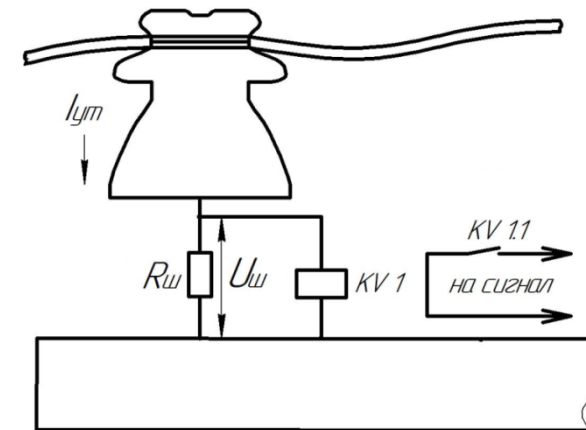


Рисунок 2 – Схема подключения диагностического реле

Зная падение напряжения на шунте и, естественно, сопротивление шунта, нетрудно найти ток утечки изолятора:

$$I_{\text{ут}} = \frac{U_{\text{ш}}}{R_{\text{ш}}}$$

Формула 1 – Расчета тока утечки изолятора

Зная минимальное сопротивление изолятора – $R_{\text{ИЗ}} = 300$ МОм, нетрудно вычислить критический ток утечки изолятора $I_{\text{ут,кр}}$. При сопротивлении шунта равном $R_{\text{ш}} = 20$ кОм несложно найти напряжение, при котором должно сработать реле:

$$U_{\text{с.р}} = U_{\text{н}} \cdot \frac{R_{\text{ш}}}{R_{\text{ИЗ}}} = 6000 \cdot \frac{20000}{300000000} = 0,4 \text{ В}$$

Формула 2 – Расчета срабатывания диагностического реле

Таким образом при снижении сопротивления изолятора ниже критического, ток утечки повышается до критической величины $I_{\text{ут,кр}}$, падение напряжения на шунте увеличится до величины срабатывания диагностического реле $U_{\text{с.р}}$. Реле сработает. Далее возможны различные варианты оповещения дежурного персонала:

- выпадение блинкера на опоре, на котором повредился изолятор. При обходе ВЛЭП, персонал по выпавшему блинкеру визуально определяет поврежденный изолятор;
- диагностическое устройство снабжено GSM-модулем и через сотового оператора отправляется СМС-сообщение с номером опоры, на которой повредился изолятор, и фазой;
- возможно использовать радиоканал, если связь на расстояниях ВЛЭП-подстанция устойчивая;
- возможно использовать радиоканал с запросом от проезжающего (пролетающего) транспортного средства, возможно беспилотного [6, с. 5];
- возможно использовать радиоканал от диагностического устройства на опоре к диагностическому устройству на следующей опоре. При этом все диагностические устройства должны иметь приемник-передатчик, настроенные на одну волну.

Были проведены лабораторные испытания (Рисунок 3) с изолятором ШФ–10Г, изготовленным шунтом с сопротивлением 18 кОм и источником высокого напряжения АИД–70М, которые

показали работоспособность данного способа диагностики изоляторов.



Рисунок 3 – Лабораторные испытания диагностического устройства

Выводы. Таким образом на всей ВЛЭП можно производить мониторинг и диагностику всех изоляторов, что позволит своевременно исключить их повреждения с последующим возникновением короткого замыкания в системе с заземленной нейтралью или однофазного замыкания на землю в системе с изолированной нейтралью.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Правила устройства электроустановок. – 6-е изд. – С-Петербург : Деан, 2001. – 928 с.
- 2 Palangar M. F. et al. Designing an automatic detector device to diagnose insulator state on overhead distribution lines //IEEE Transactions on Industrial Informatics. – 2021. – Т. 18. – №. 2. – С. 1072-1082.

3 Werneck M. M. et al. Optical Sensor for Monitoring Leakage Current and Weather Conditions in a 500-kV Transmission Line // Sensors. – 2022. – Т. 22. – №. 13. – С. 5034.

4 Andreenkov E., Shunaev S. Sensor design for the diagnostic system of hanging isolated power grids //2017 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM). – IEEE, 2017. – С. 1–5.

5 Патент № 204710 Российская Федерация, МПК H01C 3/00 (2006.01). Конструкция шунта для диагностики опорных и штырьевых изоляторов воздушной линии электропередач : № 2020136129 : заявл. 03.11.2020 : опубл. 07.06.2021 / Н. А. Терещенко, В. Ю. Мирошник, Д. А. Поляков, К. И. Никитин, Бюл. – 4 с. : ил.

6 Патент № 2722526 Российская Федерация, МПК H02H 3/093, G01R 31/08. Способ определения места однофазного замыкания в сети с изолированной нейтралью: № 2019113808 : заявл. 06.05.2019 : опубл. 01.06.20 / Никитин К. И., Еленев А. В., Мирошник В. Ю., Поляков Д. А., Бюл. 16 – 5 с. : ил.

2 Секция. Автоматтандыру және телекоммуникация 2 Секция. Автоматизация и телекоммуникации

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

АЙТМУХАН С. С.

преподаватель специальных дисциплин Аксуский колледж черной металлургии г. Аксу

ДЖАСАН К.

студент, Аксуский колледж черной металлургии, г. Аксу

Модернизация экономики Казахстана, повышение ее эффективности позволят создать надежный фундамент для роста жизненного уровня населения и обеспечения безопасности страны в нестабильном мире. Поэтому повышение производительности труда одна из стратегических целей экономики.

Важнейшим средством достижения этой цели является автоматизация технологических процессов и производств. Без автоматизации процессов управления совершенно немислимо ни развитие реактивных летательных и космических аппаратов, ни применение атомной энергии, а также и целый ряд современных производственных процессов. Из всего этого видно, что если механизация была призвана облегчить физический труд человека, то теперь автоматизация, совершенствуя выполнение этой задачи, имеет целью также облегчить и умственный труд человека. Облегчая труд человека, повышая культуру человеческого труда во всех ее видах, сглаживая различие между физическим и умственным трудом, автоматизация в то же время сотни и тысячи раз повышает производительность труда, позволяет удовлетворять многообразные потребности человека и человеческого общества в целом.

Для наглядного пояснения основного принципа действия всякой системы автоматического регулирования обратимся сначала к примеру системы регулирования температуры. Пусть имеется электропечь для закалки металла (Рис.1). Чтобы измерять температуру θ в печи, поставлена термопара, которая дает электрическое напряжение U , пропорциональное температуре θ .

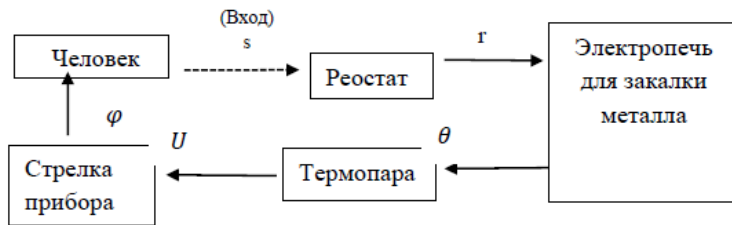


Рисунок 1 – Ручное регулирование температуры

Шкала прибора, измеряющего напряжение U , проградуирована на величину температуры θ в градусах. Человек, обслуживающий электропечь, следя глазами за углом поворота φ стрелки прибора, читает на его шкале значение температуры в печи. В зависимости от того, в какую сторону температура отклонилась от требуемого ее значения, человек производит перемещение S движка реостата в соответствующую сторону. Тем самым он меняет сопротивление r в электрической цепи нагрева печи. При увеличении сопротивления r ток в цепи нагрева уменьшается и температура в печи уменьшается. При уменьшении r ток возрастает и температура θ увеличивается. Так выглядит ручное регулирование температуры в печи для заковки металла. Постараемся полностью автоматизировать этот процесс регулирования температуры. Прежде всего надо проанализировать функции человека в этом процессе. Можно увидеть, что человек здесь осуществляет перемещение движка реостата в зависимости от наблюдаемого им отклонения температуры.

Такой простейшей зависимостью является пропорциональность между перемещением и величиной отклонения с учетом направления этого перемещения, а именно:

$$\Delta s = k\Delta\theta$$

где $\Delta\theta$ есть нежелательное отклонение температуры в печи от некоторого требуемого ее значения θ_0 . Через k обозначен коэффициент пропорциональности, который показывает, сколько сантиметров перемещения Δs движка реостата приходится на каждый градус отклонения температуры $\Delta\theta$, т.е. коэффициент k имеет размерность см/градус. Графически зависимость показана на рисунке 2.

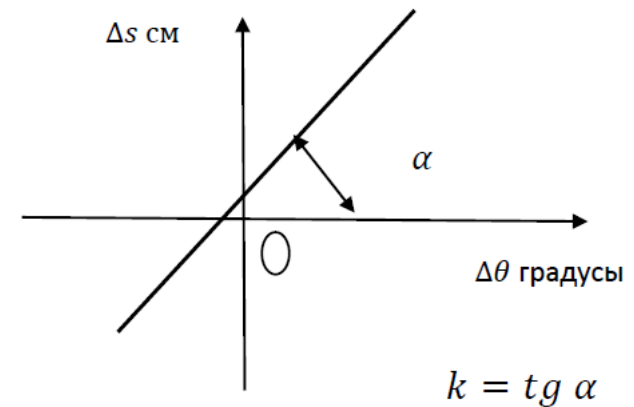


Рисунок 2 – График зависимости движка реостата от температуры

Требуемую зависимость можно осуществить, например, если изъять указательный прибор со стрелкой и заставить непосредственно движок реостата перемещаться под действием напряжения U , для чего надо поставить небольшой привод. Тогда термопара и питающийся в зависимости от нее привод будут совместно осуществлять заданную зависимость, которая называется законом регулирования по отклонению.

Простейший пример автоматизации технологического процесса (Рис.3)

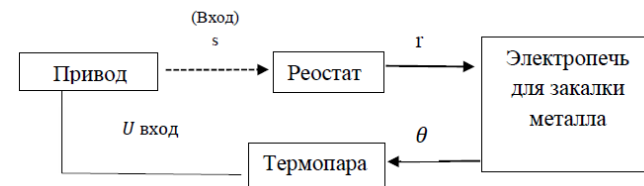


Рисунок 3 – Автоматическое регулирование температуры

Вместе с тем, автоматизация делает практически осуществимый целый ряд таких производств и новых видов сообщения и связи, а также инженерных и экономических расчетов, которые без нее были бы невозможны. Автоматизация технологических процессов

представляет собой операцию производственного процесса, в которой все действия, необходимые для ее выполнения, включая и управление протеканием процесса, происходят без непосредственного участия человека. Человек только налаживает устройства и контролирует их работу. Автоматизация производится с целью улучшения качества протекания технологического процесса, повышение эффективности управления объектом на основе роста производительности труда и совершенствования методов планирования процесса управления.

Одним из наиболее значительных достижений XX в. является изобретение числового программного управления технологическим оборудованием. Впервые появилась возможность превращать информационные модели изделий, созданные с помощью систем автоматизированного конструирования посредством соединенных с ними систем автоматизированного программирования обработки и станков с ЧПУ, в материальные объекты. Основной принцип изготовления деталей в машиностроении на станках с ЧПУ заключается в постепенном удалении лишнего материала с заготовки до приобретения ею заданных формы и размеров. Управляющая программа станка ЧПУ содержит геометрическую и технологическую информацию и позволяет изготавливать детали с наибольшей геометрической точностью. Применение станков с ЧПУ это более высокий уровень автоматизации производства, станки могут работать автономно, выпуская продукцию с неизменным высоким качеством.

Одним из основных направлений совершенствования промышленного производства является постепенное развитие механизации и автоматизации производственных процессов. Однако развитие общественного производства показывает, что примерно 70...80 % изделий необходимо изготавливать не в массовом количестве (сотнями тысяч и миллионами штук изделий), сравнительно небольшими партиями (от нескольких десятков до сотен штук). Это характерно как для товаров широкого потребления, так и для продукции производственного назначения связано с разнообразием потребностей общества и необходимостью более быстрого, чем ранее, обновления основных производственных фондов предприятий и организаций,

В этих условиях с учетом современного уровня развития производительных сил возникает необходимость в создании гибких производственных систем (ГПС) с переналаживаемой технологией,

обеспечивающих изготовление в автоматизированном или полностью автоматическом режимах изделий с широким диапазоном изменения основных параметров. Основные особенности отличающие гибкие автоматизированные производственные системы от другого типа производств – это возможность изменения предметов труда (т.е. обрабатываемых деталей, изготавливаемых изделий) и комплексная автоматизация всех операций производственного процесса как основных технологических, так и операций перемещения, накопления, комплектации. Внедрение гибких автоматизированных систем позволяет в пределах технологических возможностей оборудования обрабатывать весьма широкие по номенклатуре группы деталей любыми партиями, в любое по требованию сборки время, при себестоимости массового производства. С применением гибких производственных систем стираются различия между единичным, серийным и массовым производством.

Другими отличительными особенностями гибких производственных систем являются: четкий ритм и организация производственного процесса; замкнутость производственного цикла и относительная автономность действия системы; применение робототехнических средств для автоматизации процессов перемещения грузов; наличие в системе ЭВМ, работающих в реальном масштабе времени для автоматического контроля и управления оборудованием, транспортными устройствами; развитая информационная система (с соответствующими техническими средствами), обеспечивающая действие системы автоматического управления гибким производством; минимальное участие человека в производственном процессе. Создание гибких производственных систем – это еще один шаг к объединению достижений научно-технического прогресса в области станко - и роботостроения, электроники, вычислительной техники, организации и управления производством.

Освобождение человека от непосредственного участия в технологическом процессе достигли с помощью создания новых машин – роботов, автоматически выполняющие сложные движения человеческих рук в процессе трудовой деятельности.

Промышленный робот в качестве исполнительного устройства имеет манипулятор – механическую руку с несколькими степенями подвижности. Для каждой степени подвижности имеется свой привод. Движение всех звеньев манипулятора одновременно по всем степеням подвижности координировано направляется

автоматической системой управления. Управление строится таким образом, чтобы расположенный на конце манипулятора схват или инструмент получил при этом нужное пространственное перемещение подобно движению человеческой руки.

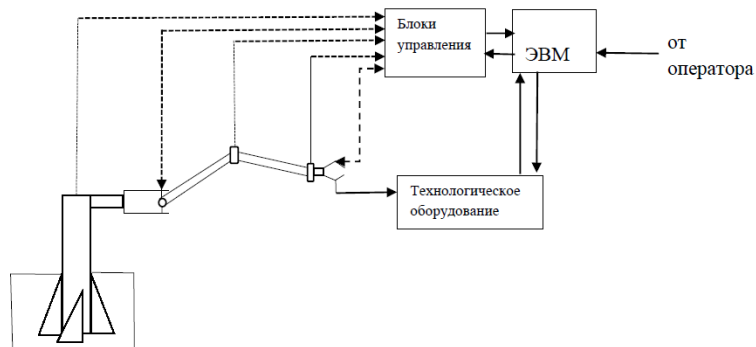


Рисунок 4 – Схема промышленного робота

Система управления роботом действует по определенной программе. Но программу эту можно изменять применительно к различным технологическим операциям. Достаточно легкое перепрограммирование действий робота является отличительной чертой его системы управления. Важным фактором при внедрении робототехники является то, что в роботизированных технологических процессах резко уменьшается брак, улучшается качество продукции, так как исключаются элементы невнимательности, усталости, настроения. В действиях же робота однотипно и более полно соблюдаются все технологические правила и стандарты качества. Применение роботов в технологическом процессе повышает ритмичность производства независимо от времени суток. Роботы, заменяя ручной труд человека, существенно облегчают организацию двух и трехсменной работы цеха. А вместе с этим повышается эффективность использования всех остальных агрегатов цехового оборудования при обслуживании их роботами. Применение роботов в технологическом процессе позволяют решить ряд задач, таких как нехватка рабочей силы, улучшение условий труда, выполнение работ в труднодоступных и опасных для человека работ, повышение производительности труда. При роботизации могут существенно экономиться производственные площадки за счет указанных выше свойств, а также за счет замены цехового оборудования на более

производительное с числовым программным управлением, которое эффективнее сочетается с робототехническими системами.

Появление новых методов и средств автоматизации технологических процессов позволяет автоматизировать всех основных и вспомогательных участков, повысить производительность труда, улучшить качество продукции, оптимизировать процессы управления с сокращением (или полным выводом) обслуживающего персонала и сведением его функций к наблюдению за работой оборудования и устранению возникающих неполадок.

Автоматизация – это одно из направлений научно – технического прогресса, применение технических средств, программируемых средств, которые позволяют исключить человека из процесса управления.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Мануйлов П. Н. Теплотехнические измерения и автоматизация тепловых процессов. – М. : Энергия, 1966 – 256 с.
- 2 Нагорный А. А., Денисов В. Д. Устройства автоматики гидро- и пневмосистем. – М. : Высшая школа, 1991.–233с.
- 3 Петров И. К. Курсовое и дипломное проектирование по автоматизации производственных процессов. – М. : Высшая школа, 1986 – 352 с.
- 4 Проектирование систем контроля и автоматического регулирования. Учебное пособие для вузов / Глинков Г. М., Марковский В. А., Лотман С. Л., Шапировский М. Р. 2-е изд., перераб. и доп. – 1986. – 352 с.
- 5 Промышленные приборы и средства автоматизации: Справочник./Под ред. В.В. Черенкова. – Л.: Машиностроение, 1987 – 178 с.

ОБЗОР ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА СЕТЕВОГО ТРАФИКА

АЛЬЖАНОВ Т. Г.

магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар

Помимо программного обеспечения мониторинга сети есть и для анализа сетевого трафика. В основном это анализаторы и коллекторы [1–5]. Эти инструменты помогают отслеживать и анализировать данные сетевого трафика. Анализаторы сетевых процессов позволяют точно определить устройства, из-за которых снижается пропускная способность канала. Они умеют находить проблемные места в вашей системе, и повышать общую эффективность сети [6–8].

Сейчас на рынке представлено большое количество вариаций программного обеспечения для анализа сетевого трафика.

Часть функций у всех приведенных в этом обзоре инструментариив для анализа сетевого трафика схожая - они позволяют с тем или иным уровнем детализации увидеть отправленные и полученные сетевые пакеты, но практически все из них имеют некоторые характерные особенности, которые делают их уникальными при использовании в определенных ситуациях или сетевых средах. В конце концов, к анализу сетевого трафика прибегаем тогда, когда появляется сетевая проблема, но не можем быстро свести ее к определенной машине, устройству или протоколу, и приходится проводить более глубокий поиск.

Рассмотрим более распространенные из них [8–10].

Free NetFlow Traffic Analyzer является одним из наиболее популярных инструментов, доступных для бесплатного скачивания. Он дает возможность сортировать, помечать и отображать данные различными способами. Это позволяет удобно визуализировать и анализировать сетевой трафик. Инструмент отлично подходит для мониторинга сетевого трафика по типам и периодам времени. А также выполнение тестов для определения того, сколько трафика потребляют различные приложения.

Этот бесплатный инструмент ограничен одним интерфейсом мониторинга NetFlow и сохраняет только 60 минут данных. Данный Netflow анализатор является мощным инструментом, который стоит того, чтобы его применить.

Colasoft Capsa Free это бесплатный анализатор трафика локальной сети, который позволяет идентифицировать и отслеживать более 300 сетевых протоколов, и позволяет создавать настраиваемые отчеты. Он включает в себя мониторинг электронной почты и диаграммы последовательности TCP-синхронизации, все это собрано в одной настраиваемой панели. Также он включают в себя анализ безопасности сети. Например, отслеживание DoS/DDoS-атак, активности червей и обнаружение ARP-атак. А также декодирование пакетов и отображение информации, статистические данные о каждом хосте в сети, контроль обмена пакетами и реконструкция потока. Capsa Free поддерживает все 32-битные и 64-битные версии Windows XP, имеет минимальные системные требования для установки.

Angry IP Scanner это анализатор трафика Windows с открытым исходным кодом, быстрый и простой в применении. Он не требует установки и может быть использован на Linux, Windows и Mac OSX. Данный инструмент работает через простое пингование каждого IP-адреса и может определять MAC-адреса, сканировать порты, предоставлять NetBIOS-информацию, определять авторизованного пользователя в системах Windows, обнаруживать веб-серверы и многое другое. Его возможности расширяются с помощью Java-плагинов. Данные сканирования могут быть сохранены в файлы форматов CSV, TXT, XML.

ManageEngine NetFlow Analyzer Professional это мощное программное обеспечение с полным набором функций для анализа и сбора данных: мониторинг пропускной способности канала в режиме реального времени и оповещения о достижении пороговых значений, что позволяет оперативно администрировать процессы. Кроме этого предусмотрен вывод сводных данных по использованию ресурсов, мониторинг приложений и протоколов и многое другое. Бесплатная версия анализатора трафика Linux позволяет неограниченно использовать продукт на протяжении 30 дней, после чего можно производить мониторинг только двух интерфейсов. Системные требования для NetFlow Analyzer ManageEngine зависят от скорости потока. Рекомендуемые требования для минимальной скорости потока от 0 до 3000 потоков в секунду: двухъядерный процессор 2,4 ГГц, 2 Гб оперативной памяти и 250 Гб свободного пространства на жестком диске. По мере увеличения скорости потока, который нужно отслеживать, требования также возрастают.

The Dude это приложение представляет собой популярный сетевой монитор, разработанный MikroTik. Он автоматически сканирует все устройства и воссоздает карту сети. The Dude контролирует серверы, работающие на различных устройствах, и предупреждает в случае возникновения проблем. Другие функции включают в себя автоматическое обнаружение и отображение новых устройств, возможность создавать собственные карты, доступ к инструментам для удаленного управления устройствами и многое другое. Он работает на Windows, Linux Wine и MacOS Darwin.

JDSU Network Analyzer Fast Ethernet эта программа анализатор трафика позволяет быстро собирать и просматривать данные по сети. Инструмент предоставляет возможность просматривать зарегистрированных пользователей, определять уровень использования пропускной способности сети отдельными устройствами, быстро находить и устранять ошибки. А также захватывать данные в режиме реального времени и анализировать их.

Приложение поддерживает создание графиков и таблиц с высокой детализацией, которые позволяют администраторам отслеживать аномалии трафика, фильтровать данные, чтобы просеивать большие объемы данных, и многое другое. Этот инструмент для специалистов начального уровня, а также для опытных администраторов, позволяет полностью взять сеть под контроль.

Plixer Scrutinizer это анализатор сетевого трафика позволяет собрать и всесторонне проанализировать сетевой трафик, а также быстро найти и исправить ошибки. С помощью Scrutinizer можно отсортировать данные различными способами, в том числе по временным интервалам, хостам, приложениям, протоколам и т.д. Бесплатная версия позволяет контролировать неограниченное количество интерфейсов и хранить данные по 24 часам активности.

Wireshark - это мощный сетевой анализатор может работать на Linux, Windows, MacOS X, Solaris и других платформах. Wireshark позволяет просматривать захваченные данные с помощью графического интерфейса, или использовать утилиты TTY-mode TShark. Его функции включают в себя сбор и анализ трафика VoIP, отображение в режиме реального времени данных Ethernet, IEEE 802.11, Bluetooth, USB, Frame Relay, вывод данных в XML, PostScript, CSV, поддержку дешифрования и многое другое.

Системные требования: Windows XP и выше, любой современный 64/32-битный процессор, 400 Mb оперативной памяти

и 300 Mb свободного дискового пространства. Wireshark NetFlow Analyzer - это мощный инструмент, который может существенно упростить работу любому администратору сети.

Paessler PRTG - анализатор трафика предоставляет пользователям множество полезных функций: поддержку мониторинга LAN, WAN, VPN, приложений, виртуального сервера, QoS и среды. Также поддерживается мониторинг нескольких сайтов. PRTG использует SNMP, WMI, NetFlow, SFlow, JFlow и анализ пакетов, а также мониторинг времени бесперебойной работы/ простоя и поддержку IPv6.

Бесплатная версия дает возможность использовать неограниченное количество датчиков в течение 30 дней, после чего можно бесплатно использовать только до 100 штук.

nProbe – полнофункциональное приложение с открытым исходным кодом для отслеживания и анализа NetFlow. Он поддерживает IPv4 и IPv6, Cisco NetFlow v9/IPFIX, NetFlow-Lite, содержит функции анализа VoIP трафика, выборки потоков и пакетов, генерации логов, MySQL/Oracle и DNS-активности, а также многое другое. Приложение является бесплатным, если вы анализатор трафика скачиваете и компилируете на Linux или Windows. Исполняемый файл установки ограничивает объем захвата до 2000 пакетов. nProbe является полностью бесплатным для образовательных учреждений, а также некоммерческих и научных организаций. Данный инструмент будет работать на 64-битных версиях операционных систем Linux и Windows.

Эти программы помогают осуществлять мониторинг и устранение неисправностей в небольшой офисной сети или обширной, охватывающей несколько сайтов, корпоративной WAN-сети.

Каждое из представленных приложений дает возможность контролировать и анализировать трафик в сети, обнаруживать незначительные сбои, определять аномалии пропускного канала, которые могут свидетельствовать об угрозах безопасности. А также визуализировать информацию о сети, трафике и многое другое. Представленные ПО помогают облегчить основную работу администратора сети.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 9 лучших решений для управления сетью. [Электронный ресурс]. – URL: <https://wiki.merionet.ru/seti/72/9-luchshih-reshenij-dlya-upravleniya-setyu/> [дата обращения 13.02.2023].
- 2 27 лучших инструментов и программного обеспечения для мониторинга сети 2020 года [Электронный ресурс]. – URL: <https://heritage-offshore.com/net-admin/27-luchshih-instrumentov-i-programmnogo/> [дата обращения 13.02.2023].
- 3 Контроль трафика для малого и среднего бизнеса [Электронный ресурс]. – URL: <https://businessday.skydns.ru/> [дата обращения 13.02.2023].
- 4 7 бесплатных программ для мониторинга сети и серверов [Электронный ресурс]. – URL: <https://networkguru.ru/monitoring-seti-setevogo-oborudovaniia-serverov/> [дата обращения 13.02.2023].
- 5 Контроль и мониторинг систем сетей связи серверов [Электронный ресурс]. – URL: <https://forumtech.ru/novosti-vs-fere-telekommunikaczij/monitoring-setej-svyazi> [дата обращения 13.02.2023].
- 6 12 анализаторов сетевых пакетов для системных администраторов и аналитиков безопасности [Электронный ресурс]. – URL: <https://toadmin.ru/> [дата обращения 13.02.2023].
- 7 Лучшие бесплатные программы для анализа сетевого трафика [Электронный ресурс]. – URL: https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.976d3d31-63efbd02-b81bf424-74722d776562/https/www.g2.com/categories/network-traffic-analysis-nta/free [дата обращения 13.02.2023].
- 8 Анализ сетевого трафика - 10 лучших бесплатных анализаторов и коллекторов [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.internet-technologies.ru/articles/10-besplatnyh-analizatorov-i-kollektorov-netflow-dlya-windows.html> [дата обращения 13.02.2023].
- 9 Сравните лучшие программы и инструменты для мониторинга сети [Электронный ресурс]. – URL: <https://xmldatafeed.com/sravnite-luchshie-programmy-i-instrumenty-dlya-monitoringa-seti/> [дата обращения 13.02.2023].
- 10 8 лучших программ для анализа сетевого трафика [Электронный ресурс]. – URL: <https://networkguru.ru/8-luchshikh-programm-dlia-analiza-setevogo-trafika/> [дата обращения 13.02.2023].

ОБЗОР ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ДЛЯ МОНИТОРИНГА СЕТЕЙ СВЯЗИ

АЛЬЖАНОВ Т. Г.
магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар

В первую очередь ПО для мониторинга сети это незаменимые помощники каждого системного администратора. Они позволяют оперативно реагировать на аномальную деятельность в пределах локальной сети, быть в курсе всех сетевых процессов и, таким образом, автоматизировать часть рутинной деятельности администратора [1–5]. Поэтому разработка ПО является актуальной темой. Самые распространенные ПО [6–10] на сегодняшний день рассмотрены в этой статье.

Одним из таких ПО является Network Olympus. Он работает как служба и имеет веб-интерфейс. Главная особенность это конструктор сценариев, позволяющий отойти от выполнения примитивных проверок, которые не позволяют учитывать те или иные обстоятельства работы устройств. С его помощью можно организовывать схемы мониторинга любой сложности, чтобы точно выявлять проблемы и неполадки, а также автоматизировать процесс их устранения.

В основе сценария лежит сенсор, от которого можно выстраивать логические цепочки, которые в зависимости от успешности проверки будут генерировать разные оповещения и действия, направленные на решение ваших задач. Каждый элемент цепочки может быть отредактирован в любое время и сразу применится для всех устройств, за которыми закреплен сценарий. Вся сетевая активность будет отслеживаться при помощи журнала активности и специальных отчетов. Одним из достоинств является его простота интерфейса, конструктор сценариев мониторинга. Но не предусмотрен многопользовательский доступ и установка только под windows.

ПО Observium, работа которого основана на использовании протокола SNMP, позволяет не только исследовать состояние сети любого масштаба в режиме реального времени, но и анализировать уровень ее производительности. Это решение интегрируется с оборудованием от Cisco, Windows, Linux, HP, Juniper, Dell, FreeBSD, Brocade, Netscaler, NetApp и прочих вендоров. Благодаря идеально проработанному графическому интерфейсу, данное ПО

предоставляет системным администраторам массу вариантов для настройки – начиная от диапазонов для автообнаружения и заканчивая данными протокола SNMP, необходимыми для сбора информации о сети.

Также они получают доступ к данным о технических характеристиках всего оборудования, которое в текущий момент подключено к сети. Все отчеты, которые формируются посредством анализа журнала событий, Observium может представлять в виде диаграмм и графиков, наглядно демонстрируя «слабые» стороны сети. Вы можете использовать также и демо-версию. Основным недостатком является в непростой установке используется для небольших сетей.

Nagios – это продвинутое решение для мониторинга, управление которым основано на веб-интерфейсе. Системные администраторы получают возможность удаленно регулировать объем нагрузки на пользовательское или вышестоящее в сетевой иерархии оборудование (коммутаторы, маршрутизаторы, серверы), следить за степенью загруженности резервов памяти в базах данных, следить за физическими показателями частей сетевого оборудования (например, температурой материнской платы, сгорание которой является одной из самых частых поломок в данной сфере) и пр.

Другим ПО является PRTG Network Monitor. Он не бесплатен (бесплатным является лишь пробный 30-ти дневный период), используется не только для сканирования устройств, которые в данный момент подключены к локальной сети, и может послужить отличным помощником в обнаружении сетевых атак.

Среди самых полезных сетевых сервисов PRTG: инспекция пакетов, анализ и сохранение статистических данных в базу, просмотр карты сети в режиме реального времени (также доступна возможность получения исторических сведений о поведении сети), сбор технических параметров об устройствах, подключенных к сети, а также анализ уровня нагрузки на сетевое оборудование. Заметим, что он очень удобен в использовании – прежде всего, благодаря интуитивно понятному графическому интерфейсу, который открывается при помощи любого браузера. В случае необходимости, системный администратор может получить и удаленный доступ к приложению, через веб-сервер. Главным недостатком является высокая цена.

Kismet – это полезное open-source приложение для системных администраторов, которое позволяет всесторонне анализировать

сетевой трафик, обнаруживать в нем аномалии, предотвращать сбои. С его помощью вы без труда найдете некорректно сконфигурированные и даже нелегально работающие точки доступа (которые злоумышленники используют для перехвата трафика) и прочие скрытые устройства, которые могут быть потенциально «вредны» для вашей сети. Для этих целей в приложении очень хорошо проработана возможность обнаружения различных типов сетевых атак – как на уровне сети, так и на уровне каналов связи. Как только одна или несколько атак будут обнаружены, системный администратор получит тревожный сигнал и сможет предпринять меры по устранению угрозы. Недостаток в не проста в использовании и трудно в ней обучиться для использования.

Еще один ПО – Wireshark. Он предоставляет своим пользователям невероятно продвинутый функционал и по праву признан образцовым решением в области сетевой диагностики. Он идеально интегрируется с системами на базе *NIX/Windows/macOS.

Вместо не слишком хорошо понятных для новичков веб-интерфейсов и CLI, в которых нужно вводить запросы на специальном программном языке, данное решение использует GUI (хотя, если у вас появится необходимость модернизировать набор стандартных возможностей Wireshark, вы запросто сможете запрограммировать их на Lua). Развернув и настроив его единожды на своем сервере, вы получите централизованный элемент для мониторинга за мельчайшими изменениями в работе сети и сетевых протоколах. Таким образом, вы сможете на ранних этапах обнаруживать и идентифицировать проблемы, возникающие в сети. Не используется для крупных компаний.

NeDi – это полностью бесплатное ПО, которое сканирует сеть по MAC-адресам (также среди допустимых критериев поиска есть IP-адреса и DNS) и составляет из них собственную БД. Для работы этот программный продукт использует веб-интерфейс. С его помощью можно в режиме онлайн наблюдать за всеми физическими устройствами и их местоположением в рамках вашей локальной сети. Некоторые профессионалы задействуют NeDi для поиска устройств, которые используются нелегально (например, украдены). Для подключения к коммутаторам или маршрутизаторам данное ПО использует протоколы CDP/LLDP. Это очень полезное, хотя и непростое в освоении решение. Недостатком является то, что используется только для macOS, не легко установить и трудно обучиться.

Система мониторинга Zabbix – это универсальное решение для сетевого мониторинга с открытым исходным кодом, которое может быть сконфигурировано под отдельные сетевые модели. В основном, оно предназначено для систем, которые обладают многосерверной архитектурой (в частности, Zabbix интегрируется с серверами Linux/FreeBSD/Windows).

Данное приложение позволяет одновременно управлять сотнями сетевых узлов, что делает его крайне эффективным инструментом в организации работы сисадминов, работающих на крупномасштабных предприятиях. Для развертывания Zabbix в своей локальной сети вам потребуется либо запустить программных агентов (демонов), либо использовать SNMP-протокол (или другой протокол для защищенного удаленного доступа); а для управления придется освоить веб-интерфейс на PHP.

Кроме того, это ПО предоставляет полноценный набор инструментов для отслеживания состояния аппаратной части сети. Отметим, что для того, чтобы в полной мере ощутить все преимущества данного решения, вашему системному администратору придется обладать хотя бы базовыми знаниями языков Perl или Python (или каких-либо других языков, которые можно совместно использовать с Zabbix). Имеет сложный громоздкий интерфейс.

Следующее ПО «Мониторинг сети». Это программное решение на базе веб-интерфейса, которое полностью автоматизирует все аспекты сетевой безопасности. С его помощью системные администраторы могут предотвращать распространение по локальной сети вирусного ПО, а также определять причину возникновения всевозможных технических неисправностей, связанных с разрывом кабелей или выходом из строя отдельных единиц сетевой инфраструктуры.

Кроме того, данное программное обеспечение в режиме онлайн выполняет мониторинг температуры, напряжения, места на дисках и прочих параметров по SNMP и WMI. Среди его недостатков – достаточно сильная нагрузка на ЦП (о чем честно предупреждает сам разработчик) и высокая цена.

Как показано выше программного обеспечения для мониторинга сетей с различным функционалом очень много. У каждого есть свои недостатки и достоинства. ПО для мониторинга сети трудно выбрать определенную и получше. Конечно лучше всего выбирать ПО, которое легко в использовании, имеет простой

интерфейс, и, конечно же, играет роль и цена. Некоторые из них выполняют только базовые функции, другие имеют дополнительные функции. Они помогают повысить надежность, доступность и согласованность сетевых конфигураций и услуг, позволяя администраторам управлять изменениями конфигурации, обновлениями микропрограммного обеспечения устройств, решать поставленные задачи, прогнозировать работу сети и т.д. Поэтому, как видно из практики, каждая компания старается иметь свой отдел программистов, который занимается разработкой именно таких ПО.

ЛИТЕРАТУРА

1 9 лучших решений для управления сетью. [Электронный ресурс]. – URL: <https://wiki.merionet.ru/seti/72/9-luchshih-reshenij-dlya-upravleniya-setyu/> [дата обращения 13.02.2023].

2 27 лучших инструментов и программного обеспечения для мониторинга сети 2020 года [Электронный ресурс]. – URL: <https://heritage-offshore.com/net-admin/27-luchshih-instrumentov-i-programmnogo/> [дата обращения 13.02.2023].

3 Система мониторинга активного сетевого оборудования федеральной сети [Электронный ресурс]. – URL: <https://habr.com/ru/post/235459/> [дата обращения 13.02.2023].

4 7 бесплатных программ для мониторинга сети и серверов [Электронный ресурс]. – URL: <https://networkguru.ru/monitoring-seti-setevogo-oborudovaniia-serverov/> [дата обращения 13.02.2023].

5 Контроль и мониторинг систем сетей связи серверов [Электронный ресурс]. – URL: <https://forumtech.ru/novosti-vsphere-telekommunikacij/monitoring-setej-svyazi> [дата обращения 13.02.2023].

6 Топ 10 лучших программ для мониторинга сети в 2022 [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.softinventive.ru/best-network-monitoring-tools> [дата обращения 13.02.2023].

7 Более 60 инструментов для мониторинга [Электронный ресурс]. – URL: <https://habr.com/ru/company/ua-hosting/blog/280578/> [дата обращения 13.02.2023].

8 Мониторинг сети [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.softportal.com/dlcategory-868-1-0-0-0.html> [дата обращения 13.02.2023].

9 Сравните лучшие программы и инструменты для мониторинга сети [Электронный ресурс]. – URL: <https://xmldatafeed.com/sravnite->

luchshie-programmy-i-instrumenty-dlya-monitoringa-seti/ [дата обращения 13.02.2023].

10 PRTG Network Monitor — лучший универсальный инструмент для мониторинга сети [Электронный ресурс]. – URL: https://xmldatafeed.com/sravnite-luchshie-programmy-i-instrumenty-dlya-monitoringa-seti/#PRTG_Network_Monitor_-_lucsij_universalnyj_instrument_dla_monitoringa_seti [дата обращения 13.02.2023].

БЕЗОПАСНОСТЬ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ПРОТИВОАВАРИЙНАЯ ЗАЩИТА ГОРНОДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ

АМАНГЕЛЬДИНОВ А. К.
магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар

Наиболее потенциально опасными производственными процессами при добыче полезных ископаемых являются выемка грунта, извлечение руды из очистных установок, эксплуатация внутришахтного (электрического и самоходного нерельсового), железнодорожного и автомобильного транспорта, а также электроустановок.

Объектами и областями, требующими повышенного внимания, были и остаются вертикальные и наклонные шахты, подъемные системы, вентиляция выработок, аварийная, а также противопожарная защита, защита горнодобывающих предприятий.

За последние годы на предприятиях, государственного горнопромышленного надзора Республики Казахстан, произошло несколько резонансных аварий. В результате поломки каркаса противовеса для подъема клетки в аварийном порядке была остановлена клетка, в которой находилось 35 человек. Горноспасателям потребовалось почти 10 часов, чтобы эвакуировать шахтеров из шахты, и 18 дней, чтобы ликвидировать последствия самой аварии. В результате проблем из-за неэффективной вентиляции горных выработок было зафиксировано несколько случаев отравления шахтеров вредными продуктами взрыва, два из которых закончились смертельным исходом [1–3].

Анализ причин низкого состояния безопасности шахтеров и аварийной защиты горнодобывающих предприятий. Среди причин такого положения дел, прежде всего, необходимо назвать

недостаточное финансирование охраны труда; эксплуатация машин, механизмов и другого горного оборудования, выработавшего свой ресурс срок службы; низкий уровень механизации труда; неудовлетворительное функционирование всей системы управления охраной труда, особенно на уровне предприятия.

Специальное оборудование для повышения безопасности труда шахтеров и противаварийной защиты горнодобывающих предприятий. Несмотря на состояние науки в целом в штате, NDIBPG KNU совместно с соисполнителями и производственниками удалось решить ряд очень важных вопросов, необходимых для производства, предложить новые технические решения в области оптимизация и повышение безопасности производственных процессов, предотвращение чрезвычайных ситуаций и пожаров на предприятиях [4-7].

Для предотвращения травм от падающих кусков горной массы и обвалов были разработаны схемы буровзрывных работ при земляных работах, применение которых уменьшает количество дефектов кровли в 1,5-1,8 раза. Данные схемы были опробованы на шахтах АО «АрселорМиттал Темиртау» и ТОО «KAZ Minerals Bozshakol».

Для повышения безопасности добычи руды было предложено взрывать ее в различных условиях, при которых коэффициент использования энергии взрыва почти удваивается, уменьшается количество кусков руды и количество скоплений. Этот метод взрывных работ был опробован при разработке исследовательских блоков на шахте АО «АрселорМиттал Темиртау» и ТОО «KAZ Minerals Bozshakol». В результате этого ДГП «Институт горного дела им. Д.А. Кунаева» проведен значительный объем работ в направлении повышения уровня механизации и безопасности труда горняков при проведении подъемных горных выработок. Были разработаны следующие конструкции, которые успешно прошли государственные приемочные испытания:

Монорельсовые туннельные системы КП-1 и КП-2 со спецификациями операций спуска и подъема от 100 до 160 м, которые одновременно обеспечивают увеличение производительности труда проходчиков в 2,5 раза представлена на рисунке 1.

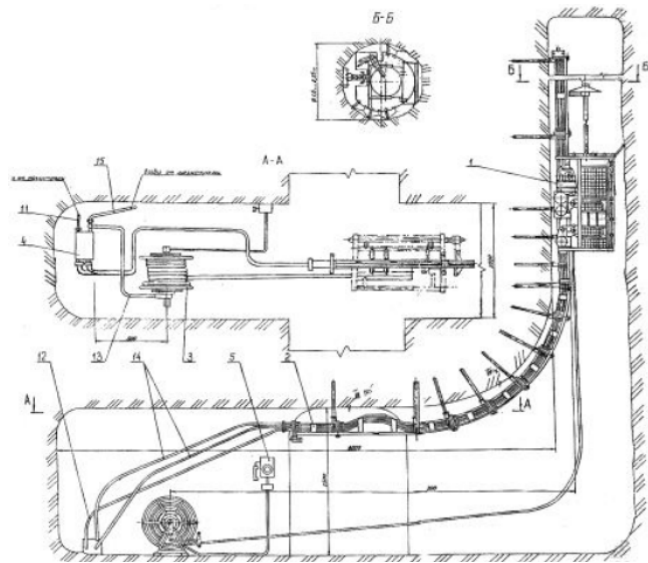


Рисунок 1 – Принципиальная схема проходки проходки поднимающихся горных выработок с использованием монорельсовых проходческих комплексов «КП-1» и «КП-2»

Принципиально нового комплекса оборудования для проходки коротких (до 20 м) подъемных проходок проходческих короткометражек различного назначения (на высоту до 20 м) поднимающихся горных выработок различного назначения (отвал породы, вентиляция, перемещение материала) «КОРВ20RVM» показана на рисунке 2.

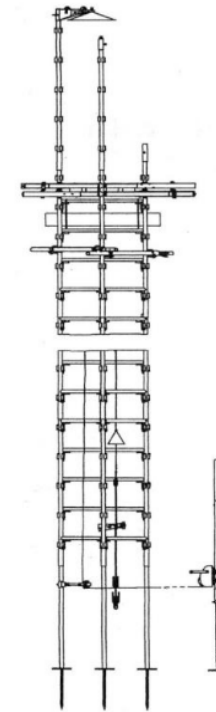


Рисунок 2 – Комплекс оборудования для перемещения в один участок коротких (на высоту до 20 м) поднимающихся горных выработок «КОПВ-20РВМ»

Нормализуют санитарно-гигиенические условия труда при буровзрывном способе добычи полезных ископаемых различного назначения, позволяют специальные средства для нейтрализации пыли и вредных газов, разработанные NDIBPG KNU:

- Эжекторный пеногенератор высокого давления EPG-2PM - для горизонтальных горных выработок;
- Универсальное устройство эжекторного типа УПА-1М – для подъема горных выработок. При анализе результатов испытаний и ходатайства большинства горнодобывающих предприятий, разрешил постоянное использование спецификаций и схем вентиляции горных выработок с использованием этого оборудования [7-10].

Для защиты органов дыхания шахтеров от непригодной для дыхания атмосферы, которая может возникнуть во время пожаров в шахтных условиях или попадания природных газов в горные выработки естественного происхождения, Институт разработал и внедрил, в дополнение к ранее разработанным камерам убежища (КАПП), стационарные и мобильные шахтерские аварийные станции подачи воздуха ПАПП-2 и ПАПП-10. С целью дальнейшего повышения эффективности и надежности действий горноспасательной бригады (ВГРС), переоснащения их современными техническими средствами и оборудованием, Разработанный план состоит из трех разделов, включающих 15 научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР).

Организация промышленного производства и массовое внедрение разработанного комплекса оборудования, средств нормализации условий труда и защиты в чрезвычайных ситуациях, а также полная реализация Плана технического прогресса VGRS значительно повысят безопасность шахтеров, эффективность и результативность горноспасательной службы, а также как уровень аварийной (в том числе пожаротушащей) защиты горнодобывающих предприятий.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Лебецки К. А., Романченко С. Б. Пылевая взрывоопасность горного производства. – М.: Горное дело, 2012. – 463 с
- 2 Груздев А. В., Осадчий А. М., Фурин В. О. Стационарные и полустационарные дробильно-перегрузочные установки УРАЛМАШЗАВОДА // Горный журнал. – 2012. – № 11. – С.70-72.
- 3 Иванов В. В., Фауль А. А., Кузнецов А. Н. Обоснование выбора технологических схем добычи щебня открытым способом с использованием передвижных дробильно-сортировочных комплексов // Записки Горного института. – 2012. – Т. 195. – С. 98-102.
- 4 Корякин Н. М. Комплекс беспроводного индивидуального оповещения об авариях на шахтах и рудниках // Глобальная безопасность. – № 1. – 2005. – С. 85-96.
- 5 Горение мелкодисперсных пылегазовоздушных смесей в горных выработках / Черданцев С. В. [и др.] // Физикотехн. проблемы разработки полезных ископаемых. – 2018. – № 2. – С. 172–180.

6 Федоров А. В., Членов А. Н., Лукьянченко А. А., Буцынская Т. А., Демехин Ф. В. Системы и технические средства раннего обнаружения пожара: монография. – М.: Академия ГПС МЧС России. 2009. – 155 с.

7 Горение мелкодисперсных пылегазовоздушных смесей в горных выработках / Черданцев С. В. [и др.] // Физикотехн. проблемы разработки полезных ископаемых. – 2018. – № 2. – С. 172–180.

8 Романченко С. Б., Девликанов М. О. Влияние дисперсного состава угольной пыли на показатели взрывоопасности // Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. – 2019. – № 2. – С. 16–23.

9 Горение мелкодисперсных пылегазовоздушных смесей в горных выработках / Черданцев С. В. [и др.] // Физикотехн. проблемы разработки полезных ископаемых. – 2018. – № 2. – С. 172–180.

10 Джигрин А. В., Исаев И. Р. Оценка последствий взрывов метана и пыли в угольных шахтах // Научно-технический сборник «Взрывное дело». – 2011. – № 106/63. – С. 219–227.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

ГАРМАШОВ В. П.
магистрант, Alikhan Bokeikhan University, г. Семей

Автоматизация процессов принятия решений в информационных системах – это важная тема в современном мире, в котором информационные технологии играют все более значимую роль в жизни людей и организаций. Использование автоматизированных систем принятия решений может привести к улучшению качества принимаемых решений, повышению эффективности работы и сокращению времени, затрачиваемого на принятие решений.

Одним из новых направлений в автоматизации процессов принятия решений является использование методов машинного обучения, которые позволяют компьютеру анализировать большие объемы данных и на их основе принимать решения. Этот подход позволяет значительно повысить точность и скорость принятия решений.

Одним из примеров применения автоматизированных систем принятия решений является использование искусственного интеллекта в медицине. Например, системы машинного обучения могут помочь врачам принимать более точные диагнозы и определять наиболее эффективные методы лечения.

Другой пример – использование автоматизированных систем принятия решений в финансовом секторе. Например, банки могут использовать такие системы для принятия решений о выдаче кредитов, определении процентных ставок и управлении рисками.

Однако использование автоматизированных систем принятия решений не лишено рисков. Например, системы машинного обучения могут давать неправильные рекомендации, если алгоритмы не были правильно обучены или если данные, на которых они основаны, не являются достаточно репрезентативными.

Кроме того, многие люди могут относиться к автоматизации процессов принятия решений со скептицизмом, опасаясь, что автоматизированные системы могут заменить работу человека. Однако, использование автоматизированных систем принятия решений не должно рассматриваться как замена человека, а скорее, как инструмент, который может помочь ему в принятии более обоснованных решений.

Одним из ключевых направлений развития информационных технологий является автоматизация процессов принятия решений в различных сферах деятельности, таких как производство, финансы, медицина, транспорт и т.д. В этом контексте, информационные системы играют важную роль в сборе, обработке и анализе больших объемов данных, которые используются для принятия решений.

Одним из наиболее перспективных подходов к автоматизации процессов принятия решений является использование методов искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения (МО). Эти методы позволяют создавать системы, которые могут самостоятельно анализировать данные, определять закономерности и строить модели прогнозирования.

К примеру, в производственной сфере, системы автоматического контроля и управления позволяют улучшить качество продукции, снизить затраты и повысить эффективность производственных процессов. В медицине, автоматизированные системы помогают в диагностике и лечении заболеваний, а также в прогнозировании и предотвращении возможных осложнений. В финансовой сфере, системы принятия решений на основе данных позволяют быстро

и точно определять риски и принимать решения о распределении инвестиций.

Однако, несмотря на значительные преимущества, автоматизация процессов принятия решений также имеет свои ограничения и недостатки. В частности, системы автоматического принятия решений могут быть неправильно настроены или использовать неполные или неточные данные, что может привести к неправильным решениям. Кроме того, такие системы не могут учитывать контекстуальные факторы и интуитивные решения, которые могут принимать люди.

Тем не менее, современные научные исследования в области автоматизации процессов принятия решений продолжают развиваться, и сегодня мы видим новые подходы к созданию автоматизированных систем, которые учитывают сложные факторы, такие как контекст, ситуационная осведомленность и интуиция.

Одним из новых направлений в области автоматизации процессов принятия решений является создание гибких и адаптивных систем, которые могут изменять свое поведение и принимать решения на основе обратной связи и изменяющихся условий. Такие системы могут быть особенно полезны в ситуациях, когда необходимо принимать решения быстро и эффективно, например, в аварийных ситуациях или в боевых условиях.

Еще одним важным направлением в области автоматизации процессов принятия решений является создание систем, которые могут объединять несколько методов и подходов для анализа данных. Например, можно использовать как статистические методы, так и методы машинного обучения для анализа больших объемов данных и принятия решений на основе полученных результатов.

В целом, автоматизация процессов принятия решений в информационных системах имеет огромный потенциал для улучшения эффективности и качества работы в различных сферах деятельности. Однако, для достижения максимальной эффективности, необходимо учитывать различные факторы, такие как контекст, интуиция и обратная связь, и создавать системы, которые могут адаптироваться к изменяющимся условиям. Более того, необходимо постоянно совершенствовать методы и подходы в области автоматизации процессов принятия решений, чтобы достичь наилучших результатов в различных сферах деятельности.

В заключение, автоматизация процессов принятия решений в информационных системах представляет собой важную

технологическую инновацию, которая может улучшить процессы принятия решений во многих отраслях. Однако, для достижения наилучших результатов необходимо правильно настроить и обучить систему, убедиться в качестве и достоверности данных, на которых она основана, и использовать автоматизацию как инструмент в дополнение к решениям, принимаемым человеком.

Новизна данной темы заключается в том, что в свете быстрого развития технологий и увеличения объемов данных, автоматизация процессов принятия решений становится все более востребованной и может привести к улучшению эффективности работы и повышению качества принимаемых решений. Однако, для того чтобы она стала полезным инструментом, необходимо правильно оценить ее возможности и ограничения, а также разработать специальные методы и алгоритмы, которые будут использоваться в конкретной ситуации.

ЛИТЕРАТУРА

1 Аль-Самави, Я. А. Задача построения эффективной информационной системы как задача многокритериальной оптимизации / Я. А. Аль-Самави // Вестник филиала Всероссийского финансово-экономического института в г. Владимире: периодическое научное издание. - Вып. 2. - Владимир: ВФ ВЗФЭИ, 2010. - с. 196-197.

2 Аль-Самави, Я. А. К вопросу обоснования методологии построения распределенных информационных систем / Я. А. Аль-Самави // Вестник филиала Всероссийского финансово-экономического института в г. Владимире: периодическое научное издание. - Вып. 2; - Владимир: ВФ ВЗФЭИ, 2007. - с. 152-156.

3 Трахтенгерц Э.А. Компьютерная поддержка принятия решений. М.: СИНТЕГ, 1998.

4 Берштейн Л.С., Карелин В.П., Целых А.Н. Модели и методы принятия решений в интегрированных интеллектуальных системах. Ростов/Д: Изд-во РГУ, 1999.

5 Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений: Учебник для студентов вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Логос, 2002.

6 Ларичев О.И. Вербальный анализ решений / Отв. ред. А.Б. Петровский. М.: Наука, 2006.

7 Саймон Г.А. Теория принятия решений в экономической теории и науке о поведении // Вехи экономической мысли. Т.1 / Под ред. В.М. Гальперина. СПб. : Экономическая школа, 1999.

8 Клейнер Г. Б. К методологии моделирования принятия решений экономическими агентами // Экономика и математические методы. 2003. Т. 39. №2.

9 Барский В. Г. У порога нового мышления / Матер. V Всероссийского научного семинара: Самоорганизация устойчивых целостностей в природе и обществе. Томск, 2001.

10 Орловский С. А. Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации. М.: Наука, 1981.

11 Петровский А. Б. Упорядочивание и классификация объектов с противоречивыми признаками // Новости искусственного интеллекта. 2003. № 4.

12 Ахрамейко А. А., Железко Б. А., Ксенович Д. В., Ксе-невич С.В. Обобщение метода анализа иерархий Саати для использования нечетко-интервальных экспертных данных // http://sedok.narod.ru/s_files/belorussia2002.htm.

13 Кузьменко О. Л. Многокритериальный выбор и принятие решений на основе экспертных знаний и нечеткого распознавания ситуаций: Дис. ... канд. техн. наук, Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2008.

ИНДУКЦИЯЛЫҚ ҚЫЗДЫРУ ПРОЦЕСТЕРІН МОДЕЛЬДЕУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

ЖАЛМАГАМБЕТОВА У. К.

кауымд. профессор, Торайғыров университеті, Павлодар қ.

ОМЕРБАЕВА Д. А.

магистрант, Торайғыров университеті, Павлодар қ.

МУКАШЕВ А. Д.

магистрант, Торайғыров университеті, Павлодар қ.

Қазіргі металлургия өнеркәсібінде алюминий корытпаларынан жасалған бұйымдарды өндіру пластикалық деформация температурасына дейін қыздырғаннан кейін қысыммен өңдеу арқылы жүзеге асырылады. Осы мақсаттарда қолданылатын индукциялық жылытқыштар басқа жылыту қондырғыларынан, ең алдымен, жоғары қыздыру жылдамдығымен және тотығу үшін металдың аз шығынымен ерекшеленеді. Таза алюминийден айырмашылығы, корытпалар физикалық сипаттамаларға ие, бұл жұмыс температурасының диапазонын тарылту қажеттілігіне әкеледі, онда металл өзінің қасиеттерін сақтайды, деформация

процесі аз энергия шығындарымен жүреді [1, 12 б.]. Көлемі бойынша ерекшеленетін дайындамаларды пайдалана отырып, әртүрлі қорытпалардан өнімдердің кең номенклатурасын шығару жағдайында индукциялық жылытқыштардың ең аз энергия шығынын немесе ең аз қыздыру уақытын қамтамасыз ететін конструкциялық және режимдік параметрлерін анықтау міндеті қызығушылық тудырады [2, 11 б.]. Жоғары электр өткізгіштік мәндері бар қорытпаларды қыздыру кезінде цилиндрлік немесе тікбұрышты дайындамалардың бұрыштарының айтарлықтай қызып кетуіне әкелетін айқын жиек әсері болады [3, 128 б.]. Индуктордың шығуындағы дайындамаларды терендетудің қатаң негіздемесі температураның қажетті таралуын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Қазіргі уақытта қыздырғыштың параметрлерін және жүйенің жұмыс режимін шамалы қателермен есептеуге болады, өйткені математикалық модельдер сипаттамалардың сызықты еместігін ескеруге, электромагниттік және жылу есептерін бірлескен тұжырымдауға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, есептеу бағдарламаларының функционалдығы арты.

Электромагниттік процестерді модельдеу үшін «көп секциялы жылытқыш – дайындама» жүйесінде ферромагниттік ортаның болмауына байланысты есептің сызықтық тұжырымы қолданылады. Магнит өрісінің кернеулігі мен индукция сияқты негізгі электромагниттік шамалар арасындағы байланысты сипаттайтын Максвелл теңдеулері [4, 143 б.] сандық шешімге көшу үшін түрлендіріледі.

Дискретті түрде қозғалатын дайындамалар жүйесіндегі жылу беру процестерінің математикалық моделі, егер футерлермен және қоршаған ортамен біріктірілген жылу алмасу болса, жалпы жағдайда сызықтық емес дифференциалдық теңдеулер жүйесі ішінара туындыларда ұсынылады. Қарастырылып отырған тапсырмада контактілі дайындамалар арасындағы жылуды тасымалдау кезінде бірқатар процестерді және «дайындама – төсеу» жүйесіндегі сәулеленудің жылу ағындарын ескеру қажет.

Жылу және электромагниттік есептерді бір уақытта шешуге болады, содан кейін байланысты немесе мультифизикалық есеп болады. Теңдеулер жүйесі бір-біріне біріктіріледі, бұл есептеу нәтижелерімен алмасуға және толыққанды сызықтық емес есепті қалыптастыруға мүмкіндік береді. Есептеу қателігі азаяды және қосымшалар арасында алмасу кезінде өңдеу қажеттілігі жоғалады, бұл бір-бірімен байланысты тапсырмаларды пайдалану кезінде болады.

Көп секциялы индукциялық жылытқыштағы электромагниттік процестерді модельдеу. Зерттелетін көп секциялы индукциялық жылытқышта алты катушкалар бар, олардың ішінде дайындамалар бар (1-сурет). Қарастырылып отырған технологиялық процесте іске қосу кезінде жылытқыш дайындамалармен жүктелуі керек. Индукторды іске қосу дайындамаларды берудің белгіленген қарқынымен бірден жүзеге асырылады. Қыздырғышты бастапқы қосқан кезде, кіреберісте орналасқаннан басқа, ондағы дайындамалар белгіленген температураға жете алмайды, сондықтан бірінші қыздыру циклінен өткеннен кейін олар басуға жарамсыз және салқындату үшін түсіріледі. Әдетте бұл бланкілер тек іске қосылған кезде қолданылады.

Белгіленген режимде белгілі бір уақыт аралығында дайындамалар бір позицияға ауысады. Соңғы дайындама индуктордан түсіріледі. Ұзындығы әртүрлі дайындамаларды қыздыру үшін зерттелетін жылытқышты пайдаланғандықтан, олардың орналасуы әрқашан бөлімдердің шекараларына сәйкес келе бермейді.

Қыздырылған дайындамалар магниттік емес, бірақ соған қарамастан меншікті кедергінің температураға тәуелділігі индуктордың ұзындығы бойынша магнит өрісінің кернеуінің таралуына бұрмалануды тудырады. Индукциялық жылытқыштың бөлімдері арасында қуатты бөлу диаграммасында сәтсіздіктерді тудыратын шағын санылаулар бар. Ең маңызды бұрмаланулар шеткі әсерлермен байланысты [5, 280 б.], бұл дайындаманың бір бөлігінің айтарлықтай қызып кетуіне әкелуі мүмкін. Қорытпаның төмен кедергісін ескере отырып, ішкі көздердің таралуын мұқият талдау және соңғы дайындаманың терендеуін түзету қажет. Қыздырғыштағы дайындамалардың орналасу схемасы 1-суретте көрсетілген.



Сурет 1 – Дайындамалары бар көп секциялы индуктор

Дайындамаларда бөлінетін қуаттың және 1,1 м-ден 0,9 м-ге дейін әр түрлі ұзындықтары үшін секциялардағы токтың бірқатар

есептеулері жүргізілді. Индуктордың жалпы ұзындығы 6,6 м-ден 5,65 м-ге дейін өзгереді. Есептеу нәтижелері 1-кестеде келтірілген.

Кесте 1 – Дайындамалардағы индуктор тогы мен қуат мәндері

$l_{и}, м$	№	1	2	3	4	5	6
	$\sigma, СМ/М$		$20 \cdot 10^6$	$17 \cdot 10^6$	$15 \cdot 10^6$	$14 \cdot 10^6$	$12 \cdot 10^6$
6,6	$P_2, кВт$	222	172	189	194	204	313
	$I'_{и}, кА$	210	210	210	210	210	210
6,35	$P_2, кВт$	200	171	189	193	200	206
	$I'_{и}, кА$	194	210	210	210	210	147
6,1	$P_2, кВт$	195	171	188	192	200	192
	$I'_{и}, кА$	192	200	200	200	200	145
5,85	$P_2, кВт$	196	171	185	191	200	198
	$I'_{и}, кА$	195	190	190	190	190	155
5,6	$P_2, кВт$	200	172	182	188	199	197
	$I'_{и}, кА$	202	180	180	180	180	161

Алынған мәндер жылу есептеулерін жүргізу кезінде қолданылады.

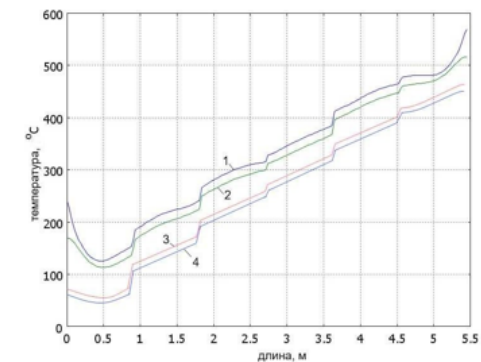
Бағдарламалық басқаруды қолдана отырып, дайындамаларды индукциялық қыздыру процесін модельдеу. Қыздырылған дайындамаларда температураны бөлуді басқару жүйесін орнату қиын. Басқарудың әртүрлі әдістерін қолдану температуралық режимге қойылатын талаптармен және энергетикалық шектеулермен анықталады. Бұл жағдайда қыздырылған дайындаманың материалының физикалық сипаттамаларының температураға тәуелділігін ескеру қажет. Жаппай дайындамаларды индукциялық қыздыруға тән процестің басқарылмауы температураның рұқсат етілген ауытқумен қажетті таралуын қамтамасыз етуге мүмкіндік беретін шаралар кешенін немесе дәстүрлі емес әдістер мен жүйелерді қолдануды қамтиды. Осы әдістердің ішінде тұрақты магнит өрісінде айналатын цилиндрлік құймаларды жылытуға арналған құрылғыны қолдануды атап өтуге болады [5]. Құйманың айналу жиілігінің өзгеруімен токтың ену тереңдігін басқару мүмкіндігі берілген сапа көрсеткіштерімен жоғары өнімділікті қамтамасыз етуге мүмкіндік беретін статикалық жиілік түрлендіргіштерін қолдана отырып, әдістемелік жылытуға қарағанда әрдайым артықшылық бере бермейді.

Мультифизикалық модельдерді қолдану параметрлердің біркелкі өзгеру теңдеулермен сипатталатын есептерді модельдеуде тиімді. D16 алюминий қорытпасынан жасалған дайындамалар

меншікті кедергіге, жылу сыйымдылығына және жылу өткізгіштік коэффициентіне температураға тегіс тәуелділікке ие, сондықтан байланысты электр жылу мәселелерін шешуде проблемалар болмайды. Диаметрі 1,08 м және ұзындығы 0,9 м болатын дайындамаларды жылытуды қамтамасыз ететін ұзындығы 1,1 м және қуаты 400 кВт болатын алты индуктордан тұратын нақты индукциялық жүйенің сипаттамаларына назар аудару параметрлерді іздеу өрісін тарылтуға мүмкіндік берді.

Модельдеу кезінде дайындамаларды индуктордан шығаруға еліктеу қарастырылған. Бұл жағдайда қыздыру өшіріледі. Сонымен қатар, дайындамалар байланыста болған кезде пайда болатын және жылу өткізгіштік коэффициентінің жоғарылауымен сипатталатын жылу байланысы, «шығарылатын» дайындама үшін шығару уақыты теріс белгісі бар терминді қосу арқылы жойылуы мүмкін ($t=7200$ с).

Нәтижесінде, дайындамаларды беру кезеңі 20 минутқа тең болған кезде, бүкіл жүктеменің ұзындығы бойынша температура диаграммалары алынды (6 дайындама), олар 2-суретте көрсетілген. Бір айналмалы индукторлардағы токтар: бірінші 200 кА, екінші-бесінші 180 кА, алтыншы 161 кА. Токтар барлық дайындамаларда бірдей қуатты қамтамасыз ету үшін таңдалды. Дайындамалардағы жылу шығару қуаты 172-ден 200 кВт-қа дейін.



Сурет 2 – Бағдарламалық жылыуды басқару кезінде жүктеудегі температура диаграммалары:

1 – $t=7200$ с кезіндегі бетте; 2 – бетінде $t=7200$ с кезіндегі бетте; 3 – $t=7200$ с осьтік сызықта; 4 – $t=7200$ с кезіндегі осьтік сызықта

Есептеу нәтижелерінен көрініп тұрғандай, жылытқыш бөлімдері арасындағы қуатты бөлуді бағдарламалық басқаруда жылытқыштан шығатын құйма радиусы бойынша температураның таралуы технология бойынша қажетті бөлуді қанағаттандырмайды.

Қыздыру аяқталған сәттегі ($t=7200$ с) және пресске берілген сәттегі үлестірулер арасындағы айырмашылық (тасымалдауды ескере отырып, жалпы уақыт) шамалы, құйманың ұзындығы мен радиусы мен бетінің температурасы бойынша температураның айырмашылығы рұқсат етілген мәндерден асады. Осылайша, қыздыру процесіне энергетикалық және технологиялық шектеулерді ескере отырып, тұрақты қыздыру режиміне шығу процесінде бағдарламалық басқаруды пайдалану құймадағы престеу технологиясы үшін қажетті температуралық үлестіруді қамтамасыз етпейді.

Әдістемелік әрекетті индукциялық қыздыру жүйесіндегі электромагниттік және жылу процестерін зерттеу негізінде температураның берілген мәндерден ауытқуына қатаң шектеулер жағдайында жылытқыштардың параметрлерін іздеу алгоритмі анықталды. Жылытқыштың әр секциясының «жүктеу – төсеу» жүйесінде өзара сәулелі жылу алмасуды ескеретін жылу процестерін есептеудің сандық модельдерін қолдану, бақылау нүктесінде температураны түзетумен басқаруды есептеудің итерациялық процедурасын қолданумен бірге есептеудің минималды қателігін алуға және рұқсат етілген ауытқулармен берілген температураның таралуына қол жеткізуге мүмкіндік берді. Опцияларды талдау кезінде табылған жылытқыш параметрлері жалпы қыздыру уақытын азайтуға мүмкіндік береді.

ӘДЕБИЕТТЕР

1 Немков В. С., Демидович В. Б., Растворова И. И., Ситько П.А. Индукционный нагрев алюминиевых заготовок: Состояние и перспективы // Электрометаллургия. – № 2. – 2013. – 12–19 бб.

2 Демидович В. Б., Растворова И. И., Чмиленко Ф. В., Григорьев Е.А., Немков В.С. Энергоэффективные индукционные нагреватели слитков из легких сплавов // Известия Российской академии наук. Энергетика. – № 5. – 2013. – 11–22 бб.

3 Зимин Л.С., Егизарян А.С. Особенности индукционного нагрева под деформацию // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Технические науки. – № 3 (47). – 2015. – 128–135 бб.

4 Данилушкин А.И., Данилушкин В.А., Животягин Д.А. Параметрический анализ и оптимальное проектирование индукционной системы по критерию максимального коэффициента полезного действия // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Технические науки. – № 3. – 2018. – 143–153 бб.

5 Немков В. С., Демидович В. Б. Теория и расчет установок индукционного нагрева. Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние. –1988. – 280 б.

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ДРОБЛЕНИЯ

ИСАБЕКОВ Ж. Б.
PhD, асоп. профессор, Торайгыров университет,
г. Павлодар
АМАНГЕЛЬДИНОВ А. К.
магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар
КАЛИЕВ Д. А.
магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар

Технологические операции включают доставку исходного материала, его очистку и предварительную сортировку, дробление в несколько этапов с сортировкой товарных фракций, требуемых по этапам дробления, складирование и транспортировку конечному потребителю. Технологические процессы дробления и сортировки относятся к наиболее ответственным процессам в технологии получения строительных материалов, но имеют недостаточную эффективность [1–4].

Для повышения эффективности технологических процессов дробления и сортировки каменных материалов требуется разработка новых методов и научных подходов к созданию автоматизированного дробильно-сортировочного производства (РПП), представляющего собой сложную многоуровневую систему.

Современные автоматизированные системы управления производством и управления технологическими процессами, которая включает в себя разнородные элементы, объединенные для достижения определенной цели посредством разветвленной взаимосвязи. Процесс обработки информации в таких

автоматизированных системах, разработки рациональных команд управления технологическим процессом для достижения цели, выбор оптимального режима функционирования всех элементов и системы осуществляется с помощью современных компьютеров с развитым математическим и программным обеспечением.

Существующие до сих пор подходы к решению задач требуют постоянного совершенствования прикладного уровня автоматизации, даже если автоматизация технологических процессов управления дробильно-сортировочным производством на этапе проектирования и адаптация к влиянию окружающей среды на изменение параметров на этапе функционирования в свою очередь требует разработки и совершенствования новых научных подходов, моделей и методов решения прикладных задач в данной области [5-7]. Эти условия определяют актуальность темы данной работы, направленной на комплексное решение научных и практических задач автоматизации технологических процессов управления дробильно-сортировочным производством.

Совокупность технологического оборудования комплекса в простейшем варианте представляет собой приточно-транспортную систему, состоящую, например, из бункера штабелера, экрана, дробильной установки и нескольких ленточных конвейеров, а в сложном варианте несколько десятков единиц оборудования, связанных в единый технологический процесс и работающих в автоматическом режиме.

Технологическая схема РПП как правило [8-11], предусматривает:

- узел загрузки исходной продукции;
- узел предварительной сортировки с формовкой крупнофракционной (обычно +60 мм) и погрузкой ее на ленточный конвейер и отдельный конус или на хранение;
- несколько узлов сортировки промежуточного продукта, возврат решетчатой фракции для повторного дробления и подача сечтатого продукта для дальнейшей обработки;
- конечный сортировочный узел с посевом подкоренного продукта в несколько фракций;
- система ленточного конвейера для транспортировки промежуточной продукции между узлами сортировки и дробления;
- система ленточных конвейеров для транспортировки и погрузки готовой продукции на склад;

– склад готовой продукции с подачей фракций на различные части погрузкой потребителю.

Выбор технологической схемы РПП зависит от вида обрабатываемого сырья, его физических характеристик, требований к качеству и назначению готовой продукции. Кроме того, технологическая схема дробильно-сортировочного завода зависит от необходимого соотношения кубовидного зерна, планируемой мощности, а также готовности владельца РПП к получению определенной части затрат на восстановление работы его рабочих органов. Типовая технологическая схема РПП представлена на рисунке 1.

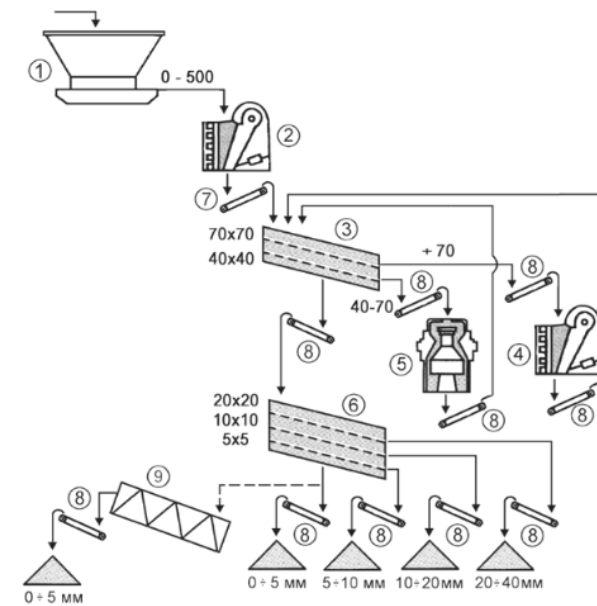


Рисунок 1 – Типовая схема РПП

1-питательная вибрация; 2-агрегат крупного дробления с дробилкой агрегаты; 3-сортировочный агрегат; 4-агрегат среднего дробления с дробилкой 2 агрегаты; 5-дробильный агрегат с дробилкой; 6-сортировочная установка; 7, 8-конвейеры

Система электроснабжения и автоматики построена по модульному принципу, обеспечивающему возможность реконструкции или модернизации производства.

Визуализация технологического процесса в процессоре обеспечивается различными способами установкой платы управления с мнемосхемным технологическим процессом (сенсорной панели оператора или компьютера в составе автоматизированного рабочего места (рабочей станции)).

Уменьшение количества материала до значения, определяемого потреблением является основным требованием процесса измельчения. Материалы, попадающие на дробление, обычно отличаются физико-механическими свойствами и, прежде всего, колебаниями состава частиц. Задача автоматического регулирования процесса дробления состоит в том, чтобы поддерживать заданное количество дробильной продукции и максимально использовать энергию, подаваемую дробильным агрегатом, за счет оптимальной загрузки, а также получать максимально возможную производительность конечной продукции и максимально использовать энергию, подаваемую дробильным агрегатом, за счет предельной загрузки дробилок, а также максимально использовать энергию, подаваемую дробильным агрегатом, при исходя из получения максимально возможной производительности. В настоящее время шлифовальные машины имеют входные отверстия размером до 3100x3300 мм такие большие детали создают пики крутящего момента сопротивления, что в конечном итоге приводит к предельному крутящему моменту двигателя. Дальнейшая перегрузка может привести к тому, что дробилка перестанет работать. Кроме того, измельчитель необходимо опорожнять вручную, что приводит к длительному увеличению производства дрель-сортировки.

Схема с уровнем является простейшей схемой управления и поддержания верхнего уровня заполнения дробильной камеры. Уровень устанавливается на неподвижной боковой стенке дробилки на высоте, равной примерно 2/3 высоты дробильной камеры. Уровень наполнения дробилки незначительно изменяется при равенстве производительности кормушки и дробилки в постоянном режиме. Кормушку останавливают или переводят на пониженную скорость подачи в случае снижения производительности дробилки. В качестве уровня может использоваться гамма-радиоактивное реле, электронный сигнализатор уровня и др. Такая система автоматического регулирования обеспечивает

безаварийную работу узла «кормушка-дробилка», надежно предотвращает и контролирует переполнение дробильной камеры при несоответствии производительности кормушки и дробилки, а также при попадании в дробильную камеру негабаритных частей материала или металлических предметов.

Существуют также, системы регулирования работы дробилки по току двигателя дробилки или мощности двигателя дробилки. Но схемы регулирования нагрузки измельчителя более приемлемы, чем схемы регулирования расхода тока или энергии по уровню нагрузки. Схемы регулирования загрузки дробилки по уровню загрузки позволяют точно определить фактическую загрузку дробилки и поддерживать ее в максимальном значении при изменяющемся качестве исходной кормушки. Наиболее перспективными являются комбинированные схемы, регулирующие производительность дробилки по нескольким параметрам.

Для повышения точности регулировки разработана система коррекции текущего значения производительности представлена на рисунке 2 в которой косвенно измеряется по мощности, потребляемой приводным двигателем выпускного конвейера. Сохранение заданной производительности дробилки достигается установкой датчиков 1Д и 2ДН. Если нагрузка приводных двигателей меньше, чем у конвейера и дробилки 5 и 1 разряда, то с помощью выходных реле датчиков 2 и 4 дается команда включения пластинчатого питателя 6 с электронной блокировкой 3. При дроблении, если нагрузка на хотя бы один из двигателей превышает значение, на котором установлены датчики, датчик выключается.

Система регулирования загрузки дробилки, показанная на рисунке 3, относится к управлению конусными дробилками и позволяет повысить точность регулировки. Система включает в себя 1 кормушку, 2 экрана, 3 дробилки, 4 подродовых конвейера, 5 конвейеров измельченных продуктов, 6 кормушек, 7 датчиков экрана продукта, 8 блоков определения соотношения, 9 блоков сравнения соотношений, 10 регуляторов, 11 датчиков уровня руды, 12 регуляторов, 13 и 14 экранов и дробилок, 15 датчиков. 20-22.

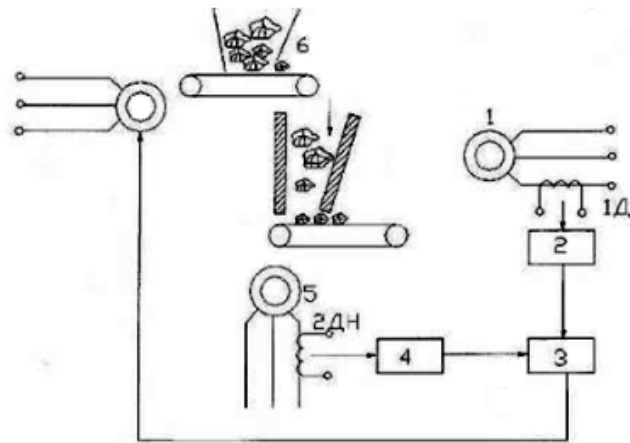


Рисунок 2 – Коррекция производительности по текущему значению система

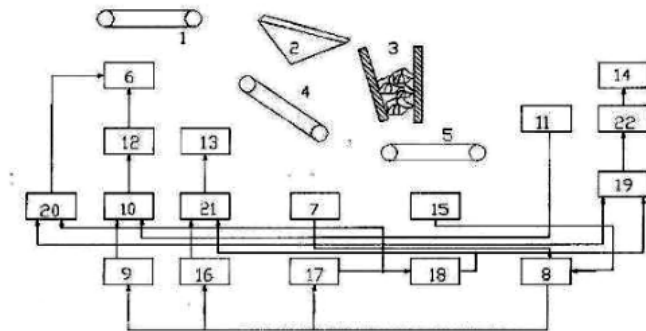


Рисунок 3 – Система загрузки дробилки

Система регулирования загрузки дробилки с дробилкой, питателем, конвейерами и молниеотводами включает блок определения соотношения; блок сравнения соотношений; датчик уровня руды в дробилке; промышленный датчик сита; регулятор и электроприводы питателя, сита и дробилки, при этом датчик производительности сита подключен к первым входам блока определения корреляции. Через блок сравнения коэффициентов выход подключается к первому входу детектора, вход которого подключается к датчику уровня руды в дробилке. Выходной сигнал

сигнала через регулятор поступает на электропривод питателя. Особенность этого в том, что для повышения точности регулировки он оснащен тремя переключателями, двумя концевыми элементами, двумя блоками задержки и рабочим датчиком дробилки. Датчик производительности дробилки подключен ко второму входу блока определения отношения, который подключен к входам выходных предельных элементов. Выход первого порогового элемента подключен к первым входам первого и второго переключателей и ко второму блоку задержки, второй ко второму входу первого переключателя и ко входу первого блока задержки. Сигнал от первого блока задержки поступает на вход второго переключателя и на второй блок задержки. Привод дробилки подключается через третий переключатель со вторым блоком задержки. Выход первого переключателя подключается к приводу питателя, а выход второго переключателя к приводу.

Вывод. Стоит отметить недостатки двух последних систем. В системе, представленной в блоке питания, используется датчик веса, что снижает надежность системы. Применение последовательной коррекции как принципа построения системы регулирования также можно отнести к недостаткам этих систем. Задача автоматического регулирования процесса дробления заключается в сохранении заданного количества конечного продукта и максимальном использовании энергии, подаваемой на дробильные установки, с оптимальной загрузкой фракций, а также максимальном использовании энергии, подаваемой на дробильные агрегаты, с оптимальной загрузкой дробилок, а также ее обработки. Возможность получения конечного продукта при максимальной загрузке дробильной камеры измельчителей является однозначной.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Абдулханова М. Ю., Колбасин А. М., Марсов В. И. Механическое оборудование предприятий стройиндустрии: учебное пособие. – М.: МАДИ, 2014. – 120 с.
- 2 Вайсберг Л. А. Проектирование и расчет вибрационных грохотов. – М.: Недра, 1986. – 145 с.
- 3 Варфоломеев В. П., Хитрецова М. В. Тенденции применения современного дробильно-сортировочного оборудования // Строительные и дорожные машины. – 2008. – № 6. – С.25–31.

4 Груздев А. В., Осадчий А. М., Фурин В. О. Стационарные и полустационарные дробильно-перегрузочные установки УРАЛМАШЗАВОДА // Горный журнал. – 2012. – № 11. – С. 70–72.

5 Иванов В. В., Фауль А. А., Кузнецов А. Н. Обоснование выбора технологических схем добычи щебня открытым способом с использованием передвижных дробильно-сортировочных комплексов // Записки Горного института. 2012. – Т. 195. – С. 98–102.

6 Козлов А. Как выбирать дробильно-сортировочное оборудование // Автомобильные дороги. – 2008. – № 6. – С. 128–129.

7 Надиров А. Г. Оценка производительности автоматизированного дробильно-сортировочного производства // Сб. научных трудов. Автоматизированные системы автотранспортного и строительного комплексов. – М.: МАДИ. – 2001. – С. 37–41.

8 Основы автоматизации машиностроительного производства: Учеб. для машиностроит. спец. вузов / Е. Р. Ковальчук, М. Г. Косов, В. Г. Митрофанов и др.; под ред. Ю. М. Соломенцева. – 2-е изд., испр. – М.: Высш. шк., 1999. – 312 с.

9 Серго Е. Е. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых. – М.: Недра, 1985. – 286с.

10 Тихонов А. Ф., Соколов А. В. Принципы формирования статистической модели дробильно-сортировочной установки. Сборник науч. Трудов МГСУ. – М.: МГСУ, 2000. – 81 с.

11 Линч А. Дж. Циклы дробления и измельчения. – М.: Недра, 1981. – 254 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ МОНИТОРИНГА СЕТЕЙ СВЯЗИ

ИСАБЕКОВА Б. Б.

к.т.н., PhD, Торайгыров университет, г. Павлодар

АЛЬЖАНОВ Т. Г.

магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар

Программное обеспечение в целях мониторинга сетей связи необходимо [1–6] для: для управления основными параметрами каналов передачи данных, взятых в аренду у оператора связи, а также оценки используемости каналов, предназначенных для различных корпоративных приложений: систем видеоконференцсвязи, удаленной групповой деятельности и т. д.

Они должны иметь большое количество протоколов, стандартов, сбора различной информации, мультипротокольной трассировки, а также корреляции между всеми перечисленными опциями [7–10].

Основные свойства программного обеспечения для телекоммуникационных сетей присущи многим системам, представленные на рисунке 1.

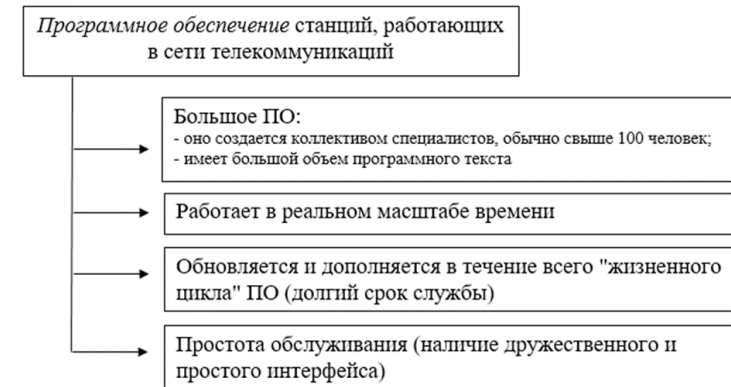


Рисунок 1 – Основные свойства ПО

С помощью этих программ администратор просматривает есть ли в IT-системе ошибки, простои, неполадки, что влекут за собой нестабильную работу, низкую продуктивность, убытки, и в конце недополученную прибыль или финансовым потерям. Технологические решения, созданные для мониторинга, оперативно оповещают обслуживающий персонал о возникновении сетевых сбоев, что позволяет предотвратить возможные проблемы.

ПО будет контролировать параметры работы каналов передачи информации, а также уровень соблюдения оператором требований, прописанных в SLA (соглашении о качестве обслуживания). Благодаря такому подходу, организация может оперативно реагировать на информацию об ухудшении качества услуг, а также контролировать доступность корпоративных IT-сервисов.

Также основными функциями систем мониторинга выступают:

- Декодирование;
- Анализ сетевых процессов;

- Уменьшение времени простоя информационных сервисов;
- Поиск причины возникновения неполадок, оповещение об аварийных ситуациях;
- Отслеживание общего состояния телекоммуникационной сети.

Технологические решения, применяемые для мониторинга сетей связи, представлены на рисунке 2.

Технологические решения, применяемые для мониторинга сетей связи		
<p>Программы open source.</p> <p>Такие продукты можно скачать и использовать бесплатно, однако они требуют точной настройки под определенные задачи, что подразумевает обслуживание квалифицированными специалистами.</p> <p>Применение программ open source оправдано в случае решения основных задач мониторинга (например, отслеживания определенного порта коммутатора) или контроля сервисов, которые не относятся к критически важным.</p>	<p>Инструменты мониторинга, входящие в состав решений, разработанных конкретным производителем.</p> <p>Данный класс подразумевает внедрение готовых систем мониторинга, разработанных производителями под собственные технические решения. Представляет собой готовые к работе профессиональные продукты, однако их функционал может быть ограничен взаимодействием только с определенным оборудованием, системами.</p>	<p>Специализированные решения NPMD уровня enterprise.</p> <p>Способны проводить глубокий анализ продуктивности сетевой инфраструктуры, анализируя процессы, происходящие в бизнес-приложениях, а также качество их работы с точки зрения взаимодействия участников</p>

Рисунок 2 – Технологические решения, применяемые для мониторинга сетей связи

Подобные решения отличают следующие функциональные возможности:

- оценка, измерение параметров качества для каждого из передающих каналов;
- контроль производительности каналов, происходящий в интерактивном режиме;
- контроль функций каналов, визуализация данных об их характеристиках;
- установка пороговых показателей для контролируемых параметров, оповещение при их превышении;
- визуализация влияния загруженности сети на разные виды сервисов;

- создание отчетов о контролируемых характеристиках, качестве услуг связи.

Организация, предоставляющая услуги связи должна иметь инструменты для управления растущей сложностью, масштабом и динамичностью инфраструктуры. Программное обеспечение должно выполнять представленные выше функциональные возможности. Должны позволять администраторам вносить изменения на сотнях или тысячах маршрутизаторов, коммутаторов, контроллеров и других сетевых устройств.

На рынке существует множество программного обеспечения с различным функционалом. Некоторые программные обеспечения выполняют только базовые функции, другие имеют дополнительные функции.

Программное обеспечение мониторинга сети повышают надежность, доступность и согласованность сетевых конфигураций и услуг. Как правило, эти решения позволяют администраторам управлять изменениями конфигурации, обновлениями микропрограммного обеспечения устройств, решать поставленные задачи, прогнозировать работу сети и т.д.

При поиске программного обеспечения в первую очередь, оно должно отвечать главному требованию «надежность», т.е. должно позволять задавать базовую линию, выполнять резервное копирование конфигураций и восстанавливать ранее сохраненные параметры настройки при неправильной настройке или сбое.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 9 лучших решений для управления сетью. [Электронный ресурс]. – URL: <https://wiki.merionet.ru/seti/72/9-luchshih-reshenij-dlya-upravleniya-setyu/> [дата обращения 13.02.2023].
- 2 27 лучших инструментов и программного обеспечения для мониторинга сети 2020 года [Электронный ресурс]. – URL: <https://heritage-offshore.com/net-admin/27-luchshih-instrumentov-i-programmogo/> [дата обращения 13.02.2023].
- 3 Система мониторинга активного сетевого оборудования федеральной сети [Электронный ресурс]. – URL: <https://habr.com/ru/post/235459/> [дата обращения 13.02.2023].
- 4 7 бесплатных программ для мониторинга сети и серверов [Электронный ресурс]. – URL: <https://networkguru.ru/monitoring-seti-setevogo-oborudovaniia-serverov/> [дата обращения 13.02.2023].

5 Контроль и мониторинг систем сетей связи серверов [Электронный ресурс]. – URL: <https://forumtech.ru/novosti-v-sfere-telekommunikaczij/monitoring-setej-svyazi> [дата обращения 13.02.2023].

6 Топ 10 лучших программ для мониторинга сети в 2022 [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.softinventive.ru/best-network-monitoring-tools> [дата обращения 13.02.2023].

7 Более 60 инструментов для мониторинга [Электронный ресурс]. – URL: <https://habr.com/ru/company/ua-hosting/blog/280578/> [дата обращения 13.02.2023].

8 Мониторинг сети [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.softportal.com/dlcategory-868-1-0-0-0.html> [дата обращения 13.02.2023].

9 Сравните лучшие программы и инструменты для мониторинга сети [Электронный ресурс]. – URL: <https://xmldatafeed.com/sravnite-luchshie-programmy-i-instrumenty-dlya-monitoringa-seti/> [дата обращения 13.02.2023].

10 PRTG Network Monitor — лучший универсальный инструмент для мониторинга сети [Электронный ресурс]. – URL: https://xmldatafeed.com/sravnite-luchshie-programmy-i-instrumenty-dlya-monitoringa-seti/#PRTG_Network_Monitor_-_lucsij_universalnyj_instrument_dla_monitoringa_seti [дата обращения 13.02.2023].

АВТОМАТТАНДЫРУ ЖӘНЕ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯ

КУЛЬМАГАНБЕТОВА Р. А.
тарих пәнінің мұғалімі, № 18 ЖОББМ, Екібастұз қ.
КУСАНОВ Н.
10 сынып оқушысы, № 18 ЖОББМ, Екібастұз қ.



Сурет 1 – Парниктік эффект: себептері, салдары, климатқа әсері және шешімдері

Баламалы энергия - бұл біздің дәуірімізге дейін басталған үлкен жаңалықтардың тарихы. Мыңдаған жылдар бойы адамдар энергияны жаңа әдіспен алу жолдарын іздеді. Табиғаттағы барлық энергия күннен келеді. Мысалы, қазба отындары көмір мұнай газ, уран, шымтезек бұл күн арқасында болған органикалық энергияның қалдықтары. Ураннан басқа қазбалар CO_2 , CH_4 , O_3 көп өндіреді, нәтижесінде антропогендік факторлар пайда болады. Озон қабаты созылады, күннің радиоактивті сәулелері тікелей өтеді, бұл жердегі температураның жоғарылауына әкеледі, мұздықтар өз кезегінде еріп, жердегі су деңгейі жоғарылайды және су жерді басып алады және тұщы су дағдарысы болады. Сондай-ақ, бұларды қалпына келтіру көп уақытты қажет етеді. Осыған байланысты қазбалар сенімді энергия көздері емес, өйткені олар қалпына келтірілгеннен гөрі жоғары жылдамдықта қолданылады.

Осы себепті адамзат баламалы энергияға ұмтылады. Қазақстанда 2021 жылы жаңартылатын энергия көздерінің жиынтық белгіленген қуаты 2010 МВт болатын 134 объектісі орнатылды. Жаңартылатын ресурстардың ең көп таралған мысалдары – жел, күн сәулесі, толқындар, геотермалдық энергия және биомасса. КЭС, ГеоТЭС, биоэнергетика, желэнергетикасы олар энергияны

салдарсыз өндіруге мүмкіндік береді, біз әр түрге толығырақ тоқталамыз.

Кесте 1 – Жаңартылатын энергия көздерін дамыту (2018-2022)

жыл	2018	2019	2020	2021	2022
объект	67	90	115	134	152
қуаты	531МВт	1050,1МВт	1634,7МВт	2010МВт	2 388МВт

Күн электр станциясы - күн радиациясын электр энергиясына айналдыруға қызмет ететін инженерлік құрылым. Күн радиациясын түрлендіру әдістері әртүрлі және электр станциясының құрылысына байланысты. Қазіргі күн электр станцияларының жұмыс принципі айналар арқылы шоғырланған күн энергиясын жинауға және күн энергиясын жинап, оны жылуға айналдыратын қабылдағыштарға күн сәулесінің шағылысуына негізделген. Бұл жылу энергиясын генераторды басқаратын бу турбинасы немесе жылу қозғалтқышы арқылы электр энергиясын өндіру үшін пайдалануға болады.

Күннен электр энергиясын алу бүкіл әлемде бұрыннан қолданылып келеді. Қазіргі уақытта ғалымдардың басты міндеті - олардың тиімділігін мүмкіндігінше арттыру үшін қолда бар технологияларды жетілдіру қажеттілігі.

Геотермалдық электр станциясы 1904 жылы Италиялық Пьеро Джинори Конти Италияда мол табиғи геотермалдық көздерден жұмыс істейтін алғашқы генераторды іске қосты. Осылайша әлемдегі алғашқы геотермалдық электр станциясы пайда болды. Геотермалдық станциялардың жұмысы Екібастұз ГРЭС-1, ГРЭС-2 жұмысына ұқсас, су қызады және турбиналарды іске қосады, бірақ бұл әдіс қазбаларды пайдаланбауға қабілетті. Белгілі бір тереңдіктегі су 150-200 градусқа дейін қызады және бу түрінде көтеріледі, турбиналарды, содан кейін генераторды да іске қосады. Бу шығару үшін планетаның табиғи жылуын пайдалану – бұл геотермалдық энергия.



Сурет 2 – Геотермалдық электр станциясы

Планетаның кейбір жерлерінде, тектоникалық ақаулар мен вулкандық белсенділік аймақтарында ұқсас температураға жету үшін 0.5 км-ден 3 км-ге дейін қазу жеткілікті. Мысалы, ең үлкен геотермиялық градиент $0,15^{\circ}\text{C}/\text{м}$ Орегон штатында (АҚШ) белгіленді, оған сәйкес геотермиялық саты- $6,67 \text{ м} / ^{\circ}\text{C}$. Ең кіші геотермиялық градиент – $0,0057^{\circ}\text{C}/\text{М}$ Трансваалда (ОАР) тіркелген, оған $172,7 \text{ м}/^{\circ}\text{C}$ геотермиялық саты сәйкес келеді.

Биоэнергетика биологиялық отыннан энергия алу деп аталады. Мұндай отын әртүрлі болуы мүмкін: ағаш туындылары, сабан, қабық, шымтезек, қағаз брикеттері, сондай-ақ биогаз және сұйық биологиялық отын. Қазіргі уақытта биоэнергетика белсенді дамып келеді, өйткені бұл сала энергияның әртүрлі түрлерін (жылу және электрлік) өндіру үшін баламалы ресурстарды пайдаланады. Биологиялық қалдықтардан биоотынның әртүрлі түрлерін өндіруге ерекше назар аударылады: үгінділер, сабан, қауыз, қабық, қауыз, көң және т.б.

Дегенмен, өнеркәсіптік биоотын өндірісі азық-түлікті немесе егістік алқаптарын арнайы дақылдармен қамтамасыз етуді қажет етеді, бұл да азық-түлік өндірісінің үлесін азайтады немесе ормандардың жойылуына әкеледі.

Жел энергиясының көпшілігі биіктігі 20 қабатты ғимараттай болатын және ұзындығы 60 метр үш қалақшасы бар турбиналардан келеді. Жел лопастьтерды айналдырады, олар электр энергиясын өндіретін генераторға қосылған білікті айналдырады.

Жел электр станцияларында ондаған, кейде жүздеген турбиналар бар, олар әсіресе желді жерлерде біріктірілген. Аулада орнатылған кішігірім турбиналар бір үйге немесе шағын бизнеске

жеткілікті электр қуатын өндіре алады. Жел ауаны немесе суды ластанбайтын жаңартылатын энергияның таза көзі болып табылады.



Сурет 3 – Қазақстанда заманауи жел электр стансалары

Ал жел тегін болғандықтан, турбина орнатылғаннан кейін ағымдағы шығындар нөлге тең болады. Кемшіліктерге жергілікті тұрғындардың жел турбиналары ұсынсыз және шулы деген шағымдары жатады. Жел де құбылмалы: ол соқпаса, электр қуаты өндірілмейді. Баяу айналатын лопастан құстарды да өлтіруі мүмкін, бірақ көліктер, электр желілері және биік ғимараттар сияқты емес.

Энергияны Үнемдеу «Seeo2energy» шетел компаниясы қалдық көмірқышқыл газын қайтадан отынға немесе пайдалы химиялық элементтерге айналдырумен айналысады. Көмірқышқыл газы, энергия Seeo2energy катализаторымен айналысады, осыдан отын мен оттегі шығады.

Теңіз толқындарының энергиясы орасан зор, теңізбен шекарадағы елдер үшін шетел «Eco Wave Power» компаниясы ЖЭК-ты арттыруға жақсы инновациялық идеяны іске асырды. Толқындарда шын мәнінде көп энергия бар, бірақ бұл энергия өте төмен потенциалды, сондықтан ешкім бұл энергиямен жұмыс істеуге кіріспейді. Толқындар сұйықтықты баллонға айдайды. Сұйықтық қысым астында бола отырып, шағын электр станциясының роторын айналдыру үшін қолданылады.

Қорытындылай келе, адам ұзақ уақыт бойы табиғатқа зиянын тигізді және әлі де тигізеді және жердің қорларын сарқылуына әкелуі әбден мүмкін. Бірақ, бұл мәселені шешуге болады, тек жер тұрғындарының ортақ күші - жігерімен. Бұл мәселе әлемнің барлық дамыған және көптеген дамушы елдерінде жаһандық деңгейде

қарастырылады және жер бетіндегі адамзат өмірін жақсарту және ұзарту бойынша әлі де көптеген қызықты және перспективты идеялар бар. Бұл жер мен өркениет үшін күреске Қазақстан да белсенді қатысады. Жерімізді сақтайық.

ӘДЕБИЕТТЕР

1 Виссарионов В. И., Дерюгина Г. В., Кузнецова В. А., Малинин Н. К. «Солнечная энергетика: Учебное пособие для ВУЗ-ов»/ Под ред. Виссарионова В. И. : Издательский дом МЭИ, 2013 г. 313–317 б.

2 «Күн- жер байланысы». С. Тұяқбаев, Б.А. Кронгард, В.И. Кем. 2010ж. 48–53 б.

3 Краснок А Е, Максимов И С, Денисюк А И, Белов П А, Мирошниченко А Е, Симовский К Р, Кившарь Ю СОптические наноантенны // Успехи физических наук. — 2013. — Т. 183, № 6. –561–589 б.

4 Байерс Т. 20 «Конструкций с солнечными элементами»/ Мир, 2013ж. 132-139 б.

АВТОМАТИЗАЦИЯ СВАРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

ЛЕБЕДЬ В. С.

студент, группа ТЭС-2521, второй курс,
Аксуский колледж черной металлургии, г. Аксу

ХАЛИЛОВА Е. В.

мастер производственного обучения,
Аксуский колледж черной металлургии, г. Аксу

Сварка является самым распространенным способом получения неразъемных соединений. Развитие сварочного производства всегда будет актуальным направлением в машиностроении. Но при этом сварочное производство является одним из вредных производств. Поэтому при решении вопросов охраны труда и техники безопасности регулярно возникает вопрос об уменьшении воздействия вредного воздействия паров газа и излучения сварочной дуги, электромагнитного излучения от тока высокого напряжения на органы человека.

Повышение производительности изготовления и качества выпускаемой продукции является одной из важнейших задач получения эффективного производства. Помимо этого в последнее

время все более широкое применение находят технологии, позволяющие снизить влияние человека на процесс изготовления.

Механизация и автоматизация является важнейшим средством повышения производительности труда, улучшения качества и условий труда в сварочном производстве. Комплексно-механизированные установки, станки и линии внедрены во многие отрасли промышленности для изготовления разнообразных сварных узлов и конструкций. Наиболее перспективной и постоянно развивающимся направлением является применение робототехники в сварочном производстве [4, с. 8].

Робот используется в качестве носителя сварочных клещей для контактной сварки в автомобильной промышленности. Перед работой в запоминающее устройство робота вводится программа его действия. Для этого опытный сварщик на первом узле последовательно перемещает инструмент от одного рабочего положения к другому, вводя координаты каждой из этих точек в запоминающее устройство нажатием кнопки «Память». Если на пути между соседними свариваемыми точками оказывается препятствие, например элементы зажимного приспособления, то в память робота вводят координаты дополнительных точек, определяющих траекторию движения инструмента в обход препятствия. Выполнение программы начинается после того, как собираемый или свариваемый узел займет требуемое исходное положение и сигнал об этом поступит в запоминающее устройство, после чего робот в соответствии с заложенной программой производит необходимые действия.

В некоторых исследованиях обосновывается необходимость внедрения промышленных роботов для улучшения условий производства, рентабельность которого не превышает 20%. На рисунке 1 представлена статистика использования роботов.

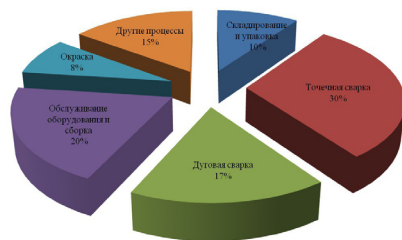


Рисунок 1 – Статистические данные

Основные задачи, которые преследует роботизация — это вывод человека из сварочной зоны, полная автоматизация производства, а значит и повышение производительности в несколько раз.

В качестве автоматизации в сварочном производстве применяются автоматические линии с использованием механических рук. В этом случае увеличивается точность сварки.

Полностью автоматизированные системы для выполнения сварочных работ с возможностью программирования принято называть сварочными роботами.

Преимущества роботов для сварки:

- Безупречное качество сварки;
- Разные виды швов;
- Абсолютная точность и согласованность;
- Экономия и низкие эксплуатационные расходы;
- Гибкость;
- Возможность точной настройки всех операций.

Роботизированная сварочная система использует в методе производства применение роботов-манипуляторов, рабочий цикл которых программируется и задается отдельно.

Преимуществом таких систем является высокое качество шва и большая выработка.



Рисунок 2 – Автоматизированный участок сварки

Техническая характеристика дуги сварочного робота позволяет производить сварочные работы дугой до нескольких миллиметров, что дает возможность прокладывать шов толщиной не более 3-4 миллиметров. Также на прокладку шва не влияет геометрия и

позиция захвата заготовки, так как практически все роботы работают с заготовкой на зажимах, и возможное отклонение не может превышать 2 %, при этом также возможна ручная корректировка изделия в зажимах. Это в конечном итоге существенно повышает качество заготовок, которые не попадают в зажим.

Основная дополнительная оснастка робота должна обеспечивать прочное крепление заготовки к подающему суппорту.

Для регулировки пространственного положения заготовки и робота сварщика можно использовать только зажимные приспособления гидравлического устройства с возможностью регулировки силы нажатия.

Сварка автоматизированная с применением роботов дает отличные результаты качества, но при этом к заготовке предъявляются ряд требований – заготовка должна быть исполнена с перечнем особых требований, например, для листового металла исключаются все виды предварительной резки, кроме лазерной.

Применение роботизированного сварочного комплекса отличается дополнительными повышенными требованиями к калибровке и настройке оборудования.

Для калибровки выделяют три последовательных этапа:

- калибровка внешних осей движения робота-манипулятора;
- координация движений инструмента;
- координация окружения.

Первые два пункта калибровки являются строго обязательными, их исполнение обязательно, как правило, производится сразу же после монтажа и включения.

Предварительная калибровка по параметрам умолчания производится на заводе-изготовителе.

Калибровка инструмента позволяет наладить взаимодействие сварочных портов и заготовки вплоть до расстояния в доли миллиметра, это очень важно для ракетостроения и военной промышленности.

Устройство управления с помощью интерфейса можно перепрограммировать, исходя из целей и задач, которые нужно выполнить манипулятором. Манипулятор робота-сварщика способен выполнять также и некоторые двигательные и управленческие действия, которые в целом напоминают действия человека-сварщика.

Для выбора метода роботизированной сварки должны быть серьезные предпосылки, основа которых — серьезное

промышленное производство сборки. Для реализации сварочных работ автоматами существуют виды сварки:

- электрическая дуговая сварка в защитной газовой среде плавким и неплавящимся электродом;
- сварка электрической дугой под слоем флюса или шлака;
- сварка пламенем плазменной фактуры;
- сварка лазером;
- комбинированный гибридный вид сварки с применением деформирующих вальцов;
- промышленные роботы для точечной сварки.

Рассмотрим примеры применения сварочных роботов, которые показывают многообразие их технологических возможностей и тенденции развития, обеспечивающие эффективное использование современной промышленной робототехники в сварочном производстве.

Комплексы роботизированной сварки чаще всего монтируются в цехах автоматической сборки с соблюдением конструктивных нюансов и возможных технологических требований:

- вокруг робота должна быть охранный зона не менее полутора метров;
- должен быть слот для установки дополнительного оборудования, например сушилки для воздуха, когда необходима подача сухого воздуха (сварка микросхем или сплавов);
- подвижные фрагменты конструкции робота должны быть закрыты кожухами.

Сварочный робот в промышленном производстве – это не отдельный инструмент или устройство, а целый комплекс устройств, объединенный логичной системой управления – интерфейсом. Как правило, сварочная оснастка и предметы производства перемещаются перед манипулятором, который в автоматическом режиме производит все требуемые действия по сварке. Это обеспечивает непрерывность процессу работы робота-сварщика и позволяет выполнять огромное число производственных операций без качественных потерь [1, с. 68].

Все указанные проблемы внедрения комплексных роботизированных постов для дуговой сварки последовательно учтены изготовителями сварочных роботов. В состав современного роботизированного комплексного поста входят:

- шарнирно-рычажный робот со шкафом и пультом управления, а также программирующим устройством;

- периферийное оборудование для установки и перемещения заготовок;

- сварочная оснастка, состоящая из источника сварочного тока, механизма подачи проволоки и неохлаждаемой или водоохлаждаемой горелки для сварки в защитном газе.

С помощью программирующего устройства горелку перемещают от точки к точке, а данные о координатах точек вводят в память системы управления нажатием на соответствующие кнопки программирующего устройства. Для каждого шага задают свою скорость позиционирования или сварки, для сварочных движений выбирают соответствующую комбинацию параметров режима. Периферийное оборудование для перемещения деталей во время процесса сварки для принятия сварочным швам удобного пространственного положения тоже программируется. Ошибочный ввод данных можно скорректировать или ввести дополнительные данные.

Экономические преимущества применения роботизированной сварки:

- экономия рабочих площадей и высвобождение рабочих, которые могут быть использованы в другом производстве, более выгодном в материальном и социальном отношении;

- увеличение выпуска продукции в единицу времени, что является следствием повышения производительности в результате лучшего использования технически обоснованной эффективной мощности оборудования;

- повышение загрузки по времени основного производственного фонда, а тем самым улучшение коэффициента его использования;

- повышение качества продукции и связанное с этим уменьшение брака и объема работ по его исправлению;

- сокращение длительности производственного цикла изготовления деталей благодаря уменьшению вспомогательного времени и повышению непрерывности технологического процесса, что ведет к уменьшению оборотных средств.

Сварочные роботы позволяют автоматически создавать металлические конструкции любой сложности: от велосипедной рамы до целого моста. Разнообразие моделей и возможность написать любое ПО для них способствуют тонкой кастомизации устройств под самые сложные проекты. Роботы позволяют сэкономить на рабочей силе и времени производства.

Экологоэргономические преимущества, достигаемые благодаря применению робототехники:

- исключение человека из процессов, характеризующихся воздействием агрессивных сред, высоких температур и других факторов, отрицательно влияющих на здоровье;

- замена деятельности человека в процессах, значительную долю которых составляет монотонный и утомляющий труд;

- освобождение человека от работ, при которых он должен перемещать тяжелые грузы или проходить большие расстояния;

- независимость человека от такта производства;

- исключение несчастных случаев.

Механизация и автоматизация сварки открывают большие перспективы в развитии сварочного производства.

ЛИТЕРАТУРА

1 Климов, А. С. Роботизированные технологические комплексы и автоматические линии в сварке [Электронный ресурс] / А. С. Климов, Н. Е. Машнин. – Москва : Лань, 2011. – 240 с. : рис. - Библиогр.: с. 230. - ISBN 978-5-8114-1154-2

2 Климов, А. С. Современные роботы в машиностроении : учеб. пособие / А. С. Климов,

3 Бойченко, О. В., Схиртладзе, А. Г. — Тольятти : ТГУ, 2005. — 132 с.

4 Гитлевич А. Д. Механизация и автоматизация сварочного производства / А. Д. Гитлевич, Л. А. Этингер. — М. : Машиностроение, 1979. – 280 с.

5 Козырев, Ю.Г. Применение промышленных роботов: учебное пособие. - М. : КНОРУС, 2013. – 488с.

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА СИЛОВЫХ КАБЕЛЕЙ

МЕХТИЕВ А. Д.

к.т.н., асс. профессор, Казахский агротехнический университет
имени С. Сейфуллина, г. Астана

КАЗАМБАЕВ И. М.

PhD, Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина,
г. Астана

КИРИЧЕНКО Л. Н.

PhD, Казахский агротехнический университет
имени С. Сейфуллина, г. Астана

Современные системы мониторинга в основном в качестве измерительного органа используют виброакустические, ультразвуковые датчики [1], [2]. В целях контроля целостности силовых кабелей могут быть использованы датчики напряжения и тока, а именно измерительные трансформаторы [3]. Однако, наиболее широкое применение получили системы мониторинга с применением волоконно-оптических датчиков (ВОД). Причем, в зависимости от метода и условий измерения можно определять не только местоположение неисправности, но и прогнозировать нарушение целостности изоляции.

Например, в решение [4] для измерения механического напряжения по интенсивности Рэлеевского излучения используется ВОД с прямым когерентным обнаружением методом оптической рефлектометрии во временном диапазоне. Причем, оптический сигнал, проходящий в волокне, генерируется импульсным лазером с определенной частотой. Выбор ширины импульса определяет точность измерений механического напряжения и места повреждения. Следовательно, при разработке ВОД необходимо учитывать данный фактор, поскольку длина силового кабеля, линии электропередач (ЛЭП) может быть различной.

Конструктивно датчик устанавливается вдоль рассматриваемого участка под экраном. Затем подготовленный кабель подвергается внешнему воздействию, сгенерированному в лаборатории.

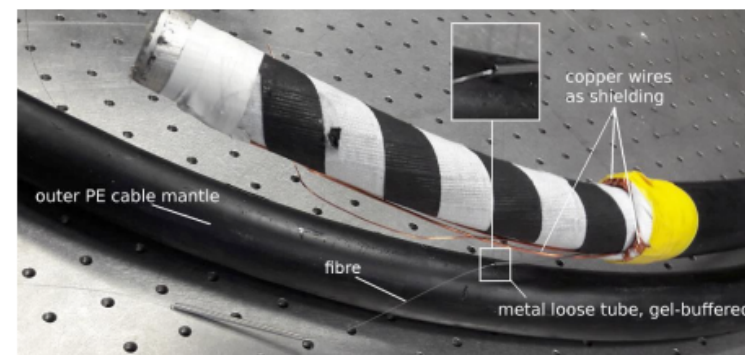


Рисунок 1 – Расположение оптического волокна
в экране кабеля [4]

В результате система была установлена под водой для сбора дальнейшей информации.

Предложенное решение является имеет хорошую чувствительность для определения места повреждения подводного кабеля, однако представляемая информация сложна для восприятия. При этом, конструктивно датчик слишком сложен и стоимость компонентов достаточно высока.

Альтернативным решением является применение нового метода с использованием камеры. Данное решение было представлено в [5], в котором предлагалась система мониторинга состояния конструкции шахт. Система мониторинга выполнена из источника излучения 1, генерирующего оптический сигнал с длиной волны 650 нм и мощностью 20 мВт (рис. 2). Свет, проходя через оптический сплиттер 2, распространяется в двух оптических одномодовых волокнах. Причем, первое является измерительным и устанавливается непосредственно по контролируемому источнику. Второе волокно используется для устранения помех и обеспечения когерентности падающего света. Измерение выполняется при оказании воздействия прессом 4, вследствие чего изменяются свойства световой волны, что изменяет картину светового пятна, падающего на фотоматрицу 5, сигнал с которой затем обрабатывается персональным компьютером 6. Для обеспечения упругости оптического волокна используется мягкая подкладка 7.

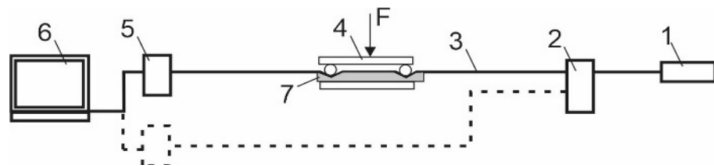


Рисунок 2 – Структурная схема системы мониторинга [5]

В результате оказываемого воздействия световой луч, падающий на фотоматрицу, изменяет свою форму, что приводит к изменению количества пикселей (рис. 3). Вследствие наличия помех в схеме питания, генерировались пульсации напряжения и, следовательно, лазер колебался.

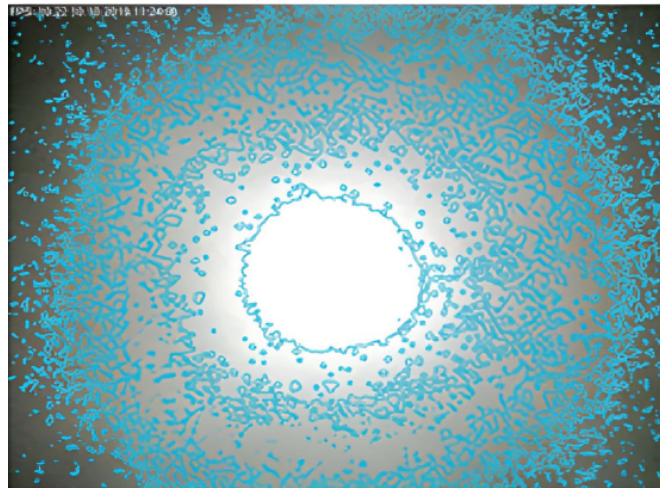


Рисунок 3 – Изображение светового пятна [5]

По вышеупомянутым причинам, при использовании данного подхода необходимо применение интеллектуальной системы, способной различать помехи от полезного сигнала. Таким образом, цветовой спектр изображения становится черным и белым, причем белым отмечены пиксели, изображения потерь в оболочке оптического волокна, а черным – пиксели ядра (рис. 4). Анализируя количества пикселей, система измеряет длину трещины (рис. 5).



Рисунок 4 – Преобразованное изображение светового пятна [5]

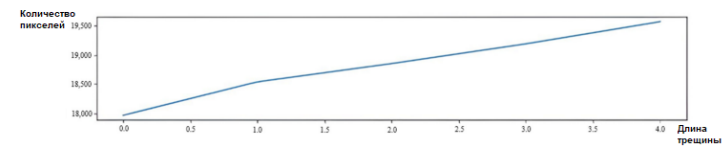


Рисунок 5 – Зависимость длины трещины от количества пикселей

Система мониторинга способна с высокой точностью определять размеры трещины, однако при увеличении длины рассматриваемого участка помехи становятся сильнее вследствие внешних воздействий температуры, вибрации, вызванные движением, работой техники или человека. По данной причине необходима система, способная различать шум от полезного сигнала.

На основе проведенных исследований, а также потребности в системе мониторинга силовых кабелей была разработана интеллектуальная система контроля механического воздействия. Конструктивно в структурную схему был внедрен стабилизатор напряжения и тока (Ф), устраняющие пульсации в цепи постоянного тока, генерируемого источником питания (ИП) (рис. 6). Затем лазер проходит через оптический разветвитель (ОР) в четыре физических канала, подключенных к оптическим волокнам (ОВ), по которым свет через ОР поступает на поверхность фотоматрицы (ФМ). Сигнал

с ФМ поступают на устройство предварительной обработки (УПО), которое структурирует данные для дальнейших вычислений. Затем данные поступают на устройство согласования (УС), выполняющее определение на какой канал было оказано воздействие.

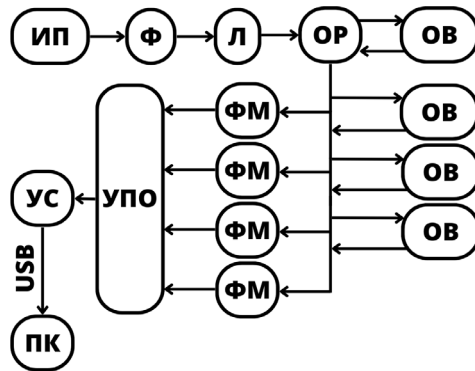


Рисунок 6 – Структурная схема системы мониторинга

ЛИТЕРАТУРА

1 Bolshakova A. V., Boronakhin A. M., Klionsky D. M., Larionov D. Y., Tkachenko A. N., Shalymov R. V. Railway Track Diagnostics by Combined Kinematic and Vibroacoustic Analysis// 2022 International Conference on Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies (IT&QM&IS), Saint Petersburg, Russian Federation, 2022, pp. 188-192 [на англ. яз.].

2 Shih J. -L., Kobayashi M., Jen C. -K. Flexible ultrasonic transducers for structural health monitoring of pipes at high temperatures // 2009 IEEE International Ultrasonics Symposium, Rome, Italy, 2009, pp. 681-684 [на англ. яз.].

3 Yablokov A., Filatova G., Timofeev A. Research of Methods for Fault Location Determination Using Signals from Digital Current and Voltage Transformers // 2018 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM), Moscow, Russia, 2018, pp. 1-5 [на англ. яз.].

4 Hicke K., Krebber K. Towards efficient real-time submarine power cable monitoring using distributed fibre optic acoustic sensors // 2017 25th Optical Fiber Sensors Conference (OFS), Jeju, Korea (South), 2017, pp. 1-4 [на англ. яз.].

5 Yugay, V.; Mekhtiyev, A.; Madi, P.; Neshina, Y.; Alkina, A.; Gazizov, F.; Afanaseva, O.; Ilyashenko, S. Fiber-Optic System for Monitoring Pressure Changes on Mine Support Elements // Sensors 2022, 22, 1735, 21 p [на англ. яз.].

МОДЕРНИЗАЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ДОБЫЧИ СОЛИ

ТУРСЫН М. М.

магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар

В данной статье рассматривается модернизация автоматизированной системы процесса добычи соли.

Образование соляных месторождений происходило на протяжении миллионов лет, а история добычи соли насчитывает уже порядка 7 тысячелетий. Первые сведения о том, что люди занимаются соляным промыслом относятся к V в. до н.э. Во время археологических раскопок в Австрии были обнаружены соляные копи, где минерал добывали уже в бронзовом веке. На протяжении долгого времени добыча соли была нелегким трудом и до начала XX века осуществлялась вручную: лопаты, кирки и тачки были единственными орудиями производства.

Бассейновый способ используется для добычи самосадочной соли, образующейся в воде морей и озер. По сути этот способ был подсказан людям самой природой. Суть его проста: в лиманах, которые отделяются от моря песчаными косами или дюнами, в сухую и жаркую погоду осаждается соль, которую можно собирать и отправлять на обработку. Нехитрый процесс солеотложения позволил искусственно воспроизводить его, для чего в экологически чистых прибрежных зонах строились бассейны, сообщавшиеся с морем и друг с другом. В результате воздействия солнца и ветра, соль естественным образом выпаривалась и оставалась на дне бассейна. Технология добычи морской соли не меняется веками и позволяет сохранить природный состав продукта.

Твердая соль, расположенная в недра нашей планеты, образует настоящие горы, основание которых уходит вглубь на 5–8 км, а вершины часто выступают над земной поверхностью в виде соляных куполов. Их образование происходит в результате воздействия на каменную солевую массу междупластового давления и температуры.

Становясь пластичным, соляной монолит медленно продвигается вверх, к поверхности земли, где и ведется добыча каменной соли. Если её залежи располагаются на глубине от 100 до 600 метров, то добыча ведется шахтным способом.

Процесс добычи соли шахтным методом не зависит от времени года и ведется непрерывно. Подсчитано, что таким способом добывается более 60 % всей соли в мире. Эффективность эксплуатации отработанных солевых месторождений повышается за счет того, что отработанные камеры часто используют для размещения отходов промышленных предприятий. Среди недостатков стоит отметить высокую вероятность обвала соляной шахты и её возможное затопление, что приводит к серьезным экологическим и экономическим потерям.

Метод подземного растворения солей (ПРС) через буровые скважины с поверхности получил широкое распространение в бывшем СССР и за рубежом, особенно при разработке каменно-соляных месторождений. В настоящее время на территории бывшего СССР метод применяют 15 рассолодобывающих предприятий, строится и проектируется еще несколько рассолопромыслов. Общая глубина разработки увеличилась с 200 м (Ново-Карфагенский рассолопромысел) до 1700 м (Волгоградский и Зиминский рассолопромыслы). Проведен значительный комплекс опытно-промышленных работ по внедрению метода ПРС на Карлюкском калийном месторождении в Туркмении, ведется опытная добыча бишофита подземным растворением на глубинах до 2500 м на Волгоградском в России, Новоподольском и Полтавском месторождениях на Украине.

Метод ПРС нашел широкое применение при разработке соляных месторождений за рубежом - в США, Германии, Польше, Румынии, Китае, Болгарии, Канаде и многих других странах. Вместе с тем невозможность визуального слежения за технологическим процессом, значительные глубины разработки и сложности геологического строения ряда месторождений ограничивают масштабы применения ПРС. К тому же кажущаяся простота выполнения технологических приемов ПРС и часто невнимание к строительству скважин для этих целей приводили к негативным последствиям и снижали достоинства метода.

Основным объектом технологии ПРС является рассольная скважина -капитальная горная выработка, в которой подача агента растворения и отбор получаемого продукта осуществляются по

стволу, содержащему две свободновисящие колонны («труба в трубе»), а добыча полезного ископаемого растворением производится в подземной камере, расположенной в разрабатываемом пласте.

Актуальность темы. Метод подземного растворения солей через буровые скважины с поверхности земли начал промышленно применяться с

60-ых годов XX века и получил широкое распространение во всем мире. Данная технология является одной из самых «молодых» и интенсивно развивается – применяется при обработке практически всех типов месторождений: по форме залегания – пластовые, купольные; пласты от средней мощности (2-5 м) до весьма мощных (более 500 м); по глубине залегания (от 100 м до 3000 м). Камеры растворения в отложениях каменной соли могут быть использованы в качестве резервуаров для хранения углеводородов, или для захоронения различных типов отходов (химическая промышленность, атомная энергетика и др.), причем назначение данных объектов после обработки планируется на стадии проектирования предприятия и предписывается (регулируется) законодательством. Основными особенностями камер растворения являются: значительная глубина заложения, большой объем и сложная форма контура камер. Обеспечение длительной устойчивости таких резервуаров в соляных отложениях при их строительстве и эксплуатации осложняется реологическими свойствами соли и величинами действующих в приконтурном массиве' на рассматриваемых глубинах напряжений.

Основной особенностью месторождений купольного типа является незначительное распространение их по площади и значительные размеры относительно однородного, геологически выдержанного рудного тела в глубину. Например, площадь Илецкого соляного купола, представляющего собой в плане форму эллипса на глубине 100 м составляет 2 км², а на глубине 2,6 км по геофизическим данным площадь составляет 24 км² (при этом запасы месторождения составляют более 3 млрд. тонн). Огромные ресурсы месторождений купольного типа в настоящее время используются недостаточно эффективно, так как при обработке их запасов шахтным способом даже на незначительных глубинах максимальный коэффициент извлечения составляет 0,25 (по системе разработки). Это свидетельствует о перспективности обработки таких месторождений технологией подземного растворения, позволяющей достигнуть величин коэффициента извлечения до

0,4 (по системе разработки) при глубинах разработки, превышающих несколько километров.

Высокая аварийность (по фактору затопления) предприятий, отрабатывающих галургические месторождения (около половины данных предприятий затапливается не закончив отработку месторождения в запроектированном контуре) свидетельствует о недостаточной научной обоснованности проектных решений (рудник № 1, отрабатывавший Илецкое месторождение стихийно затоплен в 70-ые годы, 1986 год - затоплен крупнейший калийный рудник отрабатывающий Верхнекамское месторождение, конец 90 годов XX века — затоплены два рудника в Саскечеване, Канада и др.). Сложные, требующие решения, проблемы, при шахтном способе отработки солей, в том числе и на месторождениях купольного типа и незначительные коэффициенты извлечения (до 0,4) даже на незначительных глубинах свидетельствуют о перспективности отработки таких месторождений ПРС-технологией, позволяющей достигать извлечения 0,4 при глубинах разработки превышающих несколько километров.

Невозможность визуального наблюдения за технологическим процессом растворения, сложности геологического строения ряда месторождений, значительные глубины разработки вызывают необходимость совершенствования методов прогноза геомеханических и технологических параметров камер и процессов растворения каменных солей на стадиях строительства, эксплуатации и вторичного использования камер растворения, особенно на месторождениях купольного типа, для которых методики расчёта рациональных параметров технологии ПРС недостаточно обоснованы.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Авершин С. Г. Сдвигение горных пород при подземных разработках. М., Углетехиздат, 1947.
- 2 Айзаксон Э. Давление горных пород в шахтах. М., Недра, 1961.
- 3 Арене В. Ж. Геотехнологические методы добычи полезных ископаемых. М., Недра, 1975.
- 4 Арене В. Ж., Белов В. И., Зыков В. А. Разработка месторождений каменной и калийной солей методом подземного выщелачивания. М., 1969.
- 5 Березин Ф. И. Определение объема и формы камеры выщелачивания в гидроврубных скважинах. Тр. Донецкого политехи, института, т. 61, 1962.
- 6 Березин Ф. И., Ривный В. С. Перевод рассолопромысла на метод добычи рассола скважинами с гидроврубом. Химическая промышленность, № 2, 1960.
- 7 Бобко П. С. Подземное выщелачивание каменной соли. Химическая промышленность, № 2, 1952.
- 8 Бобко П. С. Методы подземного выщелачивания соляных залежей. Тр. ВНИИГ, вып. 56, Л., Недра, 1972.
- 9 Бобко П. С., Васильев Г. А., Дзенс-Литовский А. И., Гидрогеология соляных месторождений и вопросы подземного выщелачивания соляных залежей. Тр. ВНИИГ, вып. 53, Л., Недра, 1967.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ПЕРЕЕЗДЕ

УАХИТОВА Е. И.

учитель физики, Балалар шығармашылық үйі, Майкаинская средняя общеобразовательная школа № 2, п. Майкаин
ЗЕЙНОЛЛА Н., ШАЙЗАДА А.
ученики 10 класса, Балалар шығармашылық үйі, Майкаинская средняя общеобразовательная школа № 2, п. Майкаин

Автоматизированная система – Железнодорожный переезд
Из средств массовой информации мы постоянно слышим об авариях на железнодорожном переезде, во промышленных разрезах и фабриках. Поэтому мы решили создать автоматизированную систему безопасного движения, в данных местах столкновениях.

Звуковые сигналы служат для обеспечения скорости движения, а также для организации движения поездов и маневровых работ.

И днем, и ночью их значение остается неизменным. Под автоматикой и телемеханикой понимается область техники, обеспечивающая управление и контроль производственных процессов. Железнодорожная автоматика и телемеханика способствуют повышению производительности труда и пропускной способности, обеспечению безопасности движения поездов, повышению условий и культуры труда железнодорожников, совершенствованию способов обслуживания пассажиров. Эти устройства позволяют эффективно применять полный комплекс технических устройств железнодорожного транспорта, обладая высокими показателями эксплуатационной, технической и экономической эффективности. На железнодорожном транспорте широко применяются автоматизация и телемеханизация производственных процессов, прежде всего процессов управления движением поездов [2, с. 28].

На диаграмме видно как увеличилось число аварий, что является последствием жизнедеятельности человека. (диаграмма 1)

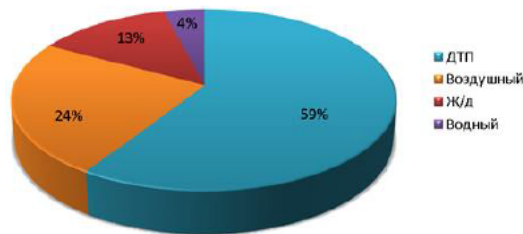


Рисунок 1 – виды аварий

Наша задача – разработка автоматизированной системой управления, с помощью сигналов и датчиков. Которое будет служить:

1) Защита и предотвращение аварий, с помощью автоматизированной системы.

2) Создание наглядного и действующего макета

Преимущество:

а) Легкость в сборке

б) Использование в любой местности

в) Использование в любой период года

Принцип работы автоматизированная система

Железнодорожный переезд

Приборы и датчики, их характеристики

Ультразвуковой датчик расстояния – модуль HC-SR04 использует акустическое излучение для определения расстояния до объекта. Этот датчик приближения обеспечивает высокую точность и стабильность измерений. Диапазон измерения: от 2 см до 400 см: показания датчика не подвержены влиянию солнечного излучения и электромагнитных помех. Модуль продается в комплекте с передатчиком и приемником [4, с.78].

С помощью макетной платы ультразвуковой датчик и радиомодуль подключаются к микроконтроллеру Arduino, который отправляет сигнал в систему приема информации.

Система приема информации: Радиомодуль подключен к микроконтроллеру Arduino, который принимает сигнал, реле и световой сигнал и загорается. Алгоритм работы системы:

Система приема сигнала проверяет наличие сигнала, если сигнал есть, включает световой сигнал, а затем повторяет алгоритм [2, с. 30].

Arduino – это электронный конструктор и удобная платформа для новичков и профессионалов для быстрой разработки электронных устройств. Платформа известна во всем мире своим удобством и простотой языка программирования, а также своей открытой архитектурой и программным кодом. Устройство можно использовать через USB без программирования.

Arduino позволяет компьютеру находиться за пределами виртуального мира и взаимодействовать с ним. Устройства на базе Arduino могут получать информацию об окружающей среде с помощью различных датчиков, а также управлять разными приводами. Встроенный микроконтроллер программируется с использованием языка Arduino (скрученный с языка проводов) и среды разработки Arduino (на основе среды обработки). Конструкции устройств на основе Arduino могут работать независимо или взаимодействовать с компьютерным программным обеспечением (например, Flash, Processing, MaxMSP) [4, с. 94].

Программное обеспечение Arduino для удаленного датчика

1. Поместите переменные с портами датчиков в начало программы.

```
int echoGolova_1 = 5; // Переменная для порта датчика ECHO
int trigGolova_1 = 3; // Переменная для порта датчика TRIG
2. Введите переменную для начала.
intdis; // переменная для измерения расстояния [4, с.105].
```

Таблица 1 – Список датчиков

					
Световая лена	Ардуино Уно	«Мама-мама» «Папа-папа» провода	Радиомодуль тор	Датчик сигнала, пьезомодуль	Датчик влажности

Дизайн макета. Подключение датчиков

Наша система состоит из датчиков, (рисунок 1) С приближением автомобиля срабатывает ультразвуковой датчик движение и включается автоматическое освещение, яркость регулируется. Так же имеется сигнальный звук, благодаря датчику пьезомодуль. [5, с.321].



Рисунок 1 – макет переезда

Проект в настоящее время актуален и может использоваться в работе. Все сенсоры и оборудование можно приобрести и использовать дешевле. Ультразвуковой сенсор работает при остановке автомобиля. Далее включается сигнал.

Сформулированные задачи проекта решены:

1. На железнодорожных путях создана автоматизированная система предупреждения аварий.

2. Система была испытана подвижным поездом на поддельной железной дороге.

Перспективы проекта:

1. Разработка промышленного дизайна для эксплуатации на конкретных железных дорогах.

2. Распространение системы во всем мире зависит от доступности и понимания системы.

ЛИТЕРАТУРА

1 Взрослая книга для школьников / под ред. А. Мейани; Пер.: Э. Мотылева. – М.: Росман-Пресс, 2007. – 260 с.

2 Мокров Е.А. Встроенные датчики. Статус разработки и производства. Направления развития, объемы рынка // Датчики и системы. – 2000. – № 1. – С. 28–30.

3 Чарльз Платт - BHV-Петербург Электроника для начинающих 2012 – 123с

4 UlliSommer - программирование микроконтроллеров ArduinoFreeduino 2012

5 Федоров И.М., «Сколько этажей в интеллектуальном здании?». – М.: Юрайт-Издат, 2007. – 321 с.

ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ЗАДАНИЯ КООРДИНАТ ПРИ ПРОГРАММИРОВАНИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ-МАНИПУЛЯТОРОВ

ЯРОСЛАВЦЕВ М. В.
к.т.н., Торайгыров университет, г. Павлодар

Применение промышленных роботов-манипуляторов является эффективным способом повышения экономичности, производительности и качества на современных производствах. Основными преимуществами роботов являются низкая стоимость эксплуатации, высокая точность и повторяемость движений, что позволяет сократить переменные затраты на выпуск продукции при повышении её качества.

Свыше 70 % эксплуатируемых в мире и странах СНГ промышленных роботов применяются для решения двух классов задач: перемещения предметов (что включает как упаковку, паллетизацию, так и сборочные операции) и электродуговой, реже

контактной сварки. При этом на большом количестве предприятий внедряют сварочных роботов, так как автоматизация сварочных операций, для которых требуются рабочие высокой квалификации, даёт наибольший экономический эффект.

Основной причиной сравнительно малого количества внедряемых роботов являются высокие начальные затраты, складывающиеся как из стоимости приобретения оборудования, так и стоимости пусконаладочных работ. Сложность переналадки роботов, требующая больших затрат времени квалифицированных инженеров-программистов, не только повышает стоимость запуска робототехнических комплексов в эксплуатацию, но и значительно ограничивает область их применения, не позволяя применять роботы в мелкосерийном производстве.

Траектории современных промышленных роботов задаются множеством точек в трехмерном пространстве. При выполнении программы робот перемещает инструмент по соединяющей точки ломаной линии, учитывая заданные программой скорость движения и радиус сопряжения отрезков ломаной. Как правило, для задания траектории необходимо в ручном режиме выставить робот в каждую из точек, например, в начале и конце каждого отрезка сварного шва, а также в положения отхода на безопасное расстояние. Выполнение этих операций требует большого количества времени, поскольку в режиме ручного управления необходимо поочередно перемещать рабочий инструмент по каждой из координат, а точная установка инструмента требует снижения скорости перемещения до 1 мм/с и менее.

Применение традиционных для станков с ЧПУ САМ-систем для программирования роботов решает проблему лишь частично, поскольку совмещение систем координат робота и детали, достаточно точное для позиционирования инструмента без корректировки траектории, представляет значительную сложность. Определенную трудность представляет также задание углов поворота рабочего инструмента в промежуточных точках, необходимых для сопряжения траекторий при их проектировании в САМ-системе.

В ряде работ предложены подходы к облегчению процесса программирования роботов [1-4]. Решение указанной проблемы возможно двумя принципиальными способами. С одной стороны, требуется разработка средств указания координат непосредственно в ячейке робота по фактическому положению установленной в

кондукторе детали. С другой стороны, требуется применение средств обратной связи для автоматического уточнения приближенно заданных координат.

Бесконтактное определение координат при помощи серийно выпускаемого промышленного оборудования, как показано ниже, имеет недостаточную точность. Большинство способов автоматической коррекции координат зависят от взаимного расположения инструмента и детали. Поскольку оба подхода имеют свои недостатки, наиболее эффективно совместное использование обоих методов.

Для указания координат точек, задающих траекторию перемещения манипулятора, предлагается создать специальный прибор-указатель, имеющий форму инструмента робота (например, сварочной горелки либо схвата) либо его части, удобной для перемещения рукой оператора. При программировании роботов предлагаемый инструмент применяется следующим образом.

Для задания траектории движения робота оператор поочередно устанавливает инструмент в задающие её точки. В каждой из точек каким-либо способом автоматически выполняется определение положения указателя в декартовых координатах и угла его поворота в углах Эйлера (рисунок 1). Далее измеренные координаты точек передается на компьютер, где преобразуются в формат программы робота выбранной модели. Такой способ создания программ позволит значительно ускорить самую трудоемкую часть операций, которую невозможно выполнить дистанционно, вне роботизированного комплекса.

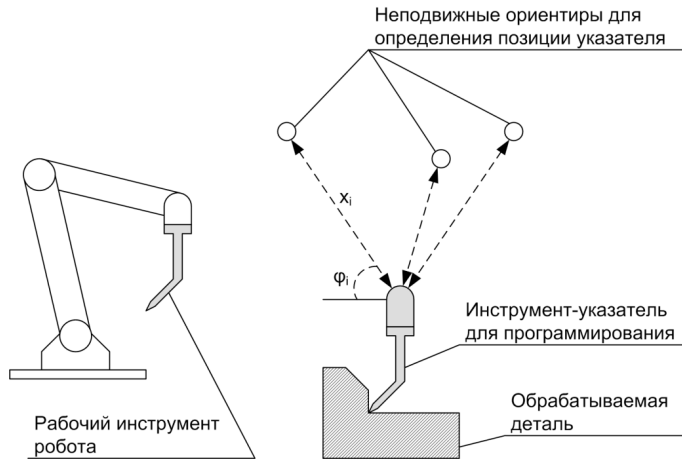


Рисунок 1 – Определение координат инструмента при его взаимодействии со стационарным оборудованием вне пределов ячейки робота

Способ определения положения указателя должен обладать высокими точностью, быстродействием и помехозащищенностью. Поскольку большинство шестиосевых промышленных роботов имеют радиус досягаемости 0,7...4 м и повторяемость траектории 0,05...0,2 мм, для предлагаемого инструмента желательнее обеспечить измерение координат с погрешностью не более 0,1 мм в диапазоне расстояний 500-5000 мм. Для определения позиции необходимо бесконтактное измерение расстояния до ориентиров, что возможно выполнить с использованием следующих основных способов:

- Применение ультразвукового дальномера;
- Применение лазерного дальномера;
- Обработка изображений фото- либо видеокамеры;
- Использование лазерного трехмерного сканера (лидара).

Недостатком, усложняющим применение дальномеров (первые два способа) является их способность определять расстояние до предметов только в направлении оси прибора. Чтобы получить возможность определять расстояние и, следовательно, координаты перемещающегося в пространстве инструмента, требуется использование механизма, обеспечивающего вращение дальномера по двум осям. Необходимость в таком приводе не только повышает габариты и стоимость устройства при снижении надежности его

работы, но и приводит к потребности точного определения угла. Тем не менее, подобная задача может быть решена в случае применения сервопривода с редуктором, имеющим высокое передаточное отношение для обеспечения точного позиционирования.

При габаритном размере отражателя 10 мм и расстоянии до него 4000 мм потребуются монтаж дальномера на приводе с угловой точностью позиционирования 0,14 градуса. При этом возможность повышения точности определения позиции инструмента будет ограничена габаритами отражателя.

Характерная для промышленных лидаров ошибка определения координат и размеров предметов также составляет до 10-20 мм [5], что является достаточным для задач навигации автомобиля либо промышленного мобильного робота. В то же время, применение лидаров в переносном инструменте затруднено их габаритами, а также сравнительно большим временем, необходимым для полного сканирования окружающего пространства. Это не только увеличивает длительность работ, но и приводит к дополнительному снижению точности измерений по причине возможного смещения инструмента за время сканирования пространства лидаром.

Одним из наиболее перспективных для решения поставленной задачи приборов является лидар ADTF3175 [6], обладающий неподвижной матрицей-фотоприемником, что позволяет отказаться от подвижных деталей в конструкции. Однако его разрешение составляет всего 1024 x 1024 точки при поле обзора 75 x 75 градусов, случайной ошибки после усреднения результатов 6 мм и разброс значений между отдельными измерениями до 15 мм.

Быстрым, наиболее дешевым и простым в реализации подходом может являться определение положения инструмента при помощи установленной на нем камеры с круговым обзором. Для этого за пределами рабочей зоны потребуется установить некоторое количество стационарных меток, например, в виде QR-кодов, координаты которых определяются заранее в процессе калибровки инструмента. По положению меток на изображениях, полученных при помощи камеры, могут быть определены положение и угол поворота инструмента. Основным недостатком является недостаточное разрешение современных угловых камер.

Для определения требований к минимально достаточному разрешению камер необходимо определить, на какую величину dh сместится изображение камеры при смещении инструмента на величину dx , соответствующую желаемому предельному

отклонению в позиционировании инструмента (рисунок 2). Например, при $dx = 0,1$ мм и расстоянии от инструмента до неподвижных ориентиров $L = 4000$ мм поле зрения h камеры с углом обзора $\alpha = 45^\circ$ составит 1,5 м.

Считая, что смещение dx соответствует одной точке изображения, можно оценить минимальное достаточное угловое разрешение камеры в 2000 точек на угловой градус. В то же время, серийно выпускаемая панорамная камера высокого разрешения Panono [7] имеет разрешение около 45 точек на угловой градус, что соответствует точности измерения положения инструмента dx около 5 мм.

При применении любого из способов позиционирования инструмента повышение точности определения его положения можно достигнуть путем использования автоматического уточнения положений роботом, например, путем использования обратной связи по касанию предмета. Недостатками этого подхода являются необходимость оборудования робота датчиком касания и повышенные затраты времени на коррекцию каждой из точек траектории. Наибольшую сложность представляет определение направлений, в которых допустим поиск детали без опасности столкновения с ней. Для деталей сложной формы это может быть выполнено только оператором – программистом путем указания направления поиска детали при помощи того же инструмента.

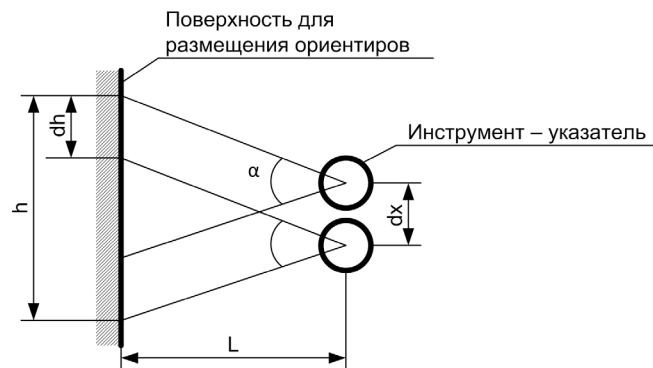


Рисунок 2 – Оценка необходимого разрешения камеры на инструменте

Несмотря на ряд перечисленных проблем, современный уровень развития техники позволяет создание инструментов, значительно упрощающих программирование промышленных роботов-манипуляторов. Их применение позволит значительно расширить спектр производимых с их помощью товаров и повысить производительность труда на ряде производств. Автором предложен принцип действия такого инструмента и обосновано применение камеры с круговым обзором в качестве прибора для определения координат и угла поворота инструмента. Выполнена оценка минимально достаточного разрешения камер. Показано, что стандартные промышленные датчики позволяют выполнить определение координат инструмента с погрешностью порядка 5 мм, в то время как разработка программ для роботизированной сварки и укладки деталей требует повышения точности указания координат на порядок. Предложены направления совершенствования технологии определения координат. Дальнейшими задачами являются разработка алгоритма определения координат по снимкам панорамной камеры, а также разработка методов калибровки инструмента при заранее неизвестных точных координатах расположения ориентиров на основе координат точки центра рабочего инструмента промышленного робота.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Stipancic T., Jerbic B., Bucevic A., Curkovic P. Programming an industrial robot by demonstration // Proc. of 23rd DAAAM International Symposium on Intelligent Manufacturing and Automation. 2012. Vol. 1. P. 15-18. [на англ. яз.].
- 2 Myers D. R., Pritchard M. J., Brown M. D. J. Automated programming of an industrial robot through teach-by showing // Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation. 2001. Vol. 4. P. 4078 - 4083. DOI: 10.1109/ROBOT.2001.933255. [на англ. яз.].
- 3 Lentini G., Grioli G., Catalano M., Bicchi A. Robot Programming without Coding. // Proc. of 2020 IEEE International Conference on Robotics and Automation. 2020. P. 7576-7582. DOI: 10.1109/ICRA40945.2020.9196904. [на англ. яз.].
- 4 Tsarouchi P., Athanasatos A., Makris S., Chatzigeorgiou X., Chryssolouris G. High Level Robot Programming Using Body and Hand Gestures. // Procedia CIRP. 2016. vol. 55. P. 1-5. DOI: 10.1016/j.procir.2016.09.020. [на англ. яз.].

5 2-D LIDAR Sensor OMD8000-R2100-R2-2V15 [Электронный ресурс]. – URL: https://www.pepperl-fuchs.com/global/en/classid_53.htm?view=productdetails&prodid=62235 [на англ. яз.] [дата обращения 15.02.2023]

6 ADTF3175 Datasheet and product info [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.analog.com/en/products/adtf3175.html> [на англ. яз.] [дата обращения 15.02.2023]

7 The product information: the 360 degree camera [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.panono.com/en/hardware/index.html> [на англ. яз.] [дата обращения 15.02.2023]

3 Секция. Электр энергиясын өндіру және тарату 3 Секция. Производство и распределение электрической энергии

ВИДЫ И КЛАССИФИКАЦИЯ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

АЙКИМБАЕВА Д. Д.
преподаватель специальных дисциплин,
Строительно-технический колледж, г. Астана
УРУНБАЕВА Б. Т.
преподаватель физики, Павлодарский
машиностроительный колледж, г. Павлодар

В наше время энергосбережение является одной из актуальнейших проблем человечества. Это связано с дефицитом основных энергоресурсов [7, с. 31], возрастающей стоимостью их добычи, а также с глобальными экологическими проблемами.

Экономия энергии разных видов – это прежде всего её эффективное использование за счёт применения тех или иных мер административного или научно-технического характера. Такие меры должны быть оправданы с точки зрения экологической и социальной безопасности, не менять привычного уклада жизни общества. Данное определение было сформулировано на Международной энергетической конференции (МИРЭК) ООН [8, с. 34].

Потери в электрических сетях всегда были, есть и будут, но очень важно, чтобы при этом не было превышения экономически оправданного уровня и чтобы они были как можно меньше. При этом необходим определенный баланс между стоимостью оборудования, качеством и ценой электрической сети с одной стороны и минимальными потерями с другой. Потери по сути есть разница между отпущенной с электростанции энергией и энергией, дошедшей до потребителя.

Потери можно классифицировать по следующей классификации:

Технические потери электроэнергии [5, с. 45], обусловленные физическими процессами в проводниках, трансформаторах и иных устройствах генерирования, распределения и потребления электроэнергии.

Активная мощность – это скорость превращения электрической энергии в другие виды энергии – например, тепловую и электромагнитную, но именно ту часть, которая не возвращается в источник. Активная мощность характеризует

необратимый (безвозвратный) расход энергии электрического тока. Необратимый расход энергии (активная мощность) может уйти как на потери (нагрев проводов, обмоток трансформаторов и т.д.), так и на пользу: полезный нагрев, преобразование в другие виды энергии (совершение работы), излучение радиопередатчика и т.д. К потерям относится та часть электроэнергии, которая идёт на нагрев проводников, обмоток трансформаторов и генераторов [3, с. 65], сердечников трансформаторов и генераторов и т.д., то есть та часть, которая не нужна потребителям и не используется по назначению.

Реактивные потери [4, с. 98]. Реактивная мощность - это мощность, которой обмениваются между собой нагрузка и источник электроэнергии. Энергия реактивной мощности сначала накапливается, а затем высвобождается в виде магнитного поля или электрического поля в случае в конденсаторе или индуктивности. Реактивная мощность определяется по формуле 1:

$$Q = U I \sin\theta$$

Формула 1 – Определение реактивной мощности

При этом она может быть как положительной, так и отрицательной. Единицей реактивной мощности является вольт-ампер реактивный (вар): 1 вар = 1 В x 1 А. Потери реактивной мощности бывают активными и реактивными. Реактивные потери линий электропередач обусловлены прежде всего индуктивностью проводов и емкостными токами на землю и между проводами. Сама по себе реактивная мощность не вызывает расхода активной мощности, но емкостные токи увеличивают нагрузку на сеть, а следовательно, увеличивают активные потери. Аналогично – индуктивность проводов. Падение напряжения на индуктивности провода при токе приводит к уменьшению напряжения у потребителей, а это значит, что снижается потребляемая мощность при неизменной генерируемой мощности и неизменном токе. К обоим типам потерь (активным и реактивным) можно отнести потери, связанные с несинусоидальностью потребляемого тока [8, с 34]. Наличие высших гармоник в потребляемом токе приводит не только к уменьшению коэффициента мощности, но и к увеличению падения напряжения на индуктивности и активном сопротивлении проводов и трансформаторов, а также к увеличению

емкостных токов между проводами ЛЭП и между проводом и землей [1, с. 48].

Расход электроэнергии на собственные нужды, который необходим для работы разнообразного оборудования ЛЭП, подстанций, систем коммутации, а также жизнедеятельности обслуживающего персонала. К нему относятся освещение производственных помещений, их вентиляция и кондиционирование, обогрев, энергия, идущая на обслуживание различных неэлектрических коммуникаций – лифтов, эскалаторов, подъёмных кранов, насосов, компрессоров, аппаратуры связи [2, с. 15].

Инструментальные потери. Они прежде всего определяются режимными факторами работы измерительных приборов и иного оборудования. К ним относятся потери от частого включения электродвигателей, использование устаревших приборов без корректоров коэффициента мощности, холостая работа силовых установок (в особенности трансформаторов и электродвигателей) и многое другое.

Коммерческие потери обусловлены прежде всего несоответствием показаний счётчика реальным платам за электроэнергию, неверными расчётами.

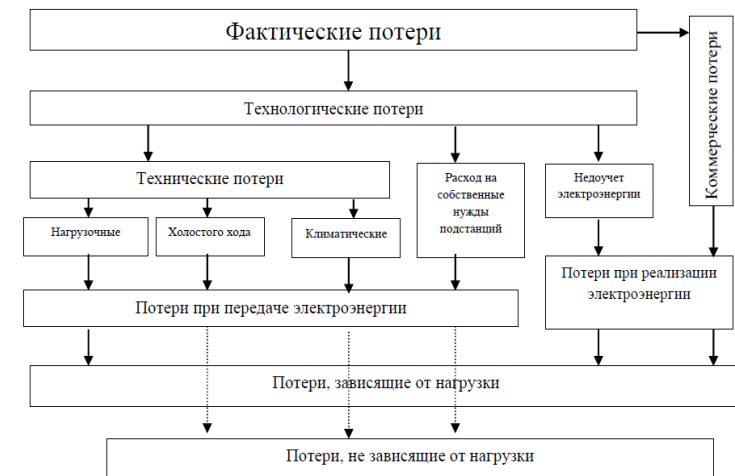


Рисунок 1 – Структура потерь электроэнергии

В таблице 1 показаны проведённые авторами исследования, которые показывают изменение потерь в сторону уменьшения путём

применения трансформаторов с аморфной сталью; на рисунке 1 они показаны как «Технические потери холостого хода» и «Технические потери нагрузочные».

Таблица 1 – Изменение потерь в сторону уменьшения путём применения трансформаторов с аморфной сталью

Тип трансформатора	Мощность пропускаемая		Фактические потери XX		Расчётные данные		Результаты измерений	
	ВВ	НН	МВт·ч	%	КЗ	XX	КЗ	
	МВт·ч	МВт·ч			кВт	кВт	кВт	кВт
Трансформатор с обычным сердечником	1,26	1,24	0,28	2,2	1,24	7,62	1,26	7,61
Трансформатор с сердечником из аморфной стали	1,26	1,25	0,13	1,0	0,26	6,56	0,27	6,52

В результате применения нового типа электротехнической стали снизились абсолютные потери электроэнергии. Общая относительная экономия в год составила 1,2 %.

ЛИТЕРАТУРА

1 Бобков А., Шуин В. А. Расчёт ёмкостного тока замыкания на «землю» в сети с изолированной нейтралью. – М., НТФ «Энергопрогресс», – 36 с.

2 Воронницкий В. Э., Заслонов С. В., Калинкина М. А., Паринов И. А., Туркина О. В. Методы и средства расчета, анализа и снижения потерь электрической энергии при ее передаче по электрическим сетям. – М., ДиалогЭлектро, 2006, – 42 с.

3 Жежеленко И. В. Реактивная мощность в системах электроснабжения : учебное пособие для вузов / И. В. Жежеленко, Ю. Л. Саенко ; ММИ. - К. : УМК ВО, 2011. – 108 с.

4 Железко Ю.С. Потери электроэнергии. Реактивная мощность. Качество электроэнергии. – М., ЭНАС, 2016, – 457 с.

5 Киш Л.. Нагрев и охлаждение трансформаторов. Под редакцией Г. Е. Тарле, перевод с венгерского М. А. Бики, – М., Энергия, –134 с.

6 Материалы Международной энергетической выставки Enlit Europe 2021. Милан, Италия.

7 Ушаков В. Я. Основные проблемы энергетики и возможные способы их решения. Издание ТПУ. Доклад на пленарном заседании конференции «Энергосберегающие технологии» 28–30 июня 2011 г.

8 Широков О. Г., Алферова Т. В., Алферов А. А., Прусаков С. Л. Оценка потерь электрической энергии, вызванных несинусоидальными режимами, при расчете небалансов системных подстанций 10 кВ. Вестник ГГТУ им. П. О. Сухого № 1. 2015, №81, УДК 621.311. –10 с.

РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЮ И ПРИМЕНЕНИЕ ИХ НА ПРЕДПРИЯТИИ

АҚТАНОВА Д. Қ.

заместитель директора по учебной работе,
Строительно-технический колледж, г. Астана

БУДАНОВА Г. Е.

заместитель директора по учебно-методической работе,
Строительно-технический колледж, г. Астана

АЙКИМБАЕВА Д. Д.

преподаватель специальных дисциплин,
Строительно-технический колледж, г. Астана

Для разработки методов энергосбережения в качестве объекта исследования было выбрано предприятие Аксуская ГРЭС, а также отдельные трансформаторы, подстанции и участки ЛЭП. Естественно, такие мероприятия могут быть распространены на любое предприятие и быть полезны любым специалистам и целым службам, занимающимся энергоснабжением.

Данный объект является предприятием, генерирующем мощность, круглосуточного и круглогодичного цикла.

Производство электроэнергии, как известно, нельзя остановить, поскольку все производственные операции являются частями единого технологического процесса. Прежде всего, рассматривая вопросы электроснабжения данной ГРЭС, следует обязательно ответить на вопрос: соответствуют ли мощности потребителей мощности сети, распределяющей электроэнергию. Причинами повышенного потребления энергии являются следующие:

Устаревшее электрооборудование с высоким потреблением мощности, в особенности освещение с помощью ламп накаливания.

Несимметрия потребления электроэнергии по фазам.

Устаревшее оборудование распределения электроэнергии.

Отсутствие надлежащего контроля за расходом электроэнергии.

Неправильно составленный график работы, при котором требуются большие затраты на освещение и иные потребности производства.

Неоптимальные загрузки производственных мощностей, при которой пиковая нагрузка на распределительную сеть заметно превышает среднее за сутки значение.

Несовершенство технологических процессов (например, отсутствие автоматизированного управления), требующих повышенного расхода электроэнергии.

Таким образом, приходим к необходимости провести определенные мероприятия в данной системе, учитывая климатические и режимные факторы.

Установка выключателей нагрузки перед вводами силовых трансформаторов.

Как известно, силовые трансформаторы потребляют мощность, даже будучи ненагруженными. Потери связаны: 1) с потерями в сердечнике при подаче на обмотки входного напряжения, 2) с потерями в обмотках при прохождении тока холостого хода. Так, например, трансформатор ТМЗ-2500/10(6)/0,4, которые применяются на нашем предприятии, потребляет без всякой нагрузки активную мощность около 3,8 кВт и к тому же имеет ток намагничивания, равный 0,5-0,6 А по фазе. Таким образом, существует необходимость выключать трансформаторы в случае их низкой загрузки. В таблице 1 отражены измерения потерь в зависимости от числа параллельно включенных трансформаторов и мощности нагрузки. Коэффициент загрузки равен 0,9. В таблице измерена полная мощность нагрузки по одной фазе.

Таблица 1 – Полная мощность нагрузки по одной фазе

Режим	Мощность нагрузки по фазе, кВА	Мощность активная в обмотках трансформаторов, кВт	Мощность активная в сердечниках трансформаторов, кВт	Потери в проводах, Вт/м
Режим половинной нагрузки, включено два трансформатора	2265	34,1	8,5	17,8

Режим половинной нагрузки, включен один трансформатор	2256	68,7	3,34	18,1
Режим малой нагрузки, включено два трансформатора	1026	6,75	7,38	3,56
Режим малой нагрузки, включен один трансформатор	1023	13,1	3,45	3,5
Режим минимальной нагрузки, включено два трансформатора	520	1,8	7,62	0,95
Режим минимальной нагрузки, включен один трансформатор	518	3,22	3,6	0,92

Из таблицы 1 следует, что выключать лишний трансформатор следует тогда, когда нагрузка становится менее 20 % в нашем конкретном случае. На других предприятиях подобные вопросы решаются с учётом конкретных режимных и климатических факторов. Например, в случае жаркого климата увеличение нагрева проводов ЛЭП и обмоток трансформатора будет заметно больше, чем увеличение нагрева сердечника, поскольку потери в меди с ростом температуры растут быстрее, чем потери в сердечнике из-за зависимости удельного сопротивления меди от температуры [1, с. 12]. В таблице 2 показана зависимость общих потерь от режима работы предприятия и включения/выключения «лишнего» трансформатора. И наоборот – в условиях холодного климата нагрев обмоток будет не так критичен. Это обстоятельство всегда требуется учитывать. В условиях холодного климата или холодной погоды можно отключать трансформаторы, загруженные менее, чем на 25–30 %.

Таблица 2 – Зависимость общих потерь от режима работы предприятия.

Режим	Варианты включения	Потери в трансформаторах, кВт	Потери в проводах ЛЭП

Режим нагрузки 50 %	Два трансформатора включено	42,6	17,8
	Один трансформатор включен	72,0	18,1
Режим нагрузки 20 %	Два трансформатора включено	14,1	3,56
	Один трансформатор включен	16,5	3,50
Режим нагрузки 10 %	Два трансформатора включено	9,4	0,95
	Один трансформатор включен	6,8	0,90

Устранение дефектов силового и коммутационного оборудования.

При работе электрических машин, трансформаторов, аппаратов и другого оборудования возникают потери энергии, которые приводят в конечном счете к повышению температуры обмоток, активной стали, контактных соединений, конструктивных деталей. Как следствие, требуется более длительная работа машин и механизмов, чтобы обеспечить требуемый технологический процесс, а это в свою очередь приводит к уменьшению пропускной способности ЛЭП и дополнительным потерям [2, с. 46].

Замена масляных выключателей на вакуумные.

Как показывает мировая практика эксплуатации силового электрооборудования, обновление коммутационных аппаратов – это мировая тенденция. Выключатели высоковольтные – один из важнейших типов коммутационного оборудования. Безусловно, разработка и изготовление новых типов выключателей, в особенности – на напряжения 100 кВ и выше, представляет собой большую трудность. Однако достоинства вакуумных выключателей перевешивают достоинства масляных. В масляных выключателях дугогасительной средой является масло, что требует дорогого обслуживания: необходимости доливки и контроля [3, с. 10]. Кроме того, масляные выключатели пожароопасны. Этих недостатков лишены вакуумные выключатели – выключатели нового поколения. Вакуумные выключатели конструктивно разрабатывались сначала как устройство, применяемое только в шкафах КРУ. В настоящее

время они используются и для открытых распределительных устройств (ОРУ).

В результате проведения описанных мероприятий было уменьшено потребление электроэнергии на величину 8,9 % при сохранении производительности труда, качества выпускаемой продукции и удобства технологических процессов.

ЛИТЕРАТУРА

1 Воротницкий В. Э., Заслонов С. В., Калинкина М. А., Паринов И. А., Туркина О. В. Методы и средства расчета, анализа и снижения потерь электрической энергии при ее передаче по электрическим сетям. -М., ДиалогЭлектро, 2006, – 42 с.

2 Киш Л.. Нагрев и охлаждение трансформаторов. Под редакцией Г. Е. Тарле, перевод с венгерского М. А. Бики, – М., Энергия, – 134 с.

3 Ушаков В. Я. Основные проблемы энергетики и возможные способы их решения. Издание ТПУ. Доклад на пленарном заседании конференции «Энергосберегающие технологии» 28–30 июня 2011 г.

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ В ТОРАЙГЫРОВСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

АНАРБАЕВ А. Е.

ст. преподаватель, Торайгыров университет, г. Павлодар

ТАЛИПОВ О. М.

PhD, профессор, Торайгыров университет, г. Павлодар

КАРИМОВ Е. Б.

преподаватель, Торайгыров университет, г. Павлодар

ДУНДУКОВ М. М.

мастер п/о, Торайгыров университет, г. Павлодар

Ветряк или ветряной генератор представляет собой устройство, установленное на высокой опоре с помощью которой вырабатывается электрический ток. Под действием потока ветра лопасти устройства соединенные с валом генератора, вращаются, приводя в движение ротор. В результате вращения ротора в обмотке статора генератора возникает электрический ток, который по проводам передается в аккумулятор, установленный в специальном помещении. Лопасти ветряка выполнены с аэродинамическим эффектом, и позволяют вращать вал даже при легком дуновении ветерка, правда скорость

вращения не постоянна и выработка тока происходит прерывисто. В аккумуляторе энергия накапливается, стабилизируется и подается потребителям непрерывно, независимо от прерывистости вращения лопастей.

Под действием потока ветра лопасти начинают вращаться, при этом вращается и ротор генератора, закрепленный на одной оси с валом лопастей. На роторе установлены магниты, которые при вращении создают ток в обмотках статора. Появившийся в генераторе переменный ток перерабатывается в постоянный и по проводам поступает в аккумулятор, где накапливается для потребления. Для потребления необходим переменный ток, поэтому заряд с аккумулятора преобразуется в инверторе в переменный со стандартными параметрами, напряжение 220 вольт, частота 50 Гц. После этого ток поступает в помещения для бытового использования.

Ветрогенератор Ecmok (рисунок 1) эксплуатируется в Торайгыровском университете. Ветрогенератор при вращении генерирует электричество, которое используется для заряда аккумуляторов. Накопленный в аккумуляторах ток с помощью инвертора преобразуется в 220В 50 Гц. Ветрогенератор с контроллерами «Ветрогрей» может работать с ТЭНами отопления.

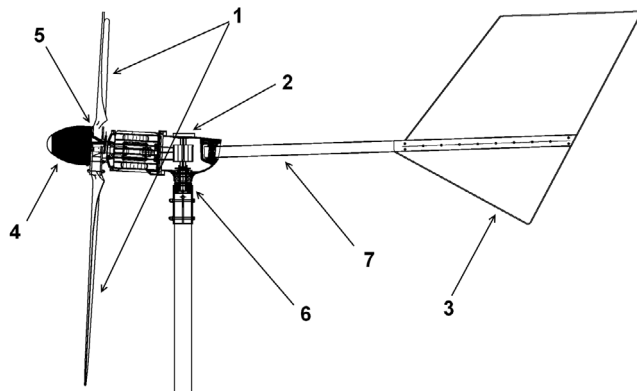


Рисунок 1 – Базовая комплектация ветрогенератора Ecmok

Бытовой ветрогенератор Ecmok 2 кВт 48В в базовой комплектации:

1 Лопасти (3 штуки);

- 2 Электрический генератор;
- 3 Лопасти хвоста;
- 4 Носовой обтекатель;
- 5 Держатель лопастей;
- 6 Хомут для крепления ветрогенератора на мачту (76 мм) с токосъёмным подшипником;
- 7 Хвостовая балка.

Таблица 1 – Основные характеристики ветрогенератора 2 кВт 48В

Номинальная мощность	2000 ватт
Максимальная мощность	2800 ватт
Номинальная скорость ветра	10м/с
Стартование	начало вращения - с 2,5 м/с
Диазон ветра генерации	3-25 м/с, свыше 20 м/с включается защитное торможение
Количество лопастей	3 штуки
Материал лопастей	армированное стекловолокно с защитным покрытием 3М, США
Диаметр ротора	3,2 м.
Вес ветрогенератора	С лопастями, хвостовой частью: 88 кг.
Подшипник вертикальный	токосъёмный
Срок службы	не менее 10 лет.
Гарантийный срок	1 год
Способ крепления на мачту	«труба в трубу» (внешний диаметр мачты под фланец ветряка - 89 мм.)

Система бытового энергоснабжения с использованием ветрогенератора похожа на систему с солнечными модулями, в одной системе могут использоваться как ветрогенераторы, так и солнечные модули. Строение ветровой установки Торайгыровского университета показана на рисунке 1.

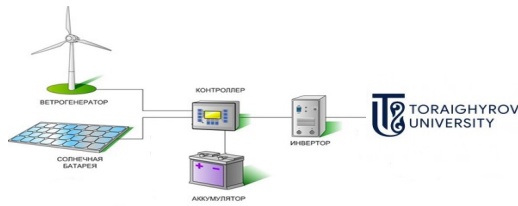


Рисунок 2 – Стрoение ветровой установки

Ротор; лопасти; ветротурбина; хвост, ориентирующий ротор против ветра

Генератор

Мачта с растяжками

Контроллер заряда аккумуляторов

Аккумуляторы (обычно необслуживаемые на 24 В)

Инвертор (= 24 В -> ~ 220 В 50Гц), подключенный к электросети

Гибридные инверторы это инверторы способные генерировать электроэнергию как от аккумуляторов, так и напрямую с солнечных батарей если АКБ заряжены.

При наличии подключения к сети нужно, чтобы ваше оборудование в первую очередь использовало энергию от солнечных батарей или ветрогенератора, а при ее недостатке – потребляло энергию от сети. В таком режиме могут работать блоки бесперебойного питания с функцией переключения на работу от аккумуляторов или с функцией подмешивания электроэнергии от аккумуляторов к сетевой. Первый режим обеспечивают многие современные ББП, второй режим – только гибридные инверторы.

Особенностью гибридного инвертора является именно возможность параллельной работы с источником переменного тока – сетью или генератором – в режиме инвертора. Гибридный инвертор может использовать энергию от аккумуляторов, заряжаемых от возобновляемого источника энергии, одновременно с энергией от сети/генератора, не отключаясь от сети. При этом должна быть возможность выставлять приоритет для источника постоянного или переменного тока; например, при выставлении приоритета для

источника постоянного тока в первую очередь нагрузка питается от аккумуляторов, а недостающая энергия берется от источника переменного тока. Часто имеется возможность ограничивать ток или мощность, которые берутся от сети или генератора.

Немаловажным фактором является и правильный выбор инвертора напряжения или тока по мощности. Если мощность инвертора 5 кВт, то вы не можете подключить к нему нагрузку в 7 кВт. То есть максимальная суммарная нагрузка на инвертор не должна превышать 5 кВт. Если, к примеру, вам необходимо подключить бойлер мощностью 4 кВт и чайник 2 кВт то у вас есть два выхода – либо увеличить мощность инвертора (до 6–7 кВт) или же подключать нагрузку поочередно — сначала бойлер, а потом чайник, или наоборот. Если в инверторов слишком большой разброс в мощностях (например, 7 кВт и следующий 14 кВт) можно использовать параллельную работу частотных преобразователей.

Не следует также забывать, что в инверторов есть еще и потребление собственных нужд, которые в нашем случае составляют примерно 5–10 % электроэнергии. Если же мощность на выходе инвертора составляет 5 кВт, то необходимая мощность аккумуляторной батареи возрастет до 5,2–5,5 кВт. Поэтому необходим инвертор или группа инверторов тока или напряжения, которые смогут обеспечить нормальное подключение всех потребителей.

От высоты мачты и диаметра ротора зависит количество выработанной энергии следующим образом: на каждые 10 метров подъема ветряка добавляется 1 м/с скорости ветра. Чем выше мачта, тем больше вероятность того, что он будет работать максимально эффективно. И та же ситуация с ротором: чем больше диаметр, тем больше выработка энергии.

Контроллер для ветрогенератора – это устройство, преобразующее напряжение от генератора в напряжение для зарядки аккумуляторов. Основная функция контроллеров для ветрогенераторов – заряд аккумуляторов и контроль за состоянием аккумуляторной батареи. С практической точки зрения можно сказать, что контроллер управляет зарядкой и разрядкой АКБ, а также следит, чтобы ветрогенератор не превышал максимально допустимые обороты.

Однако, хороший контроллер для ветрогенератора – это не только средство защиты. Он выполняет разные функции:

- поддерживает оптимальный для аккумуляторов разного типа режим заряда. Для этого контроллер снабжён цифровым процессором;

- останавливает ветряк при сильном ветре;

- эффективно переводит энергию ветряка как в заряд АКБ, так и в тепловую энергию от ТЭНов. ТЭНы, подключаемые непосредственно к фазам ветрогенератора эффективно греют и тормозят.

- обеспечивает режим облегчённого старта, что позволяет ветряку эффективно разогнаться на холостых оборотах при слабом ветре.

- управляет инвертором, подключая к нему сеть 220В, когда нужно подзарядить с его помощью аккумуляторы. В остальное время контроллер отключает инвертор от сети, давая, таким образом, возможность расходовать альтернативную энергию в первую очередь.

Аккумуляторные батареи. Как их часто еще обозначают АБ или АКБ – накапливают выработанную ветрогенератором электроэнергию. Их главной задачей есть хранение энергии в промежутке между ее выработкой и потреблением. Если емкость аккумуляторной батареи будет мала, то она быстро зарядится и последующая выработка энергии будет бессмысленна, так как хранить ее будет негде. При питании от такой батареи потребителей возникнет обратная ситуация – она слишком быстро разрядится, соответственно не позволит питать от нее нагрузку длительное время. Поэтому следует выбирать аккумуляторные батареи большой емкости, для устранения перечисленных выше недостатков. Если купить аккумуляторы огромной емкости, то они никогда не будут заряжаться на полную емкость. Также емкость аккумуляторов влияет на их стоимость и габариты. При длительном хранении электрической энергии аккумуляторные батареи саморазряжаются, что также нужно учитывать. Поэтому для правильного выбора данных устройств необходимо проанализировать все варианты, чтоб подобрать наиболее оптимальный вариант именно для вашей системы, в зависимости от требований, которые вы задаете для вашей системы.

Задача для университета: Полностью обеспечить 300–400 кВт электроэнергии ежемесячно с пиковыми нагрузками до 4 кВт.

Возможное решение:

Генератор: Чтобы понять как быстро должны заражаться аккумуляторы при расходе электроэнергии 400 кВт в месяц, мы должны разделить 400 кВт/мес на 30 дней (получим ежедневное потребление), а затем полученное число разделить на 24 часа ($400/30/24 = 0,56$ кВт/час – среднее ежечасное потребление). Скорость заряда аккумуляторных батарей генератором должна составить как минимум 560 Ватт в час.

В Киевской области низкая среднегодовая скорость ветра, но открытое пространство и возвышение объекта позволит ветрогенератору работать как минимум на 30–40% от номинальной мощности. Для более точных показателей можно произвести замер скорости ветра в месте установки.

Для того, чтобы обеспечить заряд аккумуляторных батарей генератором при этих условиях со скоростью 560 Ватт в час, нужно взять генератор, номинальная мощность которого будет как минимум в три раза больше необходимой, т.к. генератор будет работать всего на 30–35% от номинальной мощности ($560\text{Вт}/ч * 3 = 1680\text{Вт}/ч$). Для этих нужд нам подходит генератор EuroWind 2 с номинальной мощностью 2000 Ватт.

Аккумуляторы: Проводя 8–9 часов на работе в будние дни, хозяева отсутствуют, и энергопотребление их дома сведено к минимуму. В ночное время потребление также сведено к минимуму. Основное потребление происходит утром и вечером. Между этими основными пиками существует интервал в 8–9 часов.

При среднем уровне заряда аккумуляторных батарей 560 Вт/ч за интервал 8–9 часов ветровой генератор сможет выработать около 5000 Ватт. В ветреные дни этот показатель может увеличиться как минимум в два раза, поэтому за тот же период времени может быть выработано 10000 Ватт электроэнергии.

Генератор EuroWind 2 имеет напряжение 120 Вольт, поэтому ему необходимо 10 аккумуляторов с напряжением 12 Вольт ($12\text{В} * 10 = 120\text{В}$). Одна аккумуляторная батарея 12В 100Ач способна сохранить до 1,2 кВт электроэнергии. Десять таких батарей могут сохранить до 12 кВт ($1200\text{Вт} * 10 = 12000\text{Вт}$). Для запаса 10000 Ватт электроэнергии нам отлично подойдут 10 аккумуляторных батарей 12В с емкостью 100Ач.

Инвертор: Для максимального потребления электроэнергии в пиковые моменты до 4 кВт, можно установить инвертор 5 кВА. Он сможет обеспечить постоянную нагрузку 4 кВт и пусковые токи до 6 кВт (150 % нагрузка).

ИТОГО: Для полного энергообеспечения объекта нам необходим генератор EuroWind 2, 10 аккумуляторных батарей 12В с емкостью 100Ач, инвертор 5 кВА.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 <https://viafuture.ru/katalog-idej/vetrogenerator>
- 2 Кашкаров А.П. Ветрогенераторы, солнечные панели и другие полезные конструкции. Саратов: Профобразование, 2017. 144 с.
- 3 Кривцов В.С., Олейников А.М., Яковлев А.И. Неисчерпаемая энергия. Ветроэнергетика. Харьков : ХАИ, 2014. 158 с.
- 4 <https://www.zonhan.com/en/product/2KW-Wind-Turbine.html>

РЕАКТИВТІ ҚУАТТЫ КОМПЕНСАЦИЯЛАУ ЖӘНЕ ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯСЫНЫҢ САПАЛЫҚ ПАРАМЕТРЛЕРІН ТҰРАҚТАНДЫРУ ӘДІСТЕРІ МЕН ҚҰРАЛДАРЫ

ЕРДЫБАЕВА Н. К.

ғылыми жетекші, профессор Д. Серикбаев атындағы Шығыс Қазақстан
техникалық университеті, Өскемен қ.

МҰҚТАР А. С.

магистрант, Д. Серикбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық
университеті, Өскемен қ.

Реактивті қуатты компенсациялаудың және электр энергиясының сапа параметрлерін тұрақтандырудың (қоректендіру кернеулері мен токтарының сапа көрсеткіштері) ең перспективті әдістері мен техникалық құралдарына адаптивті әдістерді қолданатын компенсаторлық құрылғылар жатады. Адаптивті компенсаторлардың заманауи құрылғыларының жұмыс принципі эквивалентті реактивтердің өзгеруіне немесе арнайы қуат түрлендіргіштерінің көмегімен адаптивті электр энергиясының ағындарын өндіруге негізделген. Адаптивті компенсациялау құрылғыларында қолданылатын энергия тиімділігін арттыру әдістері кез-келген адаптивті құрылғыда болатын және сенсорлардың (кернеу мен ток датчиктерінің) көмегімен құрылғылардың сипаттамаларын $\epsilon\epsilon(t)$ максималды энергия тиімділігі коэффициентінің критерийі бойынша реттеуді жүзеге асыратын бақылау және басқару жүйелерін қолдануды қамтиды. Осындай теңшеу нәтижесінде белгілі бір құрылғының немесе адаптивті компенсациялау құрылғыларының кешенінің функционалдығымен анықталатын энергия тиімділігі

коэффициентінің $\epsilon\epsilon(t)$ қарастырылып отырған жүйенің шекті мәніне қол жеткізіледі. Электр кешендері мен жүйелерінің энергия тиімділігін арттыру міндеттерінде адаптивті компенсациялау құрылғылары мен әдістерінің әртүрлі мақсаттағы және кернеу класындағы бейімделмейтін және реттелмейтін компенсаторлық электр қондырғыларына қарағанда басты артықшылығы- сыртқы және ішкі жүйелік параметрлердің нақты өзгерістеріне сәйкес құрылғылардың сипаттамаларын үнемі реттеуге байланысты түпкілікті мақсатқа жетудегі жоғары тиімділік болып табылады. Параметрлік вариацияның және энергия тиімділігінің әртүрлі компоненттеріне әсер ету дәрежесін таңдаудың маңызды рөлін атап өту қажет, бұл автоматтандырылған немесе толық автоматты басқару режимінде адаптивті компенсациялау құрылғыларының жұмысы кезінде $\epsilon\epsilon(t)$ энергия тиімділігінің төмендеуіне әкелетін жекелеген жағымсыз құбылыстарды таңдауға және азайтуға мүмкіндік береді. Қазіргі заманғы энергия тиімділігін арттыру құрылғыларының (адаптивті компенсациялау құрылғылары) практикалық қосымшалары мен мүмкіндіктеріне байланысты олар бір-бірінен схемалық шешімдердің күрделілігімен және жұмыс алгоритмдерінің әртүрлілігімен ерекшеленуі мүмкін. Бұл ретте электр энергиясының «энергия көзі-тасымалдаушы- қабылдағыш» схемасы бойынша электрмен жабдықтаудың электр кешендері мен жүйелерінің энергия тиімділігін арттыру міндеттерін шешу ең аз шығынмен тұтынушыларды электрмен жабдықтаудың тиімділігі мен сапасын қамтамасыз етуден тұрады.

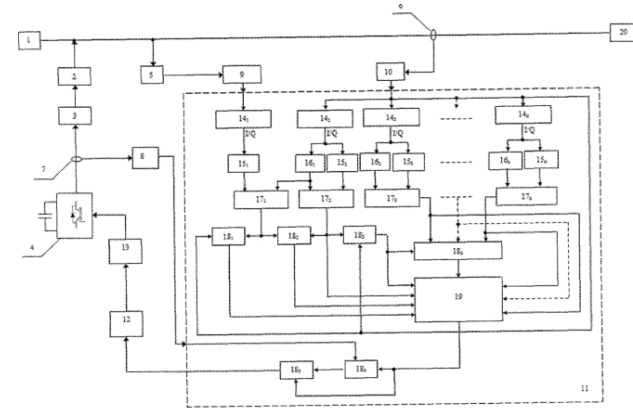
Бұл міндеттер жүктемеге берілетін кернеулердің (токтардың) параметрлерімен анықталатын электрмен жабдықтаудың симметриялы синусоидалы режиміне көшу және электр көздерін қосу нүктелерінде ток параметрлерімен анықталатын электр тұтынудың квазисинусоидалы режимдеріне көшу кезінде шешіледі. Электр тұтынудың квазисинусоидалы режимдері салыстырмалы түрде тар ток спектрімен сипатталады, оның ені жүктеменің белсенді кедергісінің өзгеру жылдамдығына байланысты құрамдас жиіліктердің таралуымен, сондай-ақ ток қисығында жоғары ретті құрамдастардың болмауымен анықталады. Бұл жағдайда ток спектрінің мәні герцпен өрнектелген электр көзінің негізгі кернеу жиілігінің қос мәнінен аспайды. Электрмен жабдықтаудың синусоидалы режиміне және электр тұтынудың квазисинусоидалы режимдеріне көшу принципін іске асыру өте көп уақытты қажет ететін операция болып табылады, алайда энергия

тиімділігінің жақсы көрсеткіштеріне және электр энергиясының «энергия көзі-тасымалдаушы-қабылдағыш» құрылымдық схемасы бойынша электротехникалық кешендер мен электрмен жабдықтау жүйелерінің $\varepsilon e(t)$ энергия тиімділік коэффициентін арттыруға әкеледі. Бұл жағдайда электр энергиясының «тасымалдаушылары» - бұл адаптивті компенсациялау әдістерін жүзеге асыратын, адаптивті электр ағындарын генерациялау арқылы немесе реактивтілікті адаптивті параметрлік реттеу арқылы жүзеге асыратын әртүрлі құрылғылар немесе құрылғылар кешені. Бұл мақалада жұмыс адаптивті компенсациялау әдістері мен құралдарын ұсынылады, олардың қысқаша сипаттамалары төменде келтірілген.

Реактивті қуатты компенсациялау және адаптивті электр ағындарын генерациялау арқылы қоректендіру кернеулері мен токтарының сапа көрсеткіштерін тұрақтандыру.

Адаптивті электр энергиясының ағындарын генерациялау арқылы реактивті қуатты компенсациялаудың бірқатар құрылғылары мен әдістері белгілі, олардың ең маңызды кемшіліктері реактивті қуат пен оның компоненттерін толық компенсацияламау болып табылады. Нәтижесінде, қарастырылып отырған жүйеде, ең алдымен, реактивті қуатты бағалау әдістерімен және әртүрлі электр тұтыну режимдеріндегі құрылғылардың әлсіз бейімделу мүмкіндіктерімен байланысты, мысалы, кенеттен ауыспалы жүктемелермен жұмыс істеу кезінде энергия тиімділігінің жеткілікті жоғарылауы қамтамасыз етілмейді. Бұл мақалада ток пен реактивті қуаттың бұрмалануын компенсациялау әдісі, сондай-ақ осы кемшіліктерді барынша азайтатын құрылғы ұсынылады.

1-суретте көрсетілген ток пен реактивті қуаттың бұрмалануын компенсациялау құрылғысы электр көзі мен жүктеме арасында қосылады.



Сурет 1 – ток пен реактивті қуаттың бұрмалануын компенсациялау құрылғысы

1–электр көзі, 2–Қорғанис және жұмсақ іске қосу блогы, 3-интегралды сүзгі, 4 тұрақты токтан айнымалыға түрлендіргіш, 5–кернеу датчигі, 6–Бірінші ток датчигі, 7–екінші ток датчигі, (8, 9, 10)-аналогты-цифрлық түрлендіргіштің бірінші, екінші және үшінші блоктары, 11-цифрлық өңдеу блогы; 12-цифрлық-аналогтық түрлендіргіш блогы; 13 – ендік-импульстік блогы; (14₁ – 14_к) – цифрлық төмендету түрлендіргіштері; (15₁ – 15_к) - фазалық детекторлар; (16₁ – 16_к) - амплитудалық детекторлар; (17₁ – 17_к) ~ синтезаторлар; (18₁ – 18_к) ~ сумматорлар, 19-селектор; 20-жүктеме.

Компенсациялау құрылғысының шығысына қосылған жүктеме кернеумен қоректенеді және $U(t)$ және $i(t)$ лездік мәндері (1.1) немесе (1.2) өрнектерімен анықталатын тоқты тұтынады.

$$\begin{aligned} u(t) &= U(t) \cdot \sin[2 \cdot f(t) \cdot \pi \cdot t + \varphi_u(t)] \\ i(t) &= I(t) \cdot \sin[2 \cdot f(t) \cdot \pi \cdot t + \varphi_i(t)] \end{aligned} \quad (1.1)$$

$$\begin{aligned} u(t) &= U_0(t) + \sum_{k=1}^n U_k(t) \cdot \sin[2 \cdot f_3(t) \cdot k \cdot \pi \cdot t + \varphi_{uk}(t)] \\ i(t) &= I_0(t) + \sum_{k=1}^n I_k(t) \cdot \sin[2 \cdot f_3(t) \cdot k \cdot \pi \cdot t + \varphi_{ik}(t)] \end{aligned} \quad (1.2)$$

Құрылғыда жүзеге асырылатын компенсациялау әдісі басқарылатын қуат түрлендіргіші мен түрлендіргішті басқару жүйесін орнатуды қамтиды. Сенсорларды (кернеу және ток

датчиктерін) қолдана отырып басқару жүйесі $i(t)$ және $u(t)$ мөндерін оқиды, (1.3-1.6) формулаларын қолдана отырып спектрлік-уақыттық түрлендірулер жасайды және $i(t)$ жүктеме тогы үшін (1.3) қатардың квазигармоникалық компоненттерінің әрқайсысын синтездейді, сонымен қатар электр көзінің $u(t)$ кернеуінің бастапқы фазасын есептейді.

$$\begin{aligned} U_k(t) &= \sqrt{[a_{uk}(t)]^2 + [b_{uk}(t)]^2} \\ I_k(t) &= \sqrt{[a_{ik}(t)]^2 + [b_{ik}(t)]^2} \end{aligned} \quad (1.3)$$

$$\varphi_{uk}(t) = \arctg \left[\frac{b_{uk}(t)}{a_{uk}(t)} \right] \quad (1.4)$$

$$\varphi_{ik}(t) = \arctg \left[\frac{b_{ik}(t)}{a_{ik}(t)} \right]$$

$$\begin{aligned} a_{uk}(t) &= 2 \cdot f_3(t) \cdot \int_{t-\frac{1}{f_3(t)}}^t u(t) \cdot \cos(2 \cdot f_3(t) \cdot k \cdot \pi \cdot t) dt \\ a_{ik}(t) &= 2 \cdot f_3(t) \cdot \int_{t-\frac{1}{f_3(t)}}^t i(t) \cdot \cos(2 \cdot f_3(t) \cdot k \cdot \pi \cdot t) dt \end{aligned} \quad (1.5)$$

$$\begin{aligned} b_{uk}(t) &= 2 \cdot f_3(t) \cdot \int_{t-\frac{1}{f_3(t)}}^t u(t) \cdot \sin(2 \cdot f_3(t) \cdot k \cdot \pi \cdot t) dt \\ b_{ik}(t) &= 2 \cdot f_3(t) \cdot \int_{t-\frac{1}{f_3(t)}}^t i(t) \cdot \sin(2 \cdot f_3(t) \cdot k \cdot \pi \cdot t) dt \end{aligned} \quad (1.6)$$

Кернеудің бастапқы фазасын ескере отырып, басқару сигналдарын тиісті өңдеуден және қалыптастырудан өткізгеннен кейін қуат түрлендіргіші қуат көзінің қосылу нүктесіндегі жүктеме тогымен қосылатын ток өндіре бастайды.

Жүктеме тогы бар түрлендіргіштің шығыс тогын осындай генерациялау және қосу нәтижесінде реактивті қуат толығымен компенсацияланды, (1.7) өрнегімен анықталған $K_{ee}(t)$ электр тұтыну тиімділігінің коэффициенті жоғарылайды және оның нәтижесінде (1.8) интегралды формула бойынша есептелген $\varepsilon_e(t)$ энергия тиімділігінің коэффициенті артады.

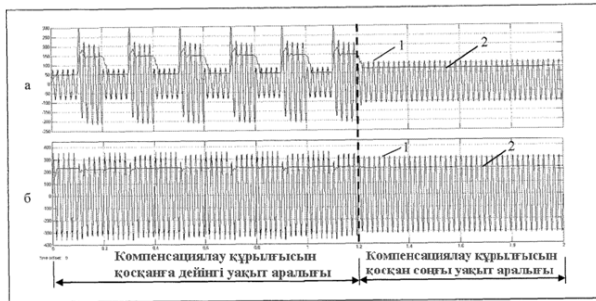
$$K_{ee}(t) = \left(f(t) \cdot \int_{t-\frac{1}{f(t)}}^t [u(t) \cdot i(t)] dt \right) \cdot \left[\left(\sqrt{f(t) \cdot \int_{t-\frac{1}{f(t)}}^t [u(t)]^2 dt} \right) \cdot \left(\sqrt{f(t) \cdot \int_{t-\frac{1}{f(t)}}^t [i(t)]^2 dt} \right) \right]^{-1} \quad (1.7)$$

$$\varepsilon_e(t) = K_{ee}(t) \cdot K_{tp}(t) \cdot K_{eq}(t) \quad [0 \leq \varepsilon_e(t) \leq 1] \quad (1.8)$$

Ағымдағы кері байланыс арқылы өндірілген операциялардың жоғары дәлдігі қамтамасыз етіледі. Басқаша айтқанда, компенсациялау құрылғысы жұмыс істеген кезде «электр энергия көзі-электр энергиясын тасымалдаушы – электр энергиясын қабылдағышы» жүйесінде энергия тиімділігі артады. Құрылғы (1-сурет) қатардың жекелеген компоненттеріне селективті компенсациялауға мүмкіндік беретін функционалдылықтың кең ауқымына ие (1.3) және олардың компенсациялану дәрежесін таңдауға мүмкіндік береді.

Компенсациялау құрылғысының (1-сурет) жұмысын және оның элементтерін толығырақ қарастырайық.

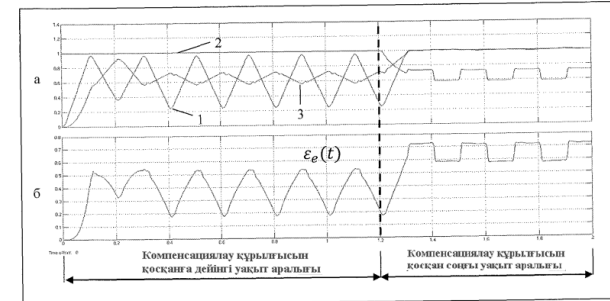
7 және 6 ток датчиктерінен, сондай-ақ 5 кернеу датчигінен аналогтық сигналдар аналогты-цифрлық түрлендіру блоктарына (8, 9, 10 АЦТ блоктары) түседі, онда олар цифрлық сигналдарға айналады. 8, 9, 10 АЦТ блоктарының шығыстарынан цифрлық сигналдар 11-цифрлық өңдеу блогының тиісті кірістеріне түседі, онда ток пен реактивті қуатының бұрмалануы туралы мәліметтер, компенсациялау сигналын есептеу және таңдау, сондай-ақ оны АЦТ 8 блогынан келетін сигнал бойынша түзетуді қамтитын ақпарат жиналады. Қалыптасқан және түзетілген цифрлық компенсация сигналы 12-цифрлық-аналогтық түрлендіру блогына (ЦАТ блогы) беріледі, онда ол 13-ендік-импульстік модуляциясы (ЕИМ) блогының кірісіне келетін аналогтық сигналға айналады. ЕИМ 13 блогында басқару сигналы қалыптасады және 4-тұрақты токтан айнмалыға түрлендіргіштің басқару кірісіне беріледі. 4-түрлендіргіштің шығысынан сигнал 3-интегралды фильтр кірісіне және одан әрі 2-қорғаныс блогы және жұмсақ іске қосу арқылы желіге енгізіледі.



Сурет 1 – токтың (а) және кернеудің (б) лездік (1) және тиімді (2) мәндерінің осциллограммалары

$\varepsilon_e(t)$ критерийі бойынша энергия тиімділігін арттыру шартында құрылғының (1.1-сурет) негізгі мүмкіндіктерін талдаймыз. Ол үшін MATLAB-Simulink ортасында компьютерлік модельдеу көмегімен эксперименттік зерттеулер жүргіземіз. Идеал емес параметрлері бар ток пен реактивті қуаттың бұрмалануын компенсациялау құрылғысы ретінде әрекет ететін тасымалдаушы арқылы шектеулі қуаттылықтағы бір фазалы электр көзі ерікті ауыспалы жүктемені қамтамасыз етеді. 2-суретте эксперимент барысында өлшенетін ток пен кернеудің лездік және белсенді мәндерінің осциллограммалары көрсетілген.

3-суретте $\varepsilon_e(t)$ энергия тиімділігі коэффициентінің және оның құрамдас бөліктерінің бір фазалы жүйе үшін өзгерістері көрсетілген: электр тұтыну тиімділігі коэффициенті $K_{ee}(t)$, өткізу қабілеттілігі коэффициенті, $K_{tp}(t)$, $k_{eq}(t)$ электрмен жабдықтау сапасының коэффициенті.



Сурет 2 – эксперимент процесінде энергия тиімділігі коэффициентінің (а) құрамдас бөліктерінің өзгеруі және энергия тиімділігі коэффициентінің $\varepsilon_e(t)$ (б) өзгеруі. 1–электр тұтыну тиімділігінің коэффициенті $K_{ee}(t)$, 2–өткізу қабілеттілігінің коэффициенті $K_{tp}(t)$, 3–Электрмен жабдықтау сапасының коэффициенті $k_{eq}(t)$

1 және 2-суреттерде бейнеленген графиктерді талдай отырып, біз ұсынылған құрылғы және ток пен реактивті қуаттың бұрмалануын компенсациялау әдісі (1-сурет) жүктеменің күрделі сызықтық емес күрт өзгертін сипаты және шектеулі қуатты бар электр энергиясының «энергия көзі-тасымалдаушы-қабылдағыш» жүйесінде энергия тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді деген қорытындыға келеміз.

ӘДЕБИЕТТЕР

1 Кошелев П. А., Богачев В. С. Анализ искажений и коррекция тока сети методом установки номеров компенсируемых гармоник. // Труды XII 216 международной конференции электромеханика, электротехнологии, электрические материалы и компоненты (МКЭЭЭ).: Крым, Алушта 2008. С. 211

2 Бессонов Л. А. Теоретические основы электротехники. – М.: Высшая школа. 1996. – 638 с.

3 Железко Ю. С. Компенсация реактивной мощности и повышение качества электроэнергии. — М.: Энергоатомиздат, 1985.

4 Заездный А. М. Кушнир В. Ф., Ферсман Б. А. Теория нелинейных электрических цепей. – М.: Связь, 1968. – 400 с. – 224 с.

РАСТУЩЕЕ ЗНАЧЕНИЕ МАЛОЙ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В КАЗАХСТАНЕ

КАБДЕНОВ М. М.

магистрант, Восточно-Казахстанский технический университет
имени Д. Серикбаева, г. Усть-Каменогорск

МИРГОРОДСКИЙ С. И.

к.т.н., ст. преподаватель, Восточно-Казахстанский технический университет
имени Д. Серикбаева, г. Усть-Каменогорск

Текущий энергетический сценарий человечества характеризуется растущим спросом на энергию и растущей потребностью в снижении зависимости от ископаемого топлива и смягчении последствий изменения климата. Ожидается, что мировое потребление энергии продолжит расти в ближайшие десятилетия, что обусловлено ростом населения, урбанизацией и экономическим развитием [1, 10]. При этом, эта ситуация не обошла стороной и Республику Казахстан. Это можно заметить по данным системного оператора Единой электроэнергетической системы Казахстана АО «KEGOC» за период с 2017 по 2021 год (рисунок 1).



Рисунок 1 – Ежегодное потребление электричества в Казахстане

Для решения этой проблемы мир движется к более устойчивому энергетическому балансу, включающему возобновляемые источники энергии, такие как ветер, солнечная энергия, гидроэнергетика и биоэнергия. Эти источники чисты, многочисленны и предлагают потенциал для удовлетворения растущего спроса на энергию при одновременном сокращении выбросов парниковых газов [2, 3, 4]. На начало 2023 года общая установленная мощность возобновляемой энергетики в Казахстане составляет около 1,9 ГВт. Солнечная

энергетика: установленная мощность более 500 МВт, в том числе крупные солнечные электростанции с мощностью 100-200 МВт. Ветровая энергетика: установленная мощность более 600 МВт, включая крупные ветровые электростанции мощностью 50-100 МВт. Гидроэнергетика: установленная мощность около 650 МВт. Биомасса: установленная мощность около 100 МВт. Геотермальная энергетика: установленная мощность около 40 МВт [7, 8, 9]. Однако их интеграция в энергетическую систему не обходится без проблем, включая непостоянство возобновляемых источников энергии, потребность в решениях по хранению энергии и необходимость модернизации сетевой инфраструктуры.

При этом, проблема рентабельности, связанная с тем, что в Республике Казахстан большая протяженность территорий, что влечет за собой значительные расстояния между населенными пунктами (таблица 1) определенно требует своего внимания.

Таблица 1 – Общая протяженность ЛЭП на балансе АО «KEGOC»

Габариты ВЛ	1150 кВ	500 кВ	330 кВ	220 кВ	110 кВ	35 кВ	10 кВ	6 кВ	0,4 кВ	Всего:
Длина, км	1421,2	8282,3	1863,3	14894	352,84	44,13	103,38	8,02	5,042	26974

Среди типов воздушных линий электропередачи наибольшую долю составляют линии напряжением 220 кВ (55,2 %) и 500 кВ (30,7 %). Также можно отметить, что линии напряжением 35 кВ и менее (0,4 кВ, 6 кВ, 10 кВ, 35 кВ) составляют всего 0,4 % от общей протяженности, что свидетельствует о том, что в Казахстане основное внимание уделяется передаче электроэнергии на большие расстояния и между крупными населенными пунктами.

Эта ситуация ведет к существенным потерям электроэнергии при ее передаче, которые высчитываются по формуле 1 [5].

$$P = I^2 \cdot R \cdot \cos(\varphi),$$

где I – ток, проходящий через линию (А),

R – электрическое сопротивление линии (Ом),

φ – угол между напряжением и током в линии.

Формула 1 – Потери мощности в линии

Стоит учитывать что потери мощности при передаче электричества зависят от многих факторов, включая длину и характеристики проводов, уровня напряжения, климатические

условия, техническое состояние оборудования, режим работы и другие факторы. Однако можно привести ориентировочные значения потерь для типичных систем электроснабжения.

Например, в среднем для системы электроснабжения с напряжением 110 кВ потери мощности при передаче на расстояние 100 км составляют около 5 %. Для системы с напряжением 220 кВ потери мощности будут уже около 2 %.

Для решения этого вопроса перспективным решением может стать малая возобновляемая энергетика. Малые электростанции на возобновляемых источниках энергии, такие как микросети, играют ключевую роль в переходе к более устойчивой энергетической системе за счет расширения использования возобновляемых источников энергии в энергобалансе. При этом, в вопросе применения таких микросетей для Казахстана уже присутствует положительный опыт зарубежных коллег. Многие страны используют маломасштабные системы возобновляемой энергетике для удовлетворения своих энергетических потребностей.

К примеру, Германия является лидером в использовании малых систем возобновляемой энергетике, таких как солнечные панели на крышах зданий и небольшие ветряные турбины. Система льготных тарифов Германии также способствовала внедрению малой энергетике на возобновляемых источниках. Дания довольно успешна в использовании небольших ветряных турбин для обеспечения электроэнергией отдаленных и автономных участков, при этом ее ветротурбинная промышленность является мировым лидером в области технологии малых ветряных турбин. Данные примеры демонстрируют растущую важность маломасштабных систем возобновляемой энергетике для удовлетворения энергетических потребностей по всему миру (таблица 2).

Таблица 2 – Малые возобновляемые электростанции в ЕС

Страна	Тип малой возобновляемой электростанции	Мощность (кВт)	Количество установок
Германия	Солнечная	1-10	1,175,600
	Ветер	1-3	27,800
	Гидро	<1	8,400
	Биомасса	<1	16,300
Италия	Солнечная	<1	794,000

	Ветер	<1	1,200
	Гидро	<1	8,200
	Биомасса	<1	9,300
Франция	Солнечная	<3	235,200
	Ветер	<3	5,200
	Гидро	<1	9,200
	Биомасса	<1	3,600
Испания	Солнечная	<10	165,000
	Ветер	<10	19,900
	Гидро	<1	9,500
	Биомасса	<1	4,800

Но стоит упомянуть что страны Европейского союза так активно развивали сферу, в связи с тем что они не обладают значительными запасами ископаемого топлива, При этом, в Казахстане ситуация диаметрально противоположна. По данным Министерства энергетики Республики Казахстан на начало 2022 года, запасы угля составляют около 25 миллиардов тонн, запасы нефти - более 30 миллиардов баррелей, запасы газа - более 3,5 триллионов кубометров. По этой причине значительная доля вырабатываемой электроэнергии приходится на традиционные источники энергии (рисунок 2), что вносит свою лепту в экологическую катастрофу в Республике.

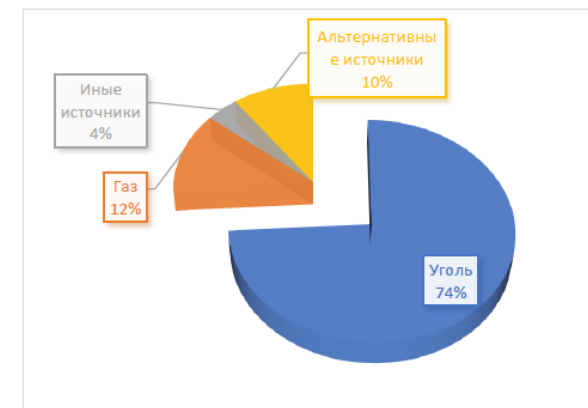


Рисунок 2 – Доля источников энергии в энергосистеме Казахстана

Одним из комплексных ответов в решении этой проблемы может послужить малая энергетика на возобновляемых источниках энергии.

Однако на чем же основана тенденция роста важности малой энергетики в рамках возобновляемых источников? Ответ заключается в многочисленных преимуществах, которые предлагают малые возобновляемые электростанции (МВЭС) для общества, предприятий и окружающей среды [6]:

Снижение потерь: МВЭС могут быть установлены в различных местах, что позволяет получать энергию ближе к местам потребления, что снижает потери электроэнергии на транспортировку.

Развитие местной экономики: МВЭС могут способствовать развитию местной экономики путем создания новых рабочих мест и поддержки местных поставщиков и производителей оборудования.

Снижение риска отключения питания: Малые возобновляемые электростанции могут обеспечить надежную и устойчивую работу энергосистемы, т.к. они могут использоваться в качестве резервных источников питания в случае отключения больших электростанций.

Улучшение безопасности: Малые возобновляемые электростанции могут улучшить безопасность энергосистемы, так как они могут быть использованы вблизи мест энергопотребления, что позволяет отказаться от ЛЭП с большой протяженностью. Это в свою очередь приводит к снижению разного рода характера непредвиденных ситуаций на расстоянии этих линий.

В целом, МВЭС могут быть более экологичными, экономически эффективными и гибкими, чем крупные электростанции, что делает их привлекательным выбором для производства энергии в различных ситуациях.

При этом, фактор этой привлекательности можно заметить и в проектной деятельности в Казахстане, выражаемая в повышении выработки электричества на возобновляемых источниках энергии (рисунок 3).

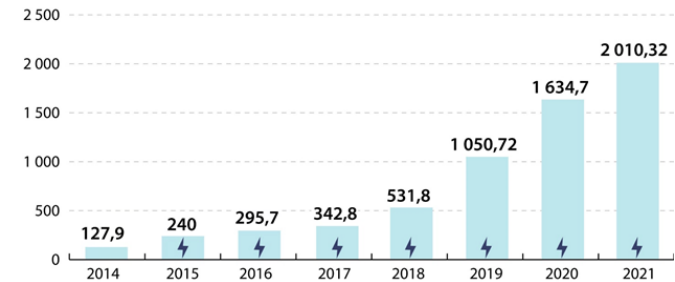


Рисунок 3 – Выработка электроэнергии на ВИЭ в РК

В Казахстане существует множество объектов малой энергетике на базе возобновляемых источников энергии.

Ветропарки в Жамбылской области и состоящие из более чем 200 ветрогенераторов с общей мощностью свыше 400 МВт.

Солнечные фермы в Жамбылской, Карагандинской и Южно-Казахстанской областях. В 2020 году была запущена крупнейшая солнечная электростанция в Центральной Азии - с мощностью 100 МВт.

Заключение. В статье была затронута проблема интенсивного роста потребления электричества человечеством, и наиболее многообещающим направлением в решении вопроса была предложена малая возобновляемая энергетика. Ее преимущества - чистота, надежность и экономическая эффективность - позволяют ей стать ключевым элементом энергетической системы будущего.

Однако для реализации потенциала малой возобновляемой энергетике необходимо преодолеть ряд препятствий, таких как высокие инвестиционные затраты, нестабильность поставок оборудования и недостаточно развитая инфраструктура.

Несмотря на это, мировые тенденции свидетельствуют о том, что развитие малой возобновляемой энергетике будет продолжаться и расти в ближайшие годы. Это создает возможности для устойчивого развития экономики и социального прогресса, а также позволяет снижать негативное воздействие на окружающую среду.

Таким образом, малая возобновляемая энергетика - это не просто энергетический ресурс, это шанс на более устойчивое и благополучное будущее.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Алияров Б. К., Алиярова М. Б. Аналитическое исследование: «Казахстан: энергетическая безопасность, полнота преобразования и потребления энергии и устойчивое развитие энергетики» (состояние и перспективы) // LEM, 2016. – 336с.
- 2 Алхасов, А. Б. Возобновляемая энергетика // А.Б. Алхасов. - Москва: РГГУ, 2012. - 238 с.
- 3 Бердин В. Х. Возобновляемые источники энергии в изолированных населенных пунктах Российской Арктики // Москва : Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2017. — 80 с.
- 4 Елистратов В. В. Возобновляемая энергетика // Санкт-Петербург : Издательство политехнического университета, 2016. — 421 с.
- 5 Идельчик В.И. Электрические системы и сети: Учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 592 с.
- 6 Салихов, А. А. Неоцененная и непризнанная «малая» энергетика // А.А. Салихов. - М.: Новости теплоснабжения, 2009. - 176 с.
- 7 REN21. (2021). Renewables Global Status Report 2021. URL: <https://www.ren21.net/gsr-2021/>
- 8 The International Energy Agency (IEA). (2021). Renewables 2021: Analysis and forecast to 2026. URL: <https://www.iea.org/reports/renewables-2021>
- 9 The International Renewable Energy Agency (IRENA). (2021). Renewable Energy Statistics 2021. URL: <https://www.irena.org/Publications/2021/Aug/Renewable-energy-statistics-2021>
- 10 Yergin, D. The Quest: Energy, Security, and the Remaking of the Modern World // Penguin Books, 2012. – 832 с.

ФОТОЭЛЕКТРЛІК ЖҮЙЕЛЕРДІ ҚҰРУДЫҢ НЕГІЗГІ ҚАҒИДАЛАРЫН ПАЙДАЛАНУ МӘСЕЛЕЛЕРІ

ҚАЛЫМБЕТОВ Ф. П.

т.ғ.м., сениор-лектор, Логистика және көлік академиясы
НҰРСАНОВ Д. Қ. САБЫРЖАНҰЛЫ Ө.
студент, Логистика және көлік академиясы,

Еліміздің энергетикалық секторы – дәстүрлі энергия көздерінің бірте-бірте сарқылуы жүріп жатқан, ал екінші жағынан, бүкіл әлемде енгізілген жаңартылатын энергия көздерін пайдалана отырып, экологиялық таза энергия өндіру саясаты жоғары деңгейге ие болып жұмыс істейді. Яғни, дәстүрлі энергия көздерімен бірге дәстүрлі емес жаңартылатын энергия көздері де қолданысқа ие.

Электр энергетикасы қоғамдық өндірістің ілгерілеуін айқындайтын өнеркәсіптің базалық салаларын дамытудың негізі болып табылады. Барлық индустриалды түрде дамыған елдерде энергетиканың даму қарқыны басқа салалардың дамуынан асып түсті.

Жаңартылатын энергия көздері – бұл табиғи түрде жүретін табиғи процестер есебінен үздіксіз жаңартылатын энергия көздері және олар мынадай түрлерді қамтиды: күн сәулесінің энергиясы, жел энергиясы, гидродинамикалық су энергиясы; геотермалдық энергия: топырақтың, жер асты суларының, өзендердің, су айдындарының жылуы, сондай-ақ бастапқы энергия ресурстарының антропогендік көздері: биомасса, биогаз және электр және (немесе) жылу энергиясын өндіру үшін пайдаланылатын органикалық қалдықтардан алынатын өзге де отын.

Соның бірі күн электр станциясы (ары қарай КЭС) – энергияны күннен алады және соған сәйкес күн батареяларының саны мен түрін тандамас бұрын фотоэлектрлік модульдердің (ФЭМ) мезгілдік және жылдық жұмыс режимін есептеу қажет болады. Күн электр станциясы орнатылатын орын үшін күн радиациясының үлестік айлық және жылдық мөндерін бақылауымыз қажет болады. Мысалы ретінде, күн радиациясының меншікті шамасы төмендегі кестеде келтірілген.

Кесте 1 – Күн радиациясының меншікті шамасы

Ай	Қаңтар	Ақпан	Наурыз	Сәуір	Мамыр	Маусым	Шілде	Тамыз	Қыркүйек	Қазан	Қараша	Желтоқсан
Емен, кВт*сағ/ (м ² *күніне)	1,27	2,09	3,02	4,09	5,53	5,76	5,86	5,17	3,85	2,38	1,31	1

кестеден көріп отырғанымыздай, КЭС-ті оңтайлы пайдалану наурыздан қыркүйекке дейінгі кезеңде болады, КЭС-тің өндірілген энергиясының минималды мәні қазаннан ақпанға дейін болады. Күн электр станциясындағы фотоэлектрлік жүйелердің түрлерін, орналасуын және санын құру мен пайдалану.

Фотоэлектрлік жүйелерді құрудың негізгі компоненті – фотоэлектрлік модульдер (ФЭМ). Күн панельдерінің жіктелуі өндіріс түріне, жұмыс принципіне, сондай-ақ қолданылатын материалға негізделген. Күн панельдері пленка және кремний түрінде болуы мүмкін. Кремний күн панельдері монокристалды, поликристалды және аморфты болып бөлінеді.

Монокристалды күн панельдері дәстүрлі қара немесе қою көк реңге ие. Мұндай панельдер алюминий жақтаумен қапталған және соққыға төзімді әйнекпен жабылған. Бұл элементтер өте тиімді, өнеркәсіптік үлгілер 16 % аймағында нақты пайдалы әсер коэффициентін көрсетеді, сондықтан бұл типтегі элементтер поликристаллға қарағанда 1 Ваттқа қарағанда қымбатырақ. Олардың қызмет ету мерзімі өте ұзақ, 50 жылға жетуі мүмкін.

Ашық көк түсті поликристалды күн батареялары монокристаллға қарағанда едәуір арзан. Олар үшін элементтер кремнийдің жалғыз кристалынан жасалмайды, сондықтан кремний атомдары кездейсоқ осында салынған. Қазір поликристалды панельдің орташа тиімділігі 13-15% құрайды. Алайда, қол жетімділіктің кеңдігіне байланысты дәл осы типтегі элементтер күн энергиясына мүмкіндігінше арзан қол жеткізгісі келетін тұтынушылар арасында өте кең таралған. Олардың ең ұзақ қызмет ету мерзімі – 25 жыл.

Күн панельдерінің қуатын есептеу оларды дұрыс таңдаумен бірге күн электр энергиясының қажетті мөлшерімен қамтамасыз ету үшін қажет.

Кесте 2 – ТСМ–200В(24) ФЭМ–нің энергетикалық сипаттамалары

Өлшемі, мм	Кернеуі, В	Қуаты, Вт	Салмақ, кг	Қысқа тұйықталу тоғы, А	Бос жүріс кернеуі, В	ПӘК, %
1338×992×43	24	200	17,4	5,88	42	18,31

Күн батареясының ауданын табамыз:

$$S_{\text{кэс}} = \frac{10980}{190} = 57,79 \text{ м}^2$$

Келесі таңдалған ФЭМ ауданын анықтаймыз:

$$S_{\text{фэм}} = 1,338 \cdot 0,992 = 1,327 \text{ м}^2$$

Тиісінше, КЭС панельінің санын келесідей есептейміз:

$$N_{\text{кэс}} = \frac{S_{\text{кэс}}}{S_{\text{фэм}}}$$

$$N_{\text{кэс}} = \frac{57,79}{1,327} = 43,6 \text{ дана}$$

Мәнді жақын мәнге дейін жуықтаймыз, яғни 44 дана болады. Сәйкесінше, барлық КЭС және ФЭМ – ның номиналды қуаты төмендегідей анықталады, кВт:

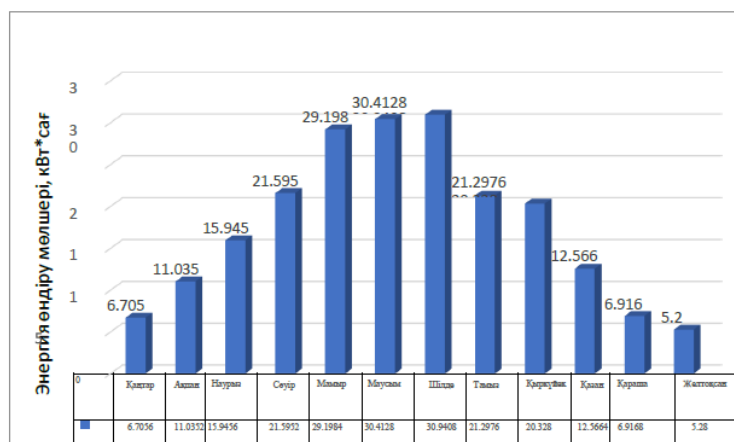
$$P_{\text{кэс}} = N_{\text{кэс}} \cdot P_{\text{фэм}}$$

$$P_{\text{кэс}} = 44 \cdot 200 = 8800 \text{ Вт} = 8,8 \text{ кВт}$$

Кесте 3 – Энергияны КЭС –тің айға тәуелді өндіру

Ай	$E_{мен}, кВт \cdot сағ / (м^2 \cdot күніне)$	$W_i, кВт \cdot сағ$
Қаңтар	1,27	6,7056
Ақпан	2,09	11,0352
Наурыз	3,02	15,9456
Сәуір	4,09	21,5952
Мамыр	5,53	29,1984
Маусым	5,76	30,4128
Шілде	5,86	30,9408
Тамыз	5,17	21,2976
Қыркүйек	3,85	20,328
Қазан	2,38	12,5664
Қараша	1,31	6,9168
Желтоқсан	1	5,28

3-кестенің нәтижелері бойынша график 1-суретте көрсетілген.



Сурет 1 – ФЭМ электр энергиясының айлар бойынша есептік өндіру кестесі

Осыған сәйкес және нысанның қалыпты түрде жұмыс жасауы үшін қосымша күн электр станциясымен қатар жұмыс жасайтын жел генераторын қою туралы шешім қабылданды. ЖЭҚ ұзақ бұлтты

күндері және қалың қар мен тұман болған жағдайларда қуат көзін тұтынуға мүмкіндік береді.

Өндіріс үшін қорек көзі ретінде күн және жел электр станциялары тандалды (КЭС, ЖЭС). Осыған байланысты қорек көзі ретінде тандалған станциялардың келесідей элементтері есептелді: қуаттары, жұмыс режимдері, АКБ түрі мен саны, инвертор және контроллер, ФЭМ түрі мен саны және орналасуы тандалды.

ӘДЕБИЕТТЕР

1 Калимбетов Г. П., Обозов А. Дж. Развитие возобновляемые источников энергии в Кызылординской области РК. Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова №1 (34), 2015г.

2 Калимбетов Г. П. Тойгожинова А. Ж. Вопросы и надежность электроэнергетики РК. Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 12 октября 2020 г. / Под общ. ред. Е. П. Ткачевой. – Белгород : ООО Агентство перспективных научных исследований (АПНИ), 2020. –17–21с.

3 Лукутин. Б. В. Возобновляемые источники электроэнергии: учебное пособие / Б. В. Лукутин – Томск: Изд-го Томского политехнического университета, 2008. – 187 с.

4 Лукутин, Б. В. Системы электроснабжения с ветровыми и солнечными электростанциями : учебное пособие / Б. В. Лукутин, И. О. Муравлев, И. А. Плотников. – Томск : Издательство ТПУ, 2015. – С. 47–66.

5 Расчет электрических нагрузок [Электронный ресурс]:/ Проектируем электрику вместе-Москва, 2013.

ЖАҒАНДАНУ ДӘУІРІНДЕГІ БАЛАМАЛЫ ЭНЕРГИЯ КӨЗДЕРІ ЖӘНЕ ЭНЕРГИЯНЫ ҮНЕМДЕУ ЖОЛДАРЫ

КУЛЬМАҒАНБЕТОВА Р. А.
тарих пәнінің мұғалімі, №18 ЖООБМ, Екібастұз қ.
АЙТКЕН Қ.
10 сынып, № 18 ЖООБМ, Екібастұз қ.

Жаңартылатын энергия көздерін дамыту үшін энергияның жаңа моделін құру, электр энергиясын өндірудің технологиялық базасын өртаптастыру, энергия тапшылығын азайту және жаһандық экологиялық мәселелерді шешу қажет екені анық. Жаңартылатын энергия көздеріне деген сұраныс үнемі өсіп келеді. 2050 жылға қарай олардың әлемдегі энергетикалық баланс үлесі 35 %-ға дейін артады деп болжануда. Бүгінде барлық дамыған елдерде баламалы энергетикаға қатысты бағдарламалар жасалып, жүзеге асырылуда екені анық. Қазіргі заманды электр энергиясыз мүлдем елестету мүмкін емес. Сол себепті де, электр энергияны алудың шығыны аз, экологиялық таза көздерін табу бүгінгі күннің негізгі мәселесіне айналып отыр. Жер бетіндегі энергия ресурстарының шектеулілігі күн энергетикасын дамытуды қажет етеді. Күн энергиясы қоршаған ортаға қауіпсіз, экологиялық таза және оны алу жолдары қиын емес. Күн энергиясын күнделікті тұрмыста кеңінен пайдалану – бүгінгі күннің өзекті мәселелерінің бірі. Әсіресе, бұл мәселенің түбегейлі шешілуі қазіргі уақытта дүние жүзінде мұнай мен газ секілді отынның күннен-күнге қымбаттауынан туындап отырған негізгі проблемалардың толықтай шешімін табуына өз септігін тигізері сөзсіз [1, 23 б.].

Яғни, біз күн сайын, күні бойы энергияны қолданып, онсыз өмірімізді көрмейміз. Бірақ, соған қарамастан, адамдардың үлкен бөлігі, өкінішке орай, энергияның біздің өміріміздегі рөліне аса мән бермей, маңызын түсінбейді және энергияны жай ғана қалыпты зат деп санайды. Бірақ энергияның қалай, қандай жолмен алынатыны туралы ойланбайды. Энергия - электр энергиясын өндіру үшін жағылатын көмірден және басқа да табиғи ресурстардан алынады. Суық күндері бір бөлмені жылыту үшін әдетте 10 шелек көмір қажет. Ал барлық үйлерді жылыту үшін отынның мөлшері қаншалықты көп болу керектігін тіпті елестету де қиын.



Сурет 1 – Баламалы энергияны алу жолдары

Адамдардың жауапкершіліксіздігі мен немқұрайлылығының салдарынан пайда болған ірі әлемдік проблема - энергия ресурстарының тапшылығы. Осы проблема бұрыннан бері бар, бірақ жыл сайын оның масштабтары үлкейіп, жағдай одан сайын нашарлап жатыр. Ондаған жылдарға созылған ресурстарды өте ысырапсыз пайдалану нәтижесінде бүгінгі күнге дейін олар қалмады.

Адамзаттың энергетикалық проблемасының жаһандануы өткен ғасырдың 70-жылдарында, арзан мұнай дәуірі аяқталған кезде басталды. XX ғасырдың 60–80 жылдары ғана көмір өндірудің әлемдік көлемі 40 %, мұнай 75 %, табиғи газ 80 % құрады. Сол кезде проблеманы шешу үшін отынның қолданылуын азайту жоспарланды. Бірақ жүзеге асырылмай, керісінше, көмір, мұнай, газдың қолданылу көлемі бірнеше есе артты. [2. 227 б.].

Энергетикалық ресурстардың жетіспеушілігі проблемасы көптеген жылдар бойы әлемде орын алып, әлі күнге дейін шешілмеген болып қалды. Адамдар жер қойнауынан ресурстарды өндіруді жалғастыруда. Мұнай, табиғи газ және көмір сияқты қалпына келмейтін табиғи энергетикалық ресурстардың қазіргі кезде қорлары қауіпті деңгейге дейін азайды. Сондықтан мәселе сыни деңгейге жетпегенше, біз оны шешіп, әлемді кризистан құтқару керекпіз.



Сурет 2 – Екібастұз ГРЭС-2 – Екібастұз қаласындағы электр станциясы

Қуат жетіспеушілігі мәселесін шешудің бір амалы – қуатты үнемдеу. Қуатты үнемдеуге бағытталған шаралар Қазақстандағы нағыз балама қуат көздері болып табылады. Энергия мен қорларды үнемдейтін технологияларды дамыту барған сайын өзекті мәселеге айналып барады.

Күн – энергияның аса қуатты көзі, оның энергиясы электромагниттік толқындар спектрінің барлық бөлігінде – рентген және ультракүлгін сәулелерден бастап радиотолқындарға шейін ұдайы сәуле шығарып, таратып тұрады. Бұл сәулелер Күн жүйесіндегі барлық денелерге күшті әсер етеді: оларды қыздырады, планеталардың атмосферасына әсер етеді, жердегі тіршілікке қажетті жарық пен жылу береді. 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.

Проблеманы шешу үшін біз не істей аламыз?

Біріншіден, проблеманы әлемдік деңгейде шешуге ұмтылмас бұрын, әр адам өзінен бастау керек. Әркім жай ғана энергияны

үнемдеп, жарықты қолданбағанда сөндіріп, зарядтағыштарды электр ұясынан шығарып жүрсе, ол елеусіз нәрсе болып көрінгенімен, бірақ энергияны үнемдеуге үлкен үлес тигізеді.

Ойлап көріңіздерші, жер бетінде 8 миллиард адам өмір сүреді. Әркім энергияның қолдану мөлшерін небәрі 1,5 есе азайтса, отын мен энергия ресурстарының қаншалықты үлкен мөлшері үнемделеді [3,54 б.].

Сонымен қатар, энергияны үнемдеу мақсатында көптеген инновациялық құрылғылар ойлап табылды. Мысалы, өнеркәсіптік және коммуналдық жабдықтарды өзгертіліп, ондағы энергия тұтыну азайтылды, электр үнемдегіш көліктер ойлап шығарылды. Осындай басқа да өнертабыстар шығарылып, кеңінен қолданыла бастаса, энергия тұтынуын бірнеше есе азайтуға болады. Сондықтан, осындай жаңа құрылғыларға назар аударып, дамуы мен таралуын қамтамасыз ету керек.

Яғни, әрбір адам энергия үнемдеудің маңыздылығы мен қажеттілігін түсінсе, энергияны қолдануға немқұрайлы қарамай, оны үнемдесе, проблеманың масштабтары кемиді.

Екіншіден, энергияны үнемдеуге үлкен үлес қоса алатын тағы бір зат – баламалы энергия көздері. Баламалы энергия көздері дегеніміз – қоршаған ортаға зиянын тигізбейтін, табиғи таза энергия өндіру көздері. Ондай энергия көздері экологияға еш зиянын тигізбейді, мұнай, көмір, газ тәрізді пайдалы қазбаларды игерудің қажеттілігі тумайды. Баламалы энергия көздерін қолдану әлі қатты таралмаған, бірақ мұқият зерттеліп, артықшылықтары мен кемшіліктері талқыланып жатыр. Болашақта көптеген елдер толықтай баламалы энергия көздеріне көшуді жоспарлауда.

Баламалы энергия көздері деген не?

Баламалы энергия көздері табиғи энергия көздерінен алынады. Мысалы гидроэнергетика, жел энергиясы, күн энергиясы, геотермалдық энергия, биомасса және толқындар энергиясы. Ол алынатын энергия көзінің қалыпқа келе алатындығында немесе белгілі бір шектеулі ресурсқа тәуелді емес.

Баламалы энергия көздерінен энергия алу қалай жүзеге асырылады?

Мысалы, ауа қозғалысынан өндірілетін энергия түрін қарастырайық. Алып диірмен құрылыстары салынып, жел энергиясы өндіріледі. Желдің қатты жылдамдығы алып жел турбиналарын қозғалысқа түсіреді де, кейін одан электр энергиясы өндіріледі.

Күннен тікелей алынатын энергия түрі. Күннен келетін сәулені электр энергиясына айналдырады. Күн батареялары түскен сәулені электр энергиясына айналдырады. Сонымен қатар күннен келетін сәуленің жылуы да электр энергиясына айналдыруға болады, ол күн жылу энергиясы деп аталады [4, 231 б.].

Міне, энергияны баламалы энергия көздерінен алу жолы өте тиімді әрі экологияға зиян келтірмейді. Энергия алудың дәстүрлі түрінен қарағанда, баламалы түрі ыңғайлы әрі тиімді. Бірақ оның кең таралмай, әлі танымалдыққа ие болмаудың себептері бар. Кез келген затта сияқты, баламалы энергия көздерінен энергия алудың да кемшіліктері бар. Мысалы, электр станциялары көп жерді қажет етеді, белгілі бір ендік пен климатты қажет етеді, бағасы қымбат, пайдалы әсер коэффициенті төмен, т.б. Осы кемшіліктермен жұмыс жасалып, баламалы энергия көздерін қолдану барлығы үшін қолжетімді болса, болашақта энергия алудың осы тәсілі таралып, танылып, кеңінен пайдалану мүмкіндігі пайда болатыны сөзсіз анық.

Энергия үнемдеудің тағы бір жолы – ЖІӨ-нің энергия сыйымдылығын төмендету.

Осы тәсіл энергия үнемдеуде үлкен көмегін әкелетіні іс жүзінде дәлелденді. Батыстың экономикалық дамыған елдері энергия үнемдеу саласында ең елеулі жетістіктерге қол жеткізді. Алғашқы 15 жылда олар ЖІӨ-нің энергия сыйымдылығын 1/3 төмендете алды, бұл олардың әлемдік энергия тұтынуындағы үлесін 60 пайыздан 48 пайызға дейін төмендетті. Бұл үлкен жетістік.

Қорытындылай келе, адамзаттың энергетикалық проблемасы және оны шешу жолдары бүгінде бүкіл әлемді алаңдатады. Адамдар энергияны күнделікті өмірде әрқашан қолданып, оған үйреніп қалған. Қазіргі кезде біз өмірімізді энергиясыз елестете алмаймыз. Себебі онсыз даму жүзеге асырылмай, өмір сүру қиын. Сондықтан болашақта энергияның тапшылығы проблемасы қоғам мен әлемде орын алмас үшін, оны қазіргі кезден бастап шешу керек. Проблеманы шешуде адамзат алғашқы қадамдар жасап, түрлі құрылғылар құрастырып, жоспар құрды. Дәл солай ары қарай да жалғастырып, энергияны үнемдеп, болашағымызды ойлайық. Себебі энергия мен ресурстарсыз өмір жоқ.

ӘДЕБИЕТТЕР

- 1 «Энергия көздері» В. С. Лаврус, 2013 ж. 23-31 беттер [1, 23 б.].
- 2 «Қазақстан» ұлттық энциклопедиясы. 9-том, Алматы, 2010 жыл; 227–228 беттер. [2, 227 б.].
- 3 «Күннің құрылымы және негізгі сипаттамалары» Жақанбаев А. К. Алматы, 2015ж. 54–58 б. [3, 54 б.].
- 4 Энергия және энергиямен жабдықтаудың альтернативті көздері. «Издательство» . Мәскеу, 2014 ж. 231–235 бет [4, 231 б.].

ИСТОЧНИКИ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГИИ

КУМАРБЕК Б.

преподаватель специальных дисциплин,
Аксеуский колледж черной металлургии, г. Аксеу

СТЕПЧУК С. А.

студент, Аксеуский колледж черной металлургии, г. Аксеу

В Казахстане уже на протяжении многих лет тема развития альтернативных источников энергии остается открытой. Много разговоров, а также все возможных инициатив по созданию в Казахстане реально действующих предприятий, использующих в качестве источника энергии альтернативу, взятую с солнцем или ветром.

Однако с недавнего времени Казахстан постепенно стал переходить на использование альтернативной энергетики, но пока еще в малых масштабах.

Пролетая над Ганновером или, скажем, Голландией, конечно, можно увидеть большое количество ветростанций, тем более что Европа объявила о том, что в ближайшие 20–30 лет удельный вес использования альтернативных источников должен заменить традиционные источники энергии [1, с. 55].

Тема развития альтернативных источников энергии или использования тех видов энергоресурсов, что ранее не использовались, в последнее время стала весьма популярной. Подпитывает этот интерес возрастающая потребность мировой экономики в энергоресурсах, периодически возникавшие кризисы на мировом рынке энергоносителей, озабоченность экологической нагрузкой на окружающую среду при использовании минерального топлива и все более осознаваемая необходимость поиска некой альтернативы минеральным энергоресурсам.

К источникам альтернативной энергии относят нетрадиционные источники энергии- солнечную, ветровую геотермальную энергетику. Энергию можно разделить на два больших класса :на возобновляемая и возобновляемая. К первой категории относится использование таких энергоносителей, как нефть и каменный уголь. Рано или поздно из запасы на планете будут исчерпаны. К тому же их применение связано с выбросами в атмосверу углекислого газа глобальным потеплением. Возобновляемые, или альтернативные источники энергии – неисчерпаемые ресурсы, напремер, ветер или солнечный свет. Их применение имеет меньше побочных эффектов, а риск истощения запасов отсутствует полностью. В наши дни большая часть энергии вырабатывается за счет жигания нефти и газа, а также благодаря работе атомных электростанций. Все эти источники потенциально опасны для окружающей среды. Поэтому востребованной становится альтернативная энергетика, позволяющая получать энергию более экологичным способом, наносящим минимальный вред окружающей среде[4, с. 21].

Возобновляемые источники энергий не наносят вред окружающей среде, помогают снизить уровень выбросов парниковых газов в атмосферу, уменьшить последствия изменения климата. К восстанавливаемым источникам не относится атомная энергетика и природный газ, поскольку запасы этих ресурсов не вечны. Энергию можно поделить на два больших подразделений: восстанавливаемая и не восстанавливаемая . Использование энергоносители таких как нефть, и уголь относятся к первой категорий. В скором времени запасы нашей планеты будут истощены. Их приминение связано с глобальным потеплением и выбросами углекислого газа. Восстанавливаемые или заменяющие источники энергии нескончаемые ресурсы это ветер или Солнце. Их использование имеет наименьше побочных эффектов, а рискитраты запасов снижается до нуля. В наши дни наибольшую часть энергии получаем за счет жигания газа и нефти,за счет работы атомных электростанций.Все эти источники опасны для нашей среды обитания. Поэтому мы больше пользуемся альтернативной энергетикой, она позволяет получить энергию экологичным путем, которая наносит не сильный вред окружающей среде.[2, с. 124].

Альтернативные виды энергии

Есть разные виды энергий и методы их добывания. Солнечная энергия, ветровая, гидроэнергия, волновая энергетика, геотермальная энергия и биотопливо являются одними из видов альтернативной

энергетики. Методы добывания и использование зависит от каждого вида индивидуально. Они похожи лишь тем что пользуются потенциалом для развития и используются наименьше нежели ископаемое топливо.

Плюсы и минусы альтернативной энергии

В данный момент производство альтернативной энергетики не развито, вопреки ее экологичности и высоко перспективности.

1. Солнечная энергия.

Плюс этой отрасли энергетики, вы экономите ежемесячный счет за электричество.

Повышаете стоимость своего жилища, при этом солнечные панели становятся дешевле чем раньше. Хотя и Солнце светит всюду на нашей планете, есть некоторые регионы которые получают не так много солнечного света как другие. Минус в этих панелях в том что они подходят не ко всем крышам домов. Например кедровая черепица или шифер не подходят для таких солнечных панелей. В дни затмения и в ночное время суток солнечные панели не работают, поэтому обладатели таких панелей временно пользуются электроэнергией. Конечно если вы устанавливаете солнечные панели впервые для вас это будет стоить дороже потому что вы должны будет заплатить за всю составляющую, но в последующим эти панели помогут вам экономит. Энергия которую Солнце выделяет Земле в течение 24 часов , было бы достаточно для пользование всей планете на 365 дней. При этом выработка электричество солнечными панелями не больше 2 % от общего количества. Солнечная энергия является экологичным, безопасным и недорогим по себестоимости. Самый большой минус такой панели то что она зависит от погоды и ночного времени. В странах которые находятся в северной части нашей планеты невыгодно строительство солнечной панелей. Ученые хотят создать панель, которая будет улавливать фотоны в не солнечную погоду. Есть проблема в том что фотоэлементы нужно уничтожать вовремя, потому что в них содержатся опасные элементы. Мало стран которые могут заниматься переработкой солнечных батарей. Солнечные панели получают востребованность в тех странах в которых обходятся дешевле. Во многих удаленных фермерских участках используют солнечной батарей. Хотя некоторые страны несмотря на ее стоимость и альтернативу дешевле приобретают солнечные панели. Например, Израиль в котором 90 % воды нагревается с помощью энергии Солнца. С помощью солнечных батарей создают машины,

самолеты и поезда. Также «умные дома» в основном оснащаются солнечными панелями, умный дом может настроить необходимую мощность в зависимости от домоладцев. Также солнечные панели являются резервными источниками. На данный момент мощность электростанций работающие на солнечной энергии 400,0 МВт. Запускается новый проект для ускорения мощность до 850,0 МВт. [1, с. 12].

2. Ветроэнергетика

Добывание энергии с помощью ветра, также эффективно как и солнечные панели. Если сравнивать цены 1980 года и на данный момент они снизились на 80 %. Ветроэнергетика-отрасль возобновляемой энергетики, занимающаяся разработкой теоретических основ, методов и технических средств преобразования энергии ветра в механическую, тепловую или электрическую энергию. Он рассматривает возможности рационального использования энергии ветра в народном хозяйстве. В целях поиска дешевых источников электроэнергии в стране, в соответствии с государственной программой «о развитии производства электроэнергии в Казахстане до 2030 года», рассматриваются эффективные пути применения энергии электрической энергии, вырабатываемой ветровыми силами, в народном хозяйстве. В Казахстане можно широко и обильно производить электроэнергию, получаемую ветровой энергией [2, с. 25].

Энергия ветра имеет много экологических и экономических преимуществ перед другими источниками энергии. Повысить его эффективность можно путем совершенствования технологии ветроэнергетических установок. Для устойчивого использования энергии ветра необходимо комплексное сочетание ветроэнергетических установок с другими источниками энергии. В Восточном, Юго-Восточном, Южном регионах республики очень эффективно производство электроэнергии в сочетании гидроэлектростанций и ветряных электростанций. Если сила ветра увеличивается в зимние месяцы, она уменьшается в летние месяцы, а вода, с другой стороны, уменьшается в зимние месяцы, она увеличивается в летние месяцы. Таким образом, производство энергии может быть несколько стабилизировано. На 40-й широте в приграничной с Китаем зоне Алматинской области, на мегабассейне Евразии, наблюдается сильный ветер у ворот Жетысу, так называемого «полюса ветра» в Центральной Азии, где переносится объем огромной воздушной массы. Это естественная

«аэродинамическая труба» в самом узком месте (10-12 км в ширину и 80 км в длину) двух гор. Энергия ветра в основном возникает из-за того, что солнечная энергия неравномерно нагревает поверхность Земли. Каждый час Земля получает от Солнца 1014 кВтч энергии. 1–2 % солнечной энергии преобразуется в энергию ветра. Этот показатель в 50–100 раз превышает энергию, выделяемую всеми растениями на земле при преобразовании в биоэнергетику. В течение нескольких тысяч лет люди использовали ветер в качестве источника энергии. Плавал с помощью паруса, используя энергию ветра. Земля использовалась при орошении, в качестве ветряной мельницы для измельчения зерновых продуктов [3, с. 12].

Запасы энергии ветра в 100 раз превышают запасы гидроэнергии рек всей планеты. Всегда и везде дует ветер. Можно отметить бурый прохладный летний бриз, чудесные штормы, приносящие катастрофу, ущерб. Регенеративная нетрадиционная ветроэнергетика перспективна, экологична, ее запасы никоим образом не истощаются, она дешевая, эффективная. Их использование не нарушает балансы природы. Всем нам известно, что применение энергии ветра удобно на волнообразных берегах моря в высоких предгорьях горных районов. Регионов, благоприятных для развития ветроэнергетики, очень много. Сила ветра напрямую связана с неровной поверхностью земли. Например, рассмотрим две части горной местности, где, хотя энергия Солнца, падающая на две части, одинакова, поскольку Земля имеет разную шероховатость, влияние силы ветра и направление также различаются. Влияние силы ветра меняется в зависимости от смены времени года, изменения погоды. Например, учитывая климатические условия Дании, получается, что энергия, обеспечиваемая фотоэлектрической системой, дает 18 % зимой и 100 % летом, а энергия, получаемая от ветряной электростанции, дает 100 % зимой и 55 % летом. При такой совместности, конечно, будет более эффективным комбинированное использование ветрового стекла, состоящего из ветрового стекла и фотоэлектрической системы, чем личное использование. Количество энергии, вырабатываемой силой ветра, зависит от плотности ветра, площади лопастей ветряной турбины, Куба скорости ветра. Итак, давайте сосредоточимся на них индивидуально [2, с. 82].

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Концепция экологической безопасности РК, Астана, 2002.
- 2 Новиков Ю.В. Экология, окружающая среда и человек. М., «ФАИР-ПРЕСС», 2003 г.
- 3 Проект Закона РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии» 2007 – 2009 гг.
- 4 Стокгольмская Конвенция о СО₂: [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.pops.int/documents/convtext/convtext_ru.pdf

**«MATHCAD» БАҒДАРЛАМАСЫНДА ЕНДІК-ИМПУЛЬСТІК
МОДУЛЯЦИЯЛЫ ҮШ ФАЗАЛЫ ЖИІЛІКТІ
ТҮРЛЕНДІРГІШТІ МОДЕЛЬДЕУ**

МУСТАФИН М. А.

т.ғ.к., профессор, Ф. Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы қ.

АЛМУРАТОВА Н. А.

PhD, доцент, Ф. Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы қ.

ЖАРКЫМБЕКОВА М. Б.

докторант, Ф. Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы қ.

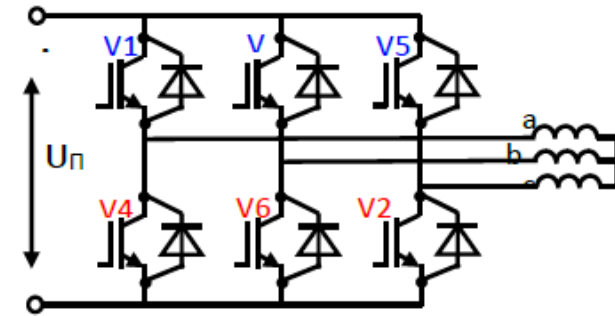
Мақалада «Mathcad» бағдарламасында орындалған ендік-импульстік модуляциясы (ЕИМ) бар үш фазалы жиілікті түрлендіргіштің (ЖТ) моделі ұсынылған. Модельдің дұрыстығын растайтын модельдеу нәтижелері көрсетілген.

Қазіргі уақытта айнымалы ток қозғалтқыштарының жиілігін басқаруды жүзеге асыруға арналған жиілікті түрлендіргіштің (ЖТ) ішінде ең көп таралған түрі – ендік-импульстік модуляциясы (ЕИМ) бар шығыс кернеуінің басқарылмайтын кернеу түзеткіші және түрлендіргіш.

Бұл инверторлардың негізгі артықшылығы – электр қозғалтқышының қоректендіру тізбегінде және желіде пайда болатын паразиттік гармоникалардың ең аз саны.

ЕИМ бар ЖТ концептуальды моделін құрастыру үшін 1 суретте көрсетілген ең көп таралған сұлбаны алайық. Мұндағы V1...V6 – вентилі кілттер (IGBT биполярлы транзисторларда орындалады), UP – басқарылмайтын түзеткіштен тұрақты кернеу,

a, b, c – жұлдызша қосылған айнымалы ток қозғалтқышының статор фазалары.

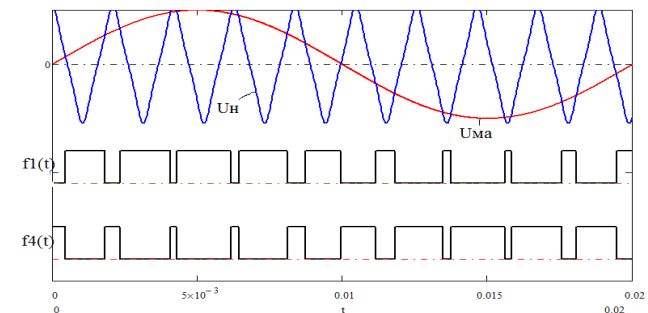


Сурет 1 – Үш фазалы кернеу инверторының күштік сұлбасы

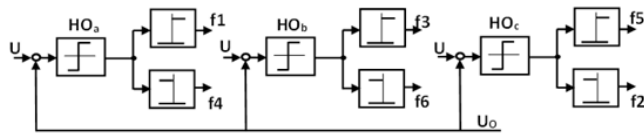
Мысал ретінде, тіректік кернеу ретінде күштік топтың вентилендері ауысырып-қосылатын, жоғары жиілікті ωH , ара тәрізді тіректік кернеу U_H қолданылатын ЕИМ қарастырайық (2 сурет).

Тасымалдаушы жиіліктің импульстерінің ұзақтығы модельдеуші кернеудің U_M формасына сәйкес әр период сайын өзгеріп отырады.

Бұл тірек кернеуді модуляциялаушымен салыстыру арқылы қол жеткізіледі, ол үшін ЖТ басқару жүйесіне нөлдік орган (НО) және қалыптастырушы (Ф) қосылған және вентилендерді ауыстырып-қосу олардың тең болуы уақытында орындалады (3 сурет).



Сурет 2 – ЕИМ кезінде басқарудың импульстерін қалыптастыру



Сурет 3 – Үш фазалы ЖТ ЕИМ жүйесі

Егер $U_M > U_H$, нөлдік органның шығысындағы сигнал он болады, ал қалыптастырушының шығысында F_n транзисторды ашатын оң сигнал f_n пайда болады.

«Mathcad» қосымшасының көмегімен ЕИМ бар бір фазалы ЖТ математикалық моделі ұсынылған [2]. Электр жетегінде қолданылатын үш фазалы инвертордың өзіндік ерекшеліктері бар.

Модель құру үшін сандық есептеу әдістері бойынша мүмкіндіктерді және «Mathcad» қосымшасының көмегімен математикалық моделдеуді қолданамыз. Бастапқы берілген ретінде тасымалдаушы кернеудің жиілігі ω_H , модуляциялаушы кернеудің жиілігі $\omega_M = \omega_{\text{шығ}}$ және шығыс кернеуінің (амплитудаға қатысты) модуляция тереңдігі алынады. ЕИМ бар ЖТ жұмыс принципіне сәйкес ара тәрізді тірек кернеу келесідей беріледі:

$$U_H(t) = k \cdot \text{tg} \left(\cos \frac{\omega_H t}{2} \right), \quad (1)$$

ал «а» фазасының модуляциялаушы қисығы

$$U_{Ma}(t) = \mu \sin \omega_{\text{бых}} t. \quad (2)$$

Сәйкесінше, «b» және «c» фазалары үшін модуляциялаушы кернеу қисығы 120 эл.градусына ығысқан болады.

$$U_{Mb}(t) = \mu \sin(\omega_{\text{бых}} t - 2\pi/3); \quad (3)$$

$$U_{Mc}(t) = \mu \sin(\omega_{\text{бых}} t - 4\pi/3). \quad (4)$$

Ендік-импульстік модуляция кезінде $V_1 \dots V_6$ қосу шарты «Mathcad» қосымшасында логикалық функцияны if қолдану арқылы жазылады.

$$\begin{aligned} f_1(t) &:= \text{if}(U_H(t) < U_{Ma}(t), 1, 0); & f_4(t) &:= \text{if}(U_H(t) > U_{Ma}(t), 1, 0); \\ f_3(t) &:= \text{if}(U_H(t) < U_{Mb}(t), 1, 0); & f_2(t) &:= \text{if}(U_H(t) > U_{Mc}(t), 1, 0); \\ f_5(t) &:= \text{if}(U_H(t) < U_{Mc}(t), 1, 0); & f_6(t) &:= \text{if}(U_H(t) > U_{Mb}(t), 1, 0). \end{aligned} \quad (5)$$

Фазаның кернеуін қалыптастыру логикаға сәйкес үш фазалы жүйеде вентилдерді ауыстырып-қосумен іске асырылады (1 сурет). Іске асыру үшін «Mathcad» құралдар панелінде «Boolean» тобынан логикалық «ЖӘНЕ» пайдаланылады. «а» фазасы үшін:

$$\begin{aligned} U_{a1}(t) &:= \text{if}(f_1(t) \wedge f_5(t) \wedge f_6(t) = 1, E, 0); \\ U_{a2}(t) &:= \text{if}(f_1(t) \wedge f_2(t) \wedge f_6(t) = 1, 2E, 0); \\ U_{a3}(t) &:= \text{if}(f_1(t) \wedge f_2(t) \wedge f_3(t) = 1, E, 0); \\ U_{a4}(t) &:= \text{if}(f_2(t) \wedge f_3(t) \wedge f_4(t) = 1, -E, 0); \\ U_{a5}(t) &:= \text{if}(f_3(t) \wedge f_4(t) \wedge f_5(t) = 1, -2E, 0); \\ U_{a6}(t) &:= \text{if}(f_4(t) \wedge f_5(t) \wedge f_6(t) = 1, -E, 0); \\ U_{a7}(t) &:= \text{if}(f_1(t) \wedge f_3(t) \wedge f_5(t) = 1, 0, 0); \\ U_{a8}(t) &:= \text{if}(f_2(t) \wedge f_4(t) \wedge f_6(t) = 1, 0, 0). \end{aligned} \quad (6)$$

Соңында «а» фазасының шығыс кернеуі

$$U_a(t) := \sum_{i=1}^8 U_{ai}(t) \quad (7)$$

«b» және «c» фазалары үшін (5) және (6) логикалық өрнекке сай құралады. Желілік (сызықты) кернеу $U_{ab}(t) = U_a(t) - U_b(t)$ сияқты анықталады.

Қозғалтқышқа және тұтас электр жетегінің энергетикалық көрсеткіштеріне жоғары гармоникалық құраушылардың әсер етуін бағалау үшін ЖТ шығыс кернеуінің гармоникалық құрамын білу керекпіз [1,2].

Фурье коэффициенттерінің есептеу тәртібі 4,5 суреттерде көрсетілген. Сандық әдістерді қолдану үшін $U_a(t)$ функциясын берілген элементтер санымен Y_i бірізді есептеулер (вектор) түрінде ЖТ математикалық моделде алынған ЖТ фазасының шығыс кернеуін периодтымен T көрсетуі қажет. Мысал ретінде, $28 = 256$ элемент қабылданған, $U_a(t)$ және Y_i жоғары сәйкестілігі үшін жеткілікті (4 сурет).

Тригонометриялық Фурье қатары түрінде периодты синусоидалы емес функцияның ЖТ кернеуін спектрлік талдау үшін классикалық түрде пайдаланамыз.

$$Ua(t) = \sum_{k=0}^N (A_k \cos(2k\pi t/T) + B_k \sin(2k\pi t/T)), \quad (8)$$

Фурье қатарын келесідей түрде көрсету (8) өрнектен басқа, қолайлы.

$$Ua(t) = \sum_{n=1}^N M_n \cos(2\pi nft + \psi_n), \quad (9)$$

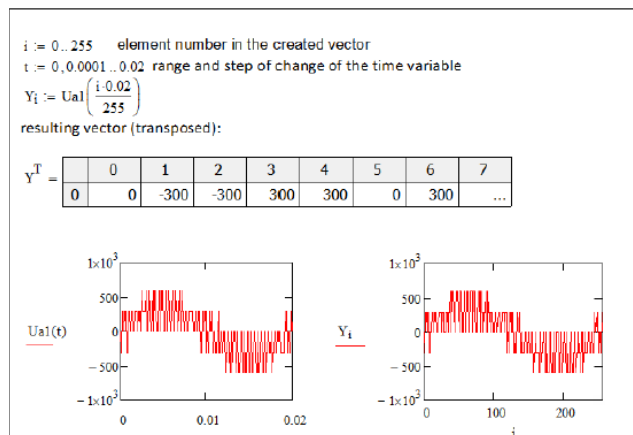
мұндағы n –ші гармониканың амплитудасы мен фазасы,

$$M_n = \sqrt{A_n^2 + B_n^2},$$

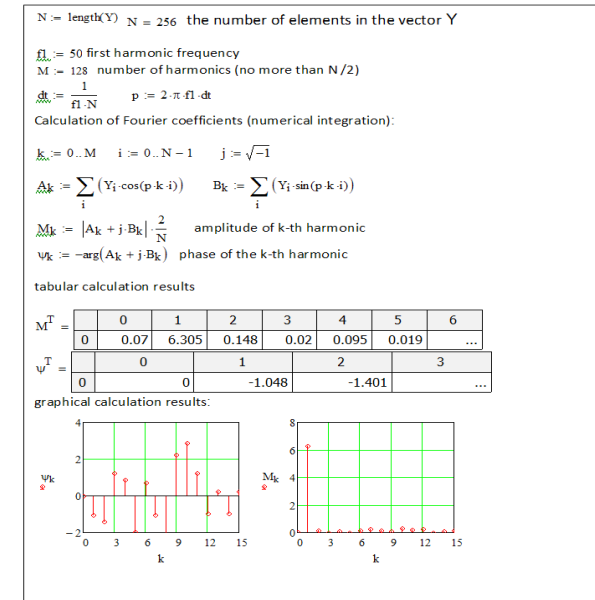
$$\psi_n = -\arctg(B_n/A_n)$$

Сандық әдіспен есептелетін блок (9) өрнектегі гармоникалардың амплитудалары M_k мен фазаларының ψ_k (8) өрнекте көрсетілген ЖТ шығыс кернеуінің A_k және B_k гармоникаларының синусты және косинусты құраушыларының амплитудаларын есептейді.

Есептеу нәтижесінде алынған амплитудасы мен фазасымен (9) сәйкес, $Ua(t)$ шығыс кернеуінің қисығын жүргізілген спектрлі анализ нәтижесін тексеру үшін синтездейміз (6 сурет).



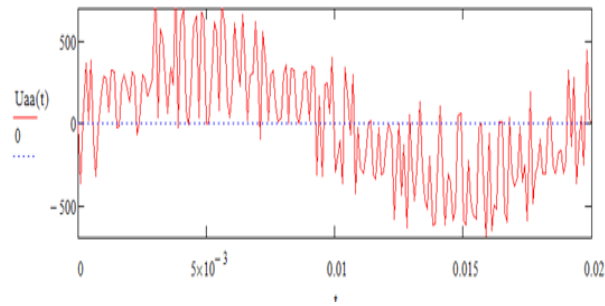
Сурет 4 – Y_1 векторында $Ua(t)$ түрлендіру («Mathcad 15»)



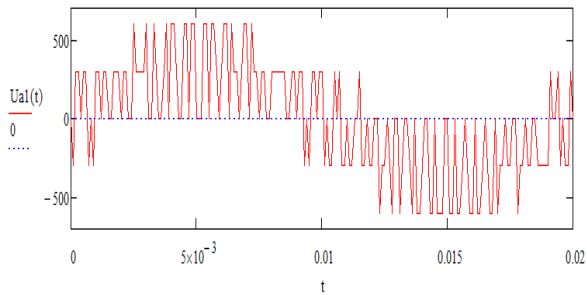
Сурет 5 – ЕИМ бар ЖТ шығыс кернеуінің гармоникалық талдауы («Mathcad 15»)

Төменде, салыстыру үшін, ЕИМ бар ЖТ модельдеу нәтижесінде алынған шығыс кернеуінің қисығы ($Ua1(t)$, 7 сурет) мен тапсырма берілген элементтер санымен (Y_1 , 8 сурет) векторының есептік мәліметтері келтірілген.

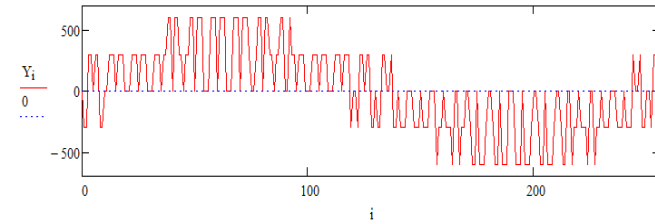
Синтезделген қисық сызығында (6 сурет) күрт төмендеуінен кейінгі тербелісі сандық синтез әдістеріне Гиббс эффектісінің (әсері) салдарынан болып саналады. Эффектті (әсерді) есепке алатын гармоникалық құраушылар санын ұлғайту арқылы әлсіретуге болады.



Сурет 6 – Гармоникалық құраушы бойынша синтезделген ЕИМ бар ЖТ шығыс кернеуінің қисығы



Сурет 7 – Модельдеу нәтижесінде алынған ЕИМ бар ЖТ шығыс кернеуі



Сурет – 1 ЕИМ бар ЖТ шығыс кернеуі (Y_i векторының есептік мәліметтері)

6 суретті модельдеу (7, 8 суреттер) мәліметтерімен салыстырсақ, ұсынылып отырған модель дұрыс және келтірілген бағдарламалық блок түрінде Фурье қатарының коэффициенттерін классикалық интегралдауды есептеуді қолдана отыра алынған, шығыс кернеуінің қисығын синтездеу жоғары нақтылыққа ие екендігін көреміз.

Қорытынды. «Mathcad» бағдарламасында үш фазалы ЕИМ бар ЖТ моделі жасалынды. Бұл жерде, модель тек аналитикалық алгоритмдердің жазылуын ғана емес, сондай-ақ, үш фазалы ЕИМ бар ЖТ шығыс кернеуінің нақты қалыптасуына жақын логикалық операциялар мен аналитикалық комбинациялар да ұсынылады. ЕИМ бар ЖТ модельдеу нәтижелері тек сызбалы түрде емес, сонымен қатар, сандық кестелі түрде шығарылады. Соңғы алынған басқару сигналын ЖТ вентилді тобын тікелей басқару үшін қолдануға болады. Қозғалтқыштың энергетикалық көрсеткіштері мен тұтас электр жетегіне әсер ететін ЕИМ бар ЖТ шығыс кернеуінің гармоникалық құраушысын алу мүмкіндігіне қол жеткіздік.

ӘДЕБИЕТТЕР

- 1 Мустафин М. А., Алмуратова Н. К. «Mathcad» для электроэнергетики. Учебное пособие. - Алматы: АУЭС, 2019.-78б.
- 2 M. Mustafin, N. Almuratova., N. Darimbaeva. Development of a mathematical model of frequency controlled induction electric drive. // Journal of Vibroengineering. 2021, 1833-1834 p. [ағылшын тілінде].
- 3 M. Mustafin, N. Almuratova. Calculation of transient processes of electric drives of centrifugal mechanisms. // International Journal of Pharmacy & Technology. 2016. [ағылшын тілінде].
- 4 Дьяконов В. П. «Mathcad 8–12 для всех» - Солон-пресс – 2005.

5 Қаржыландыру: бұл зерттеуді Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитеті қаржыландырады ИРН АР14869184.

ЭНЕГОСБЕРЕЖЕНИЕ, ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ И ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

МУСТАФИНА Р. М.

к.т.н., доцент, профессор, Торайғыров университет, г. Павлодар

МУСЕКЕНОВА Г. О.

магистр технических наук, старший преподаватель,

Торайғыров университет, г. Павлодар,

МАГАРРАМОВ Э. Р.

студент, Торайғыров университет, г. Павлодар

Решение проблем декарбонизации экономики, особенно топливно-энергетической отрасли РК, [1, с. 78] и выполнение взятых страной обязательств по достижению к 2060 году углеродной нейтральности [2] заключается в использовании современных механизмов и инструментов организационного, технологического направлений по повышению энергетической эффективности, сбережения энергоресурсов и переходе на низкоуглеродные источники энергии.

В Послании Президента К-Ж. К. Токаева народу Казахстана от 1 сентября 2020 года «Казахстан в новой реальности: время действий» особо выделен аспект необходимости «озеленения» экономики (Принцип № 6 «Озеленение» экономики, охрана окружающей среды») [3]. При этом необходимо отметить, как справедливо считают большинство экспертов, что одним из ключевых направлений перехода к «зеленой экономике» является энергосбережение и повышение энергоэффективности. Правительство Казахстана определило следующие нормативы по снижению энергоёмкости ВВП: на 25 % к 2025 и на 50 % к 2050 году. Хотя существует ряд объективных факторов, препятствующих уменьшению этого показателя, к которым относятся резко-континентальный климат, большая территория, протяженные линии электропередач, нефте и газопроводов, дешевые энергоресурсы [4].

С 13 января 2012 года действует новый Закон Республики Казахстан «Об энергосбережении и повышении энергоэффективности», в целях реализации которого создана

необходимая нормативно-правовая база. Для обеспечения эффективного внедрения нормативных документов по повышению энергосбережения и энергоэффективности экономики РК созданы Государственный энергетический реестр (ГЭР) и Карта энергоэффективности. В соответствии с поставленными целями и задачами в стране начат активный процесс внедрения современной системы энергосбережения и повышения энергоэффективности. Реализовано 16 региональных планов энергосбережения и повышения энергоэффективности, а также Программа энергосбережения «Самрук-Казына» и его дочерних компаний до 2020 года [4].

По данным Министерства индустрии и инфраструктурного развития (МИИР) субъектами ГЭР проведено по состоянию на 1 октября 2021 года более 1500 энергоаудитов; на реализацию планов мероприятий по энергосбережению и повышению энергоэффективности инвестировано порядка 300 млрд тенге, при этом в результате реализации планов энергосбережения только за первый год сэкономлено 78 млрд тенге. Основным инструментом привлечения частных инвесторов является Карта энергоэффективности. В рамках Карты реализуются 149 проектов, в том числе 45 проектов через механизм ЭСКО/ГЧП. В частности, в рамках реализации Карты энергоэффективности в 87 городах страны установлено более 600 000 современных светоточек, в том числе 13 городов переведены полностью на светодиодное освещение. Анализ полученных результатов показал, что реализация таких мероприятий позволяет заметно сэкономить энергетические ресурсы и бюджетные средства.

Кроме того, заканчивается реализация совместного с Всемирным банком проекта «Повышение энергоэффективности в Казахстане» на сумму 21,7 млн. долларов США, в рамках которого из 96 социальных объектов (школы, больницы, детские сады) модернизировано 83 объекта. По оставшимся 13 объектам проведен энергетический аудит, запланированные строительно-монтажные работы находятся на этапе завершения. Этот проект имеет также и социальную составляющую, потому что за период модернизации создано более двух тысяч рабочих мест; доля местного содержания в товарах и работах составила 85 % [4].

Из приведенного выше анализа МИИР по реализации государственной программы повышения энергосбережения и энергоэффективности с учетом наработанного опыта, следует вывод, что необходимо продолжение работы в этом направлении при

дальнейшем применении уже проверенных механизмов и разработке новых инструментов стимулирования работ предприятий, организаций и частных домохозяйств по энергосбережению и повышению энергоэффективности. В итоге улучшится положение страны в мировом рейтинге энергоёмкости экономики. В настоящее время по энергоёмкости ВВП Казахстан занимает пятое место и второе по интенсивности выбросов (углеродоемкости) национальной экономики, подтверждая факт, что страна имеет одну из энергоёмких экономик [1, с. 77].

С целью определения степени влияния инвестиций на уровень энергетической безопасности (ЭнБ) региона был проведен анализ изменения индикатора доли региона в выработке электрической энергии в зависимости от внутренних инвестиций в основной капитал несырьевого сектора экономики соответствующего региона. При расчете индикатора и проведении сравнительного анализа использовались данные статистики за 2015 и 2016 годы [5, с. 20, с. 21], [6, с. 3, с. 5]. Сравнительный анализ (таблицы 1, 2) проведен для пяти областей из электроэнергодефицитных южного и северного регионов страны [7].

В 2015 году в Кызылординской и Северо-Казахстанской областях был отмечен прирост инвестиций в несырьевой сектор экономики, чем можно было бы объяснить то, что по индикатору ЭнБ доли региона в выработке электрической энергии эти области находились в нормальной зоне (Н). При этом прирост инвестиций в Северо-Казахстанской области на 69,7 % по сравнению с 2014 годом обеспечил запас прочности по исследуемому индикатору только на 36 %, что не позволило электроэнергетической отрасли региона сохранить уровень ЭнБ 2015 года в 2016 году (снижение на 16 %). Но положительный прирост инвестиций в Южно-Казахстанской области не обеспечил переход этого региона даже в предкризисную зону по рассматриваемому индикатору ЭнБ (таблица 1).

По исследуемому индикатору нормальная ситуация (Н) ЭнБ складывается в регионе, если индикатор имеет значение более 96 %; норматив предкризисной ситуации (ПК) находится в пределах 96-94 %; кризисная (К) ситуация наступает при уровне индикатора – 92-90%; при более низких показателях индикатора возникает угрожающая кризисная ситуация (УК) [8].

В Южно-Казахстанской, Жамбылской и Мангистауской областях в 2015 году по данному индикатору ЭнБ сложилась

угрожающая ситуация, которая прослеживается с начала 2000-х годов [8].

Сведения таблицы 2 также подтверждают, что рост инвестиций практически не обеспечивает повышение уровня ЭнБ.

В 2016 году на ступень повысился индикатор ЭнБ в Мангистауской области от угрожающей кризисной ситуации до кризисной, но это потребовало увеличение инвестиций на четверть. Резко уменьшился в 2016 году индикатор доли региона в выработке электрической энергии в Кызылординской области при снижении инвестиций на 6,61 % в 2016 году по сравнению с 2015 годом (таблицы 1, 2). В 2005-2006 гг. Кызылординская область по исследуемому индикатору также находилась в зоне угрожающей кризисной ситуации [8].

Таблица 1 – Сравнительный анализ изменения индикатора ЭнБ и инвестиций (2015 год)

Наименование региона	Жамбыл-ская область	Кызылор-динская область	Мангиста-уская область	Северо-Ка-захст. область	Южно-Ка-захст. об-ласть
Индикатор ЭнБ (%)	35,09	374,54	62,38	130	61,59
Изменение инвестиций по сравнению с 2014 г. (%)	-7,74	9,71	-7,78	69,7	3,27
Оценка уровня ЭнБ	УК	Н	УК	Н	УК

Таблица 2 – Сравнительный анализ изменения индикатора ЭнБ и инвестиций (2016 год)

Наименование региона	Жамбыл-ская область	Кызылор-динская область	Мангиста-уская область	Северо-Ка-захст. область	Южно-Казахст. область
Индикатор ЭнБ (%)	30,73	62,26	90,28	114	70,12
Изменение инвестиций по сравнению с 2015 г. (%)	1,18	- 6,61	24,91	- 5,29	- 7,28
Оценка уровня ЭнБ	УК	УК	К	Н	УК

Таким образом, наиболее экономически выгодным вариантом обеспечения нормативного уровня энергетической безопасности в условиях обязательной декарбонизации экономики и снижения уровня углеродоемкости производств является повышение энергоэффективности и энергосбережения экономики страны.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Декарбонизация добывающих отраслей экономики Республики Казахстан: монография / Под ред. академика НАН РК, д.т.н., проф. С.Ж. Даукей. – Нур-Султан : Ви-ПРИНТ, 2021. - 220 с.
- 2 Международные обязательства Казахстана по изменению климата. [Электронный ресурс]. – energyprom.kz (27.10.2021)
- 3 Послание Президента К-Ж. К. Токаева народу Казахстана от 1 сентября 2020 года «Казахстан в новой реальности: время действий». [Электронный ресурс]. – https://www.akorda.kz/ru/addresses/addresses_of_president/poslanie-glavy-gosudarstva-kasym-zhomarta-tokaeva-narodu-kazahstana-1-sentyabrya-2020-g
- 4 МИИР РК: итоги, проекты, тенденции энергосбережения. [Электронный ресурс]. – <https://www.gov.kz/memleket/entities/miid/press/news/details/260225?lang=ru>
- 5 Топливо-энергетический баланс Республики Казахстан 2014-2018. Статистический сборник. // Комитет статистики Министерства национальной экономики РК – Нур-Султан : 2019. – 38 с.
- 6 Сборник «Анализ рынка электроэнергии Казахстана 2017», Департамент «Развитие рынка», январь 2018. с. 3; с. 5. [Электронный ресурс]. – <https://eenergy.media/wp-content/uploads/2018/02/analiz-rynka-elektroenergii-kazahstana-za-2017.pdf>
- 7 Мустафина Р. М., Мусекенова Г. О. Электр энергетикалық қауіпсіздік индикаторы мен өңір экономикасындағы инвестициялар байланысы // Материалы международной научно-практической конференции «XIV Торайгыровские чтения» / - Павлодар : Торайгыров университеті, 2022. – Т. 3. С. 542-545.
- 8 Мустафина Р. М., Мустафина Г. М., Танат А. Х. Исследование электроэнергетической безопасности регионов Казахстана методом индикативного анализа. / Р. М. Мустафина, Г. М. Мустафина, А. Х. Танат // Вестник ПГУ. Серия энергетическая. – № 2. – 2008. С. 33-47.

МЕТОДИКА ВЫБОРА ТОКА СЛОЖНОЙ ФОРМЫ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

ПТИЦЫНА Е. В.
д.т.н., профессор, Омский государственный технический университет,
г. Омск, Российская Федерация

КУВАЛДИН А. Б.
д.т.н, профессор, НИУ Московский энергетический институт,
г. Москва, Российская Федерация

ПТИЦЫН Д. В.
ассистент, Омский государственный технический университет,
г. Омск, Российская Федерация

Введение

Излучательные электротехнологические установки (ИЭТУ) широко применяются в промышленности, в сельском хозяйстве и др. [1–7]. Использование тока высокой частоты (ТВЧ) для процесса сушки овощных культур позволили сократить продолжительность процесса, обеспечить равномерный нагрев продукта по всему объему и скорость сушки, отмечена малая инерционность устройств, используемых для ТВЧ, возможность автоматизации сушки и регулирование величины теплового потока и др. [8]. Целесообразность использования токов сложной формы (ТСФ) для питания ИЭТУ обусловлено особенностями процессов в излучателях: неустановившемся распределением скоростей заряженных частиц в электронной плазме металла излучателей, тепловым движением частиц, примесями (дефекты, дислокации) и анизотропией в поликристаллических телах, которые влияют на их механические и химические свойства. Имеет место сложный характер колебаний разных частот и др. В металлах могут распространяться некоторые типы электромагнитных волн некой частоты (геликоны и альфвеновские волны) [9]. Так, для светлых излучателей, рассматривая колеблющийся электрический диполь, как простейшую систему, излучающую электромагнитные волны, установлено, что мощность излучения диполя пропорциональна четвертой степени частоты [10].

В [1–8] установлено, ТСФ позволяет повысить энергетические характеристики ИЭТУ, расширить возможности управления технологическими процессами, при воздействии электромагнитного поля частотой 10^2 – 10^4 Гц на излучающий материал и при снижении тепловых потерь в излучателе.

Целью экспериментальных исследований данной работы является разработки методики выбора ТСФ ИЭТУ со светлыми излучателями для улучшения показателей работы.

Проведенные исследования включают в себя:

- 1) Разработка методики выбора ТСФ для ИЭТУ для улучшения показателей работы излучателей на примере светлых излучателей;
- 2) Создание экспериментального стенда;
- 3) Определение зависимости характеристик излучателя от формы питающего напряжения на примере зеркальных инфракрасных излучателей.

Оборудование и методика проведения экспериментов

Эксперименты выполнены на физических моделях ИЭТУ со светлыми зеркальными инфракрасными излучателями типов ИКЗ и ИКЗК (напряжение 220 В и мощность 250 Вт).

Функциональная схема лабораторной установки для экспериментов в режиме с током 50 Гц и режиме с питанием ТСФ представлена на рис. 1.



Рисунок 1 – Функциональная схема ИЭТУ со светлым излучателем

Питание излучателей осуществлялось от сети 220 В через однофазный трансформатор 220/110В с переключением ступеней напряжения и, в случае питания ТСФ, дроссель насыщения (ДН). ДН позволяет изменять спектр тока (напряжения) с содержанием четных и нечетных гармоник с частотами $10^2 \div 10^3$ Гц. Состав ТСФ подбирался путем регулирования тока подмагничивания ДН. Для исследования влияния синусоидального тока (50 Гц) ДН закорачивался.

Для оценки мощности излучения излучателя с помощью спектрометр AvaSpec-ULS 2048-USB2 измеряли облученность (плотность потока излучения) E_e , мкВт/см², поток излучения (лучистый поток) Φ_e , мкВт и цветовую температуру T_u .

Электрические параметры (составляющие мощности и коэффициента мощности) излучателя, а также электрические и энергетические параметры (составляющие мощности и коэффициент мощности в сети) для ИЭТУ при питании током 50 Гц измерялись с помощью анализатора качества электрической энергии ANALYST 2060.

Полагаем, что измеренные параметры обеспечивают функционирование излучателя данного типа в течение всего срока службы.

Эксперимент повторялся для режима с питанием ИЭТУ ТСФ: в схему подключаем ДН, который используется для плавного изменения спектра тока (напряжения) излучателя с содержанием четных и нечетных гармоник с частотами $10^2 \div 10^3$ Гц [1, 9, 10]. Первоначально устанавливали регулировочным реостатом минимальное значение тока подмагничивания ДН ($0,1 I_{п}$). При этом выполняем измерения колориметрических и радиометрических параметров излучателя при токе подмагничивания $0,1 I_{п}$. Также проводим измерения электрических и энергетических параметров излучателя с питанием ТСФ. Проводим измерения электрических и энергетических параметров ИЭТУ с питанием ТСФ. Эксперименты повторяем при изменении тока подмагничивания ДН от $0,1 I_{п}$ до $I_{п.мах}$. Сравниваем колориметрические и радиометрические параметры (E_e и Φ_e) при питании переменным током 50 Гц и ТСФ для исследуемого диапазона регулирования тока подмагничивания ДН от $0,1 I_{п}$ до $I_{п.мах}$.

В качестве критерия выбора оптимального режима принимаем ток подмагничивания, обеспечивающий при напряжении 115В параметры T_u , E_e и Φ_e , как в режиме 50 Гц (заданный срок службы излучателя).

Результаты экспериментальных исследований

Влияние тока подмагничивания на энергетические характеристики для белого излучателя 250 Вт даны на рис. 2: показано изменение интенсивности излучения излучателя от тока подмагничивания ДН.

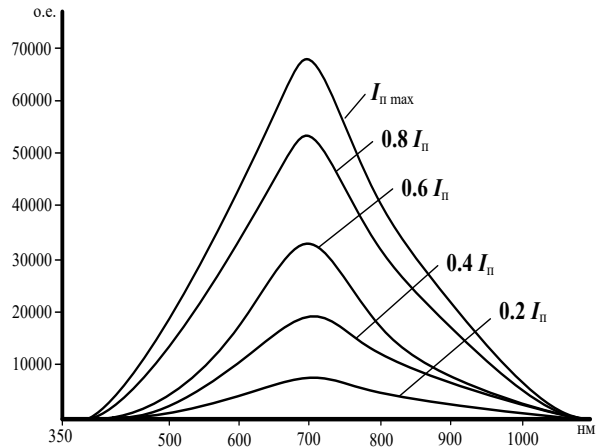


Рисунок 2 – Изменение интенсивности излучения от тока подмагничивания

При регулировании тока подмагничивания ДН от $0.2 I_{n \max}$ до $I_{n \max}$ увеличение интенсивности излучения наблюдалось для всех длин волн сплошного спектра от 400 до 1000 нм.

Мощность излучения излучателя оценивалась значениями потока излучения (лучистого потока) Φ_e и облученности (плотности потока излучения) E_e . Подмагничивание ДН при постоянном напряжении в сети (ступени РПН (ПВВ) трансформатора) изменяло спектральные, колориметрические и радиометрические характеристики белого излучателя: E_e , Φ_e , потребляемые мощности P (табл. 1). При $0.4 I_{n \max}$ и одинаковой для обоих режимов потребляемой мощности $P = 82$ Вт E_e , Φ_e увеличились на 5 - 7% в сравнении с режимом 50 Гц.

Цветовая температура T_c изменялась с 2057 до 1686 К в исследуемом диапазоне регулирования тока подмагничивания ДН.

Таблица 1 – Спектральные характеристики белого излучателя при изменении тока подмагничивания ДН

Режим	$I_{n \max}$	E_e , мкВт/см ²	Φ_e , мкВт	P , Вт
Ток 50 Гц	---	1903	219	83
	0,8	3205	376	104
	0,4	1960	236	82
	0,3	1225	152	66
	0,2	700	84	50
	0,1	334	38	38

В опытах с красным излучателем при поддержании одинакового значения напряжения на излучателе $U_{изл} = 115$ В, мощность излучателя P снизилась до 81 Вт в режиме с ТСФ при значении $E_e = 1650$ мкВт/см² (табл. 2). Это может свидетельствовать о влиянии электромагнитной составляющей на процесс излучения.

Таблица 2 – Спектральные характеристики красного излучателя при изменении тока подмагничивания ДН

Режим	$I_{n \max}$	E_e , мкВт/см ²	Φ_e , мкВт	P , Вт
Ток 50 Гц	-	1641	196	82
Т С Ф	1,0	6131	739	142
	0,8	4149	500	131
	0,6	2965	355	108
	0,4	1700	208	82
	0,2	1260	147	70
	0,1	445	51	46

Экспериментальными исследованиями установлено, что критерием энергоэффективного режима светлого излучателя следует принимать оптимальное значение тока подмагничивания ДН, обеспечивающее повышение E_e и Φ_e до значений как в обычном режиме. Оптимальное значение тока подмагничивания соответствовало $0,4 I_{n \max}$ (табл. 1 и табл. 2). Дальнейшее его регулирование до $I_{n \max}$ обуславливало увеличение E_e и Φ_e , что снижает срок службы излучателя. Напряжение на излучателе при регулировании подмагничивания с $0,4 I_{n \max}$ до $0,6 I_{n \max}$ изменялось с 115 до 135 В.

При неизменном значении напряжения установлено уменьшение потерь мощности излучателя на 3–5 %.

Характеристики ИЭТУ со светлыми излучателями при различных режимах даны в табл. 3 - табл. 4.

Таблица 3 – Энергетические характеристики ИЭТУ с белым излучателем от режима работы

Режим ИЭТУ	Мощность ИЭТУ			$\cos\varphi$	$E_e, \text{ мкВ т / с м}^2$
	P, Вт	Q, вар	S, ВА		
Обычный, 50 Гц	98	108	145	0,67	1903
ТСФ	97	24	100	0,97	1910

Таблица 4 Энергетические характеристики ИЭТУ с красным излучателем от режима работы

Режим ИЭТУ	Мощность ИЭТУ			$\cos\varphi$	$E_e, \text{ мкВ т / с м}^2$
	P, Вт	Q, вар	S, ВА		
Обычный, 50 Гц	107	128	167	0.64	1641
ТСФ	102	21	104	0,98	1650

Энергетические характеристики ИЭТУ при питании ТСФ подробно рассмотрены в [1]. В работе установлено, в режиме с ТСФ при переходе на более низкую ступень напряжения питающего трансформатора коэффициент мощности ИЭТУ с белым излучателем увеличился с 0,67 до 0,99, с красным - с 0,64 до 0,99. Коэффициента мощности для белого и красного излучателей был 0,99.

Следовательно, для обеспечения требуемых показателей работы ИЭТУ и обрабатываемых изделий необходимо регулировать частоту и амплитуду питающего напряжения (тока) переключением ступени силового трансформатора на более низкую.

Установлено, при переключении ступеней ПБВ (РПН) трансформатора и снижении индуктивности его обмоток значение коэффициента мощности в сети ИЭТУ возрастает.

Выводы

Разработана методика выбора ТСФ, позволяющая улучшить параметры ИЭТУ.

Использование тока сложной формы для питания излучателей по сравнению с использованием синусоидального тока позволяет при одинаковой для обоих режимов потребляемой мощности излучателя увеличить на 5 - 7% E_e, Φ_e в сравнении с режимом 50 Гц.

Обеспечивается работа силового трансформатора на более низкой ступени ПБВ (РПН). За счет снижения индуктивности его обмоток обеспечивается работа ИЭТУ и излучателя с высоким значением коэффициента мощности. Использование ДН для регулирования формы питающего напряжения (тока) повышает коэффициент мощности установки в сети при сохранении высоких значений индивидуальных коэффициентов мощности излучателей разных типов.

ЛИТЕРАТУРА

1 Птицына, Е. В. Режимы работы белых и красных зеркальных инфракрасных излучателей при питании током сложной формы / Е. В. Птицына, Д. В. Птицын, А. Б. Кувалдин // Промышленная энергетика. 2021. № 4. – С. 39 – 45.

2 S. A. Svitnev, O. A. Popov. Plasma parameters spatial distribution of low-pressure ferrite-free inductive discharge. Light and Engineering. 2011. V19, №1. – pp. 79–82.

3 Popov O. A., Chandler R. T. // Plasma Sources Science and Technology. 2002. Vol.11. P. 218.

4 Гинзбург А.С., Ляховицкий Б.М. Генераторы. Инфракрасного излучения для пищевой промышленности. – М. : ЦНИИТЭИлегпищемаш, 1971. – 71 с.

5 Мешков Д.В. Применение инфракрасных излучателей для отопления помещений. Промышленная энергетика. – 2004. № 11. – С. 38 – 40.

6 Борхерт Р., Юбиц В. Техника инфракрасного нагрева / Под ред. И.Б. Левитина. – Москва – Ленинград: Госэнергоиздат, 1963. – 278 с.

7 Клименко А. В., Зорин В.М. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника: Справочник. 3-е изд. – М., МЭИ, 2004. – 632 с. (3.4.2. Характеристики инфракрасных излучателей и нагреваемых материалов. – С. 159 – 161)

8 Лупу О. Ф. Теоретические и экспериментальные исследования процесса сушки абрикос с применением токов высокой частоты. Докт. дисс д-ра техн. наук 05.18.12 – Процессы и аппараты пищевых производств. – Кишинев: 2005. – 168 с.

9 Крэкнелл А., Уонг К. Поверхность Ферми: пер. с англ./ Под ред. В.Я. Кравченко. – М.: Атомиздат, 1977. – 352 с.

10 Савельев, И.В. Курс общей физики, т. 2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика: учеб. пособ. М.: Наука. Глав. ред. физ.-мат. лит., 1982. – 496 с.

11 Электротермическое оборудование: Справочник / Под общ. Ред. Альтгаузена. – 2-е изд. – М.: Энергия, 1980. – 460 с. (Инфракрасный нагрев. С. 204 – 208)

ВОДОРОДНОЕ ТОПЛИВО: БУДУЩЕЕ АВТОМОБИЛЕЙ

РОМАНОВ В. П.

студент, гр. АТ-27, Павлодарский политехнический
высший колледж, г. Павлодар

КУСАИНОВ А. А.

магистр техники и технологии, Научный руководитель, г. Павлодар

Мир столкнулся с серьезным энергетическим кризисом, поскольку традиционные источники энергии, такие как уголь, нефть и природный газ, быстро истощаются и вызывают неблагоприятные экологические последствия. При таком сценарии все большее значение приобретают энергосбережение и использование альтернативных источников энергии.

Энергосбережение и альтернативные источники энергии — это быстро развивающаяся область, в которой каждый день появляются новые разработки и инновации.

Одной из наиболее перспективных разработок в этой области является использование жидкого водорода в качестве топлива для транспортных средств. Эта технология предлагает ряд преимуществ по сравнению с традиционными бензиновыми двигателями и может сыграть значительную роль в сокращении выбросов парниковых газов и улучшении качества воздуха.

Водород (H) является самым распространенным элементом на Земле, но в обычных условиях он не встречается ни в виде водорода H, ни в виде газообразного водорода (H₂).

Благодаря своим характеристикам он легко вступает в реакцию с другими органическими соединениями с образованием, например, воды (H₂O).

Во время этой реакции образования воды из водорода и воздуха выделяется энергия, которую можно использовать в качестве электричества.

Чтобы сделать эту реакцию полезной для промышленного производства электроэнергии, необходимо произвести водород, например из воды путем разделения атомов на кислород и водород посредством электролиза.

Водородное топливо — это чистый и возобновляемый источник энергии, который может произвести революцию в мировых энергетических системах. Он является энергоносителем, то есть не существует в природе в чистом виде, а должен производиться из других источников. Водород можно производить из различных источников, включая природный газ, уголь и возобновляемые источники энергии, такие как энергия ветра и солнца.

Использование водорода в качестве источника топлива восходит к началу 19 века, когда сэр Уильям Гроув впервые продемонстрировал производство газообразного водорода путем электролиза воды. С тех пор использование водородного топлива было изучено и разработано для различных применений, включая приведение в действие транспортных средств и производство электроэнергии.

Одним из основных преимуществ водородного топлива является его экологически чистое производство энергии. Когда водород сжигается в качестве топлива, он производит только водяной пар и тепло, что делает его экологически чистой альтернативой традиционным ископаемым видам топлива. Это отличается от бензина и дизельного топлива, которые при сгорании выделяют в атмосферу вредные загрязняющие вещества, такие как окись углерода и оксиды азота.

Еще одним важным преимуществом является универсальность водородного топлива. Его можно использовать для питания транспортных средств, выработки электроэнергии и обогрева зданий. Его также можно использовать в качестве источника топлива в различных промышленных процессах, включая производство химикатов и удобрений.

Также водородное топливо обладает высокой плотностью энергии, что означает, что оно содержит большое количество энергии на единицу веса. Это делает водород очень эффективным источником топлива для транспортных средств, поскольку он может питать автомобиль на большие расстояния на одном

топливном баке. Кроме того, автомобили на водородных топливных элементах способны обеспечить производительность, сравнимую с традиционными бензиновыми и дизельными автомобилями.

Кроме того, автомобили на водородных топливных элементах способны обеспечить производительность, сравнимую с традиционными бензиновыми и дизельными автомобилями.

Несмотря на многочисленные преимущества, существуют и проблемы, связанные с использованием водородного топлива. Одной из основных проблем, связанных с водородным топливом, является его высокая стоимость производства. В настоящее время большая часть водорода производится из природного газа, ресурс которого ограничен. Этот метод производства является энергоемким и способствует выбросу парниковых газов, что делает водород неустойчивым источником топлива.

Еще одна проблема – отсутствие инфраструктуры для распределения водорода. Это включает в себя отсутствие водородных заправочных станций и высокую стоимость строительства необходимых трубопроводов и хранилищ. Это отсутствие инфраструктуры затрудняет широкое распространение транспортных средств на водородных топливных элементах, поскольку автомобили ограничены в своем диапазоне и доступности вариантов дозаправки.

Кроме того, существует недостаток знаний и понимания общественности о водородном топливе. Это может затруднить принятие информированных решений потребителями о покупке автомобиля на водородных топливных элементах, а также может привести к неправильному представлению о технологии и ее преимуществах.

Несмотря на эти проблемы, растет число исследований и разработок, направленных на преодоление этих препятствий и превращение водородного топлива в более жизнеспособный и устойчивый источник энергии. Достижения в области технологий помогают снизить стоимость производства водорода, и создается новая инфраструктура для поддержки его распределения и использования.

Водородное топливо является весьма перспективным источником энергии для автомобилей в будущем. Водородный двигатель, также известный как двигатель на топливных элементах, представляет собой тип двигателя внутреннего сгорания, который использует водород в качестве топлива. Главное отличие двигателей

на водороде от привычных нам сейчас бензиновых либо дизельных аналогов заключается в способе подачи и воспламенении рабочей смеси. Принцип преобразования возвратно-поступательных движений КШМ в полезную работу остается неизменным. Ввиду того что горение топлива на основе нефтепродуктов происходит медленно, камера сгорания наполняется топливно-воздушной смесью немного раньше момента поднятия поршня в свое крайнее верхнее положение (ВМТ). Молниеносная скорость реакции водорода позволяет сдвинуть время впрыска к моменту, когда поршень начинает свое возвратное движение к НМТ. При этом давление в топливной системе не обязано быть высоким (4 атм. достаточно).

В идеальных условиях водородный двигатель может иметь систему питания закрытого типа. Процесс смесеобразования происходит без участия атмосферного воздуха. После такта сжатия в камере сгорания остается вода в виде пара, который проходя через радиатор, конденсируется и превращается обратно в H_2O . Такой тип аппаратуры возможен в том случае, если на автомобиле установлен электролизер, который отделит с полученной воды водород для повторной реакции с кислородом.

На практике такой тип системы осуществить пока что сложно. Для исправной работы и уменьшения силы трения в моторах используется масло, испарения которого являются частью отработанных газов. На современном этапе развития технологий устойчивая работа и бесперебойный запуск двигателя, работающего на гремучем газе, без использования атмосферного воздуха неосуществимы.

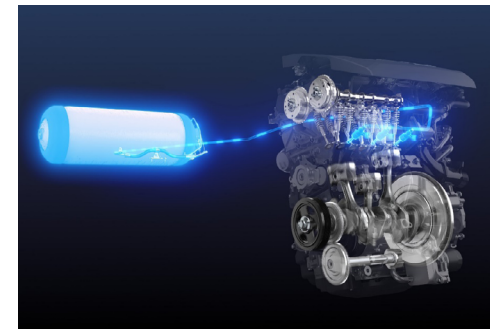


Рисунок 1– Двигатель внутреннего сгорания на водородном топливе

Под водородными двигателями понимаются как агрегаты, работающие на водороде (водородный ДВС), так и моторы, которые используют водородные топливные элементы.

Топливный элемент на водороде фактически представляет собой «батарею». Другими словами, это водородный аккумулятор с высоким КПД около 50 %. Устройство основано на физико-химических процессах, в корпусе такого топливного элемента имеется особая мембрана, проводящая протоны. Эта мембрана разделяет две камеры, в одной из которых стоит анод, а в другой катод.

В камеру, где расположен анод, поступает водород, а в камеру с катодом попадает кислород. Электроды дополнительно покрыты дорогами редкоземельными металлами (зачастую, платиной). Это позволяет играть роль катализатора, который оказывает воздействие на молекулы водорода. В результате водород теряет электроны. Одновременно протоны идут через мембрану на катод, при этом катализатор также воздействует и на них. В итоге происходит соединение протонов с электронами, которые поступают снаружи.

Такая реакция образует воду, при этом электроны из камеры с анодом поступают в электрическую цепь. Указанная цепь подключена к двигателю. Простыми словами, образуется электричество, которое заставляет двигатель работать от такого водородного топливного элемента.

Подобные водородные двигатели позволяет пройти не менее 200 км. на одном заряде.

Однако, все еще существуют серьезные проблемы, связанные с водородным топливом, такие как сложность производства и трудность хранения. Тем не менее, с развитием технологий и улучшением инфраструктуры возможности водородного топлива будут только улучшаться.

На данный момент водородное топливо является одним из самых высокоперспективных источников энергии для автомобилей, и его применение будет играть все более важную роль в будущем развитии автомобильной промышленности

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Водородный двигатель принцип работы. Электронный ресурс: URL: <https://principraboty.ru/vodorodnyy-dvigatel-princip-raboty/>
- 2 Конгресс зеленых автомобилей. Транспортные средства на водородных топливных элементах. Электронный ресурс: URL:
- 3 <https://www.greencarcongress.com/hydrogen-fuel-cell-vehicles/>

4 Международное энергетическое агентство. Транспортные средства на водородных топливных элементах. Электронный ресурс: URL:

5 <https://www.iea.org/reports/hydrogen-fuel-cell-vehicles>

6 Национальная лаборатория возобновляемых источников энергии. Производство водорода. Электронный ресурс: URL: <https://www.nrel.gov/workingwithus/re-hydrogen-production.html>

7 Совместное предприятие по топливным элементам и водороду. Преимущества водорода. Электронный ресурс: URL: <https://www.fch.europa.eu/the-benefits-of-hydrogen>

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ И УМЕНЬШЕНИЯ ПОТЕРЬ В СЕТИ

САРЫБАЕВ С. Т.

преподаватель специальных дисциплин,
Строительно-технический колледж, г. Астана

УРУНБАЕВА Б. Т.

преподаватель физики,

Павлодарский машиностроительный колледж, г. Павлодар

В настоящее время стоимость энергоресурсов занимает долю до 40 % в стоимости товара. Это лишний раз подчёркивает важность мероприятий по энергосбережению. Среди различных научно-технических методов повышения пропускной способности рассматриваются следующие: применение современной аппаратуры вместо устаревшей, применение устройств компенсации мощности (УКРМ), усовершенствование конструкции линии, повышение напряжения линии, прокладка новых линий или замена существующих новыми линиями с проводами большего сечения.

Применение современной аппаратуры вместо устаревшей.

Реактивная мощность и энергия заметно снижают пропускную способность электрических сетей вследствие загрузки реактивными токами генераторов электростанций и трансформаторов подстанций. Это увеличивает их установленную мощность; увеличивает потери в проводах и потребителях.

Компенсация реактивной мощности являлась и является важным фактором повышения пропускной способности электрических сетей.

Необходимо также отметить ещё один фактор, связанный с коэффициентом мощности. Как правило, низкий коэффициент обусловлен несинусоидальностью потребляемого тока, что приводит не только к ухудшению пропускной способности, но и к появлению в сети высших гармоник, что в свою очередь приводит к дополнительному нагреву кабелей в результате «скин-эффекта» и к увеличению утечек и емкостных токов.

Установки компенсации реактивной мощности (УКРМ), в том числе встроенные в системы питания, нужны в особенности там, где имеется следующее оборудование:

- Асинхронные двигатели, в особенности – работающие с неполной нагрузкой ($\cos\varphi \approx 0,5-0,7$);
- Разнообразные выпрямители, особенно тиристорные с глубоким регулированием выходного напряжения ($\cos\varphi \approx 0,5-0,8$);
- Компрессоры, насосы, помпы ($\cos\varphi \approx 0,6-0,8$);
- Машины и станки, особенно с «рваным» ритмом работы ($\cos\varphi \approx 0,5-0,6$);
- Сварочные и плазменные установки с трансформаторным входом и регулированием балластным резистором или магнитным шунтом ($\cos\varphi \approx 0,4-0,5$);
- Сварочные и плазменные установки с трансформаторным входом и тиристорным регулированием ($\cos\varphi \approx 0,5-0,7$);
- Сварочные и плазменные установки с бестрансформаторным входом (инверторного типа без корректоров мощности) ($\cos\varphi \approx 0,7-0,8$).

Ниже приведены данные измерений, проводившиеся на предприятии «Системы оперативного постоянного тока», где производятся зарядные устройства на базе тиристорных выпрямителей. В таблице 1 приведены данные по мощности и потребляемому току.

Таблица 1 – Данные по мощности и потребляемому току

Показатели	Обычный режим работы, без включения мощных тиристорных выпрямителей	Работа с тиристорными зарядно-выпрямительными с ненулевым углом управления*	Работа с тиристорными зарядно-выпрямительными с нулевым углом управления
Ток потребления по фазе, эффективное значение, А	25	115	117
Мощность потребления по фазе, полная, кВА	5,5	76,1	76,9
Мощность потребления по фазе, активная, кВА	5,35	62,4	73,4
Мощность потребления реактивная, кВАр	0,34	37,6	15,5
Мощность искажения, кВА	1,3	22	16
Коэффициент мощности	0,97	0,82	0,95

Увеличение мощности путём уменьшения угла регулирования тиристорных выпрямителей приводит к росту активной мощности, но практически не сказывается на полной. Это приводит к уменьшению коэффициента мощности установок предприятия. Соответственно, приводит к большей нагрузке на сеть и к уменьшению её пропускной способности. Мощность искажений при этом практически не меняется, что связано с наличием гармоник в потребляемом токе вследствие прямоугольного потребляемого тока [1, с. 12]. В таких случаях применяется более совершенная аппаратура со встроенными корректорами мощности. Переход от тиристорных выпрямителей к транзисторным преобразователям также полезен, поскольку даже в условиях глубокого регулирования позволяет избежать сдвига между первой гармоникой потребляемого тока и первой гармоникой напряжения сети. Кроме того, на всех современных преобразователях ставятся LC-фильтры переменного тока, фильтрующие высшие гармоники. Кроме современных источников питания, в последнее время стали распространёнными системы мягкого пуска электродвигателей, что уменьшает броски

тока при запусках, в течение которых, коэффициент мощности падает зачастую до 0,5.

Применение устройств компенсации мощности (УКРМ).

Они подразделяются на активные и пассивные. Пассивные представляют собой конденсаторы либо конденсаторные батареи, подключаемые параллельно сети в треугольник или звезду. Как правило, их работа не только не зависит от температурных параметров ЛЭП, но зависит от меняющейся нагрузки. В этом и заключается их главный недостаток – в случае отсутствия высших гармоник в потребляемом токе и при $\cos\phi$, равном 1, их наличие будет только вредить, поскольку в ёмкости будет отбираться от сети реактивная составляющая тока, на этот раз – ёмкостная [2, с. 39].

Температурные аспекты мало влияют на энергосбережение путем коррекции коэффициента мощности с помощью конденсаторных батарей, а вот режимные факторы оказывают огромное воздействие на разработку мероприятий по энергосбережению в случае применения параллельных емкостей. В самом деле, емкость конденсаторных батарей, как правило, рассчитывается из определенного коэффициента мощности и определенной полной и активной мощности, отбираемой от сети. Значит, если загрузить более плавно, распределив нагрузку на сутки более равномерно, то можно добиться хорошего суммарного коэффициента мощности, близкого к 1, и тем самым увеличить пропускную способность сети, уменьшив потери. Активные устройства коррекции имеют много типов:

- конденсаторные батареи с коммутационной аппаратурой – пускателями и контакторами, подключающими различное количество конденсаторов в случае необходимости;

- синхронные двигатели и их разновидность – синхронные компенсаторы, работающие без нагрузки на валу и используемые для стабилизации напряжения в точке подключения в пределах интервала $\pm 5\%$ от номинального значения;

- многоступенчатые установки коррекции коэффициента мощности на конденсаторных батареях, управляемые тиристорными ключами; в отличие от контакторов, скорость срабатывания тиристорных ключей заметно выше, при этом частота срабатывания может быть сколь угодно высокой;

- статические тиристорные компенсаторы реактивной мощности
- мостовые генераторы реактивной мощности с индуктивным накопителем, реакторы насыщения с нелинейной или линейной

вольтамперной характеристикой, а также последовательным подключением встречно-параллельных управляемых вентилях – работающих по принципу прямой и косвенной компенсации.

Тиристорные компенсаторы реактивной мощности для сетей с быстроменяющейся нагрузкой напряжением 6-10 кВ, тиристорно-реакторные группы для ЛЭП и т.д.

В таких устройствах климатические и режимные факторы не оказывают сколько-нибудь заметного влияния, поскольку система, измеряющая коэффициент мощности и подключающая дополнительные конденсаторы, как правило, сама измеряет нужный коэффициент и сама подключает необходимое количество конденсаторов. Однако климатические особенности надо учитывать, чтобы избежать перегрева самих тиристоров или контакторов. Режимные факторы, напротив, сильно влияют на работу УКРМ и на качество компенсации реактивной мощности.

Усовершенствование конструкции линии.

Можно повысить пропускную способность линии, усовершенствовав её, а также применяя разнообразные компенсирующие устройства. Устройства продольной компенсации применяются для повышения пропускной способности передачи. Таким устройством служит конденсаторная батарея, включённая в расщелку линии, за счёт чего компенсируется индуктивность линии и, как следствие, повышается пропускная способность последней. Недостатки подобных устройств связаны прежде всего с режимными факторами работы предприятий, оборудование которых является нагрузкой линии. При продольной компенсации сетевое напряжение невозможно регулировать, но особенно сложно управлять при переменных нагрузках, к тому же существует риск перенапряжения в случае резких изменений нагрузки. Чтобы избежать повреждений от резкого повышения напряжения во время перегрузок или короткого замыкания, конденсаторы должны автоматически шунтироваться высоковольтным выключателем или мгновенно разряжаться через искровой промежуток. Сегодня пользуются большой популярностью переключаемые установки ёмкостной продольной компенсации. Переключение осуществляется с помощью тиристорных ключей.

Устройства поперечной компенсации служат для поглощения избыточной зарядной мощности ЛЭП в режимах малых нагрузок и генерации реактивной мощности в режимах больших нагрузок, стабилизации напряжения в узловых точках передачи. В качестве

устройств поперечной компенсации используются управляемые и неуправляемые шунтирующие реакторы, статические тиристорные компенсаторы (устройства, основанные на применении силовой преобразовательной техники). Переключательные пункты представляют собой промежуточную подстанцию без нагрузки, на которой имеются только выключатели высокого напряжения, разъединители и заземлители, предназначенные для отключения отдельных участков цепей линии.

В настоящее время применяется в воздушных линиях как продольная, так и поперечная компенсации. Непереключаемые установки как продольной, так и поперечной компенсации имеют сильную зависимость эффективности своей работы прежде всего от режимных факторов, от режима работы линии, поэтому на первый план в случае применения подобных установок выходят режимы работы предприятий, чьё оборудование является нагрузкой ВЛ [3, с. 245]. Чем ритмичнее работает предприятие, тем равномернее по времени распределена нагрузка, тем эффективнее применение компенсаторов. Что касается регулируемых устройств компенсации, то здесь важны климатические условия, особенно температура окружающей среды. Силовые транзисторы и тиристоры хуже запускаются при низких отрицательных температурах, а в условиях жаркого лета имеют склонность к перегреву, что диктует необходимость применения устройств кондиционирования тех помещений подстанции, где они расположены.

Повышение напряжения линии.

Экономия электроэнергии при переводе сети на более высокий класс напряжения выражается следующей формулой

$$\Delta W = 0,003 \cdot \rho \cdot L \cdot t (I_1^2 / F_1 - I_2^2 / F_1)$$

Формула 1 – Формула для определения экономии электроэнергии

Однако эта формула является крайне упрощённой, она не учитывает потери, связанные с емкостными токами и утечками через изоляторы, которые растут при росте напряжения ВЛ.

Отрицательная сила воздействия зависит от множества факторов: напряжённости поля, времени воздействия на организм, наличия или отсутствия высокочастотных гармоник, особенностей внешней среды. Как нигде более, учёт роли климатических факторов здесь крайне важен. Прокладывать ЛЭП с более высоким

напряжением целесообразно в районах с относительно стабильной сухой погодой, так как в случае повышенной влажности, дождей, но особенно – изморози, омические потери утечек возрастают в несколько раз.

Прокладка новых линий или замена существующих новыми линиями с проводами большего сечения.

Омические потери при этом, естественно, уменьшаются, но увеличивать сечение нельзя до бесконечности, поскольку для переменного тока существует так называемый «скин-эффект», то есть вытеснение тока к краю проводника. Поэтому приходится прокладывать дополнительно сразу большое количество проводов в параллель, либо использовать более дорогие многожильные провода для переменного тока. К тому же стоимость прокладки новых линий достаточно высока и требует больших капиталовложений. При таком способе экономии важен прежде всего учёт режимных факторов; неправильное, неравномерное распределение по времени нагрузки на сеть легко сведёт на нет всю экономию от прокладки новых линий или от их модернизации.

В результате мероприятий, предложенных в результате исследований и базировавшихся на теоретических подсчётах, проведены мероприятия, которые позволили снизить потери электроэнергии на довольно большую величину – с 13 до 8 %. Выявлены дополнительные факторы, влияющие на характер и количество мероприятий, проводимых с целью повышения пропускной способности сети и экономии электроэнергии.

ЛИТЕРАТУРА

1 Воротницкий В. Э., Заслонов С. В., Калинкина М. А., Паринов И. А., Туркина О. В. Методы и средства расчета, анализа и снижения потерь электрической энергии при ее передаче по электрическим сетям. – М., ДиалогЭлектро, 2006, -42 с.

2 Жежеленко И. В. Реактивная мощность в системах электроснабжения: учебное пособие для вузов / И. В. Жежеленко, Ю. Л. Саенко; ММИ. – К.: УМК ВО, 2011. – 108 с.

3 Железко Ю. С. Потери электроэнергии. Реактивная мощность. Качество электроэнергии. – М., ЭНАС, 2016, – 457 с.

РАССМОТРЕНИЕ НЕКОТОРЫХ МЕТОДОВ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫХ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

ХАЛЕТОВ Е. Т.

Заместитель директора по учебно-практической работе,
Строительно-технический колледж, г. Астана

АРЖИКЕЕВ Е. С.

преподаватель специальных дисциплин, мастер производственного обучения
Строительно-технический колледж, г. Астана

САРЫБАЕВ С. Т.

преподаватель специальных дисциплин, мастер производственного обучения
Строительно-технический колледж, г. Астана

Каждая организация, обслуживающая трехфазную сеть, обязана позаботиться о равномерной нагрузке на все три фазы во избежание перегрузки одной из них. При неравномерном распределении на трехфазном вводе, при обрыве нуля или его плохом контакте, напряжения на фазных проводах начинают различаться друг от друга, как в большую, так и в меньшую сторону. Это может повлечь поломку оборудования вследствие пониженного или повышенного напряжения одной из фаз.

Для правильного распределения нагрузки по фазам требуется учитывать прежде всего режимные факторы предприятия или соседних предприятий, питающихся от сети.

Последствия перекоса фаз приводят к очень нежелательным последствиям, а именно:

- 1) разнообразные неполадки и отказы оборудования;
- 2) повышенный износ источников энергии, повышенный расход энергии, снижение пропускной способности сетей, повышенный расход топлива или масла при питании от ДЭС;
- 3) ухудшение безопасности, а именно – травматизм, риск возгорания электропроводки и т.д.

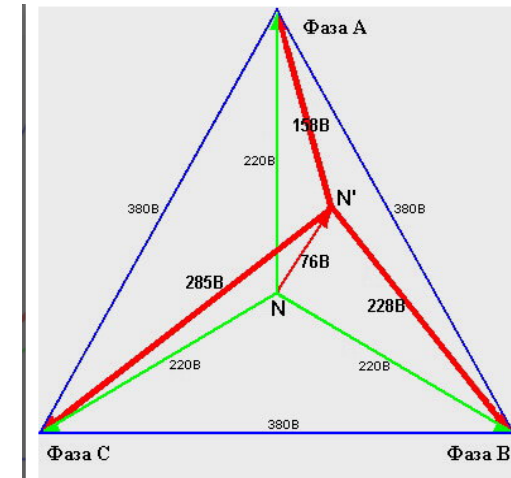


Рисунок 1 – Перекос фазных напряжений

Как уже было сказано, для выравнивания токов используются организационные меры, то есть подключение оборудования таким образом, чтобы фазы были нагружены одинаково. При этом, естественно, следует прежде всего учитывать режимные факторы предприятия. Погодные и климатические факторы не оказывают почти никакого влияния на распределение токов фаз, поскольку все фазы находятся в одинаковых климатических условиях [1, с. 18]. Но существует и другой способ выравнивания нагрузки по фазам – симметрирование с помощью устройства с подсоединением в рассечку «нуля» так называемого ТСТ - трансформатора симметрирующего трехфазного компенсационной обмотки. Данный способ признан сегодня как самый эффективный, они имеют высокие показатели симметрирования [2, с. 241].

Эффективность заключается:

- в выравнивании тока нагрузки на сети питания вне зависимости от потребительской нагрузки;
- в уменьшении просадки в сети при подключении мощной нагрузки;
- в снижении потерь энергии, уменьшении гармоник и сопротивления.

Также для совершенствования энергосбережения на предприятиях внедрены современные системы мониторинга

качества электрической энергии. Функции, выполняемые системой, следующие:

- непрерывные измерения параметров электроэнергии, в электрических сетях посредством стационарных или мобильных средств измерений;
- сбор, хранение и передачу результатов измерений в специальные хранилища;
- определение характеристик электроэнергии, создание отчётов и графиков её использования;
- полностью автоматизированный анализ данных с целью оценки качества энергии в сетях;
- моделирование и анализ потребления электроэнергии, что позволяет прогнозировать её уменьшение или увеличение в зависимости от будущих планов по развитию производства;
- визуализацию измерений формы потребляемых токов и напряжений, а также дополнительных характеристик электроэнергии;
- расчет и помощь в выборе необходимых фильтров, схемно-режимных, административных и иных мер по улучшению качества электроэнергии.

На предприятии такая система внедрялась последовательно:

Были изучены принципиальная, монтажная, функциональная схемы энергопотребления, в особенности – источники электроэнергии, потребители, релейная защита, автоматика и т.д.

Был изучен состав нагрузок и их категории надежности электроснабжения. Детально изучены потребители электроэнергии для определения мощности нагрузки, а также вносимых ими помех в сеть.

Проанализированы графики перетока мощности, определены зоны минимальной, средней и пиковой нагрузок в течение суток, а также периодов наибольших и наименьших нагрузок. В процессе исследования были учтены климатические факторы: температура максимальная, средняя и минимальная, относительная влажность, перепады температур дневной и ночной, а также зимней и летней.

Были выбраны пункты контроля показателей качества электроэнергии согласно пунктам 1–3, при этом были учтены нормативно-технические документы.

Были определены контролируемые показатели качества электрической энергии. Прежде всего, это отклонения напряжения (в большей мере) и частоты (в меньшей мере).

Были выбраны средства мониторинга качества электроэнергии. Были выбраны стационарные приборы ЩМК96 и ЩМК120С, которые обеспечивают контроль показателей качества электроэнергии и отвечают всем современным требованиям.

Выбран способ передачи данных от приборов контроля на сервер – Ethernet. Этот способ имеет высокую надёжность, обеспечивает широкополосность и скорость передачи данных, простоту подключения, а также неплохие перспективы развития. Кроме того, выбрано программное обеспечение, на котором будет работать сервер.

Произведён монтаж и настройка выбранных элементов системы мониторинга качества электроэнергии.

Был обучен персонал с целью повышения квалификации и овладения навыками работ по оценке качества электроэнергии.

При внедрении данной системы на производстве не учитываются климатические и режимные факторы, напротив - сама система позволяет эти факторы определить, сделать надлежащую оценку влиянию этих факторов на экономию электроэнергии, на увеличение пропускной способности электрических сетей, на планирование тех или иных мероприятий по экономии [3, с. 41]. В частности, благодаря системе контроля качества электроэнергии было установлено влияние тех или иных климатических факторов.

В таблице 1 потери от высокочастотных гармоник рассчитаны методом разложения в ряд Фурье с дальнейшим алгебраическим суммированием 1-й и 3-й гармоник. Во всех случаях были использованы методы расчёта IEEE и CIGRE.

Таблица 1 – Потери в силовых трансформаторах и ВЛ

Причины незапланированных потерь	Доля потерь в силовых трансформаторах, % от общих потерь	Доля потерь в ВЛ, % от общих потерь
Наличие 3-ей гармоники – 7% от 1-й	7,2/6,9/7,5	2,3/2,2/2,4
Коэффициент мощности 0,75	4,3/4,2/4,2	1,9/1,8/2,0
Высокая влажность воздуха, более 85%	1,2/1,2/1,3	3,7/3,6/3,9
Высокая температура воздуха, более 35°C	6,9/6,4/6,6	2,5/2,2/2,5
Изморозь	1,8/1,8/1,8	8,4/8,2/8,9

Переменная нагрузка с большими перепадами мощности	6,5/6,7/6,2	5,2/5,5/5,9
--	-------------	-------------

В результате мероприятий, базировавшихся на теоретических подсчётах, потери электроэнергии снижены на довольно большую величину – с 7,6 до 4,2 %.

ЛИТЕРАТУРА

1 Воротницкий В. Э., Заслонов С. В., Калинкина М. А., Паринов И. А., Туркина О. В. Методы и средства расчета, анализа и снижения потерь электрической энергии при ее передаче по электрическим сетям. – М., ДиалогЭлектро, 2006, – 42 с.

2 Железко Ю. С. Потери электроэнергии. Реактивная мощность. Качество электроэнергии. – М., ЭНАС, 2016, – 457 с.

3 Киш Л.. Нагрев и охлаждение трансформаторов. Под редакцией Г. Е. Тарле, перевод с венгерского М. А. Бики, – М., Энергия, –134 с.

ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕИ С УЧЕТОМ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ДАННЫХ

ХО Э. Д.

ученик, СОШ имени С. Торайгырова г. Павлодар, Республика Казахстан

ПОЛЕЩУК Ю. О.

студент, Томский государственный университет, г. Томск

СЕРООКАЯ О. В.

учитель физики, СОШ имени С. Торайгырова

г. Павлодар, Республика Казахстан

В последние годы получили широкое применение такие источники производства электроэнергии как солнечные батареи. Использующие их крупные солнечные электростанции часто оснащаются мощными сложными системами контроля и управления, обеспечивающими наибольшую эффективность их работы. Но применение таких систем для небольших электростанций оказывается экономически невыгодным ввиду их большой стоимости. Поэтому такие станции обычно или совсем не имеют системы ориентации батарей на Солнце или, в лучшем

случае, используют ручную корректировку угла наклона панелей к горизонту 1-3 раза в год в зависимости от сезона.

В данной работе была сделана попытка исследовать и разработать систему позиционирования солнечных элементов, экономически выгодную и в условиях малой солнечной энергетики.

Так как люксметры рассчитаны на измерение освещённости в пределах видимого диапазона света, а солнечные панели поглощают излучение и других участков спектра, поэтому были использованы в качестве датчика сами панели, и провести предварительное исследование для изучения их особенностей.

В качестве источника света в первом опыте использовалось несколько галогенных ламп мощностью 200 Вт. Такой выбор обусловлен потребностью предсказуемым образом изменять величину светового потока, варьируя количеством включенных ламп. Схема опыта приведена на рисунке (Рис.1).

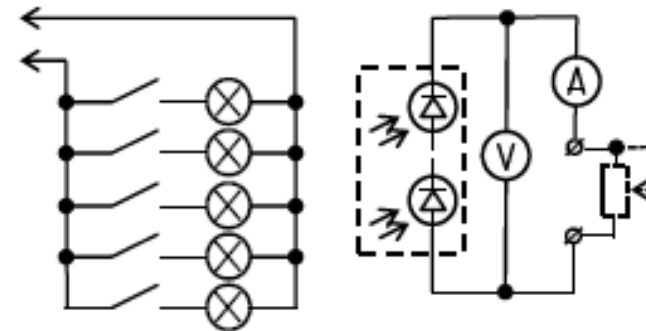


Рисунок 1 – Схема для исследования параметров и режимов работы

С помощью выключателей можно выбирать количество включенных ламп, а, следовательно, и величину светового потока, падающего на солнечные элементы. Такая схема позволила создать графики вольтамперных характеристик [1] при разном уровне освещенности (Рис.2).

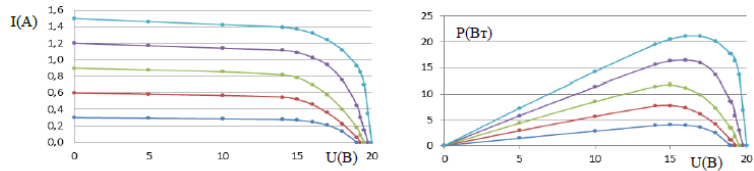


Рисунок 2 – Вольтамперные характеристики и графики выдаваемой мощности

При внимательном рассмотрении получившихся результатов можно отметить следующее:

- значение напряжения холостого хода в режимах с достаточным освещением слабо зависит от величины самого освещения и не может использоваться для его качественной оценки;
- значение тока нагрузки в режимах, когда сопротивление нагрузки не превышает некоторого значения, слабо изменяется при изменении этого сопротивления и можно использовать для оценки уровня освещённости;
- максимальная мощность, отдаваемая в нагрузку, для различных величин освещённости выделяется на разных по величине сопротивлениях нагрузки, что также очень затрудняет определение этой величины и тем самым сильно усложняет использование её в качестве критерия оценки уровня освещённости;
- наиболее подходящим для оценки уровня освещённости данной солнечной батареи представляется ток короткого замыкания (когда сопротивление нагрузки равно или близко к 0).

Во втором исследовании главной задачей было сравнить эффективность солнечных фотоэлементов панелей в разных режимах.

Проводились серии замеров в течение светового дня примерно каждый час. Вовремя каждой серии панели располагались двумя различными образами: в первом случае просто горизонтально, что должно соответствовать неориентированным панелям, во втором случае – перпендикулярно направлению на Солнце.

Каждый месяц проводился анализ полученных данных, и отбрасывались те данные, которые в силу не очень благоприятных погодных условий резко отличались от остальных. После чего выявлялась закономерность, соответствующая данному периоду года и строились сравнительные графики.

По первому графику можно сравнить, как ведут себя панели разного типа в зависимости от условий (Рис.3).

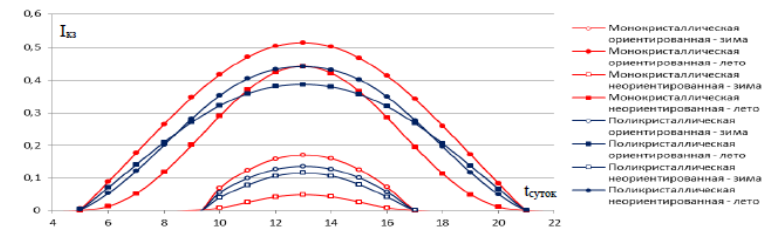
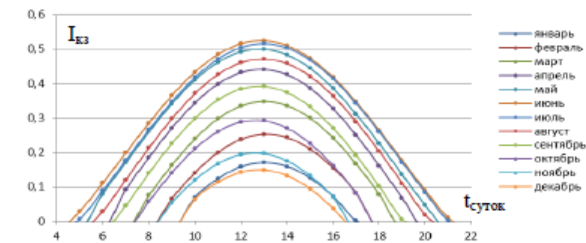


Рисунок 3 – Показатели монокристаллических и поликристаллических солнечных батарей в разное время года и при различной ориентации относительно Солнца

Из графика можно с уверенностью сказать, что монокристаллические кремниевые солнечные батареи работают эффективнее тогда, когда они расположены нормально к потоку солнечного света. Поликристаллические показали лучшие результаты тогда, когда основной поток света падает под достаточно большим углом, что полностью соответствует описанию их конструктивных особенностей.

Чтобы оценить какой выигрыш можно при правильной ориентировки, были построены графики зависимости эффективности от ориентации за год (Рис.4).



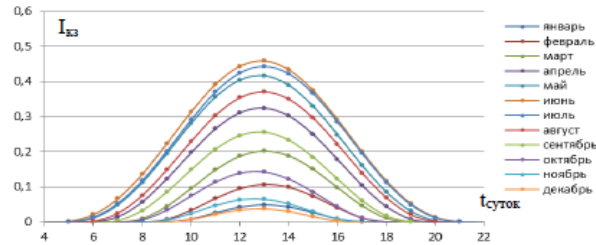


Рисунок 4 – Показатели монокристаллических солнечных батарей в разное время года и суток с ориентацией и без ориентации на Солнце

Из данных графиков отчетливо видно, что если обеспечить блоки солнечных элементов достаточно хорошей системой позиционирования, то можно получить значительный прирост эффективности работы солнечных батарей в любое время года. Общая эффективность за год может быть увеличена таким образом в 2–3 раза.

В результате анализа возникла идея в небольших стационарных автономных устройствах не отслеживать положение Солнца с помощью каких-либо датчиков, а ориентировать солнечные батареи по астрономическим расчётам. Такой способ приносит следующие преимущества:

- в отличие от некорректируемых или корректируемых вручную конструкций батареи будут находиться нормально к прямым солнечным лучам всё дневное время, а не только в определённый момент, что значительно повысит количество вырабатываемой электроэнергии;
- изменение положения будет происходить медленно и плавно в течение всего дня, что позволит применить для такого изменения недорогие двигатели совсем малой мощности и упростит сам механизм позиционирования;
- в сравнении с трекерными устройствами проблема возможных ложных срабатываний будет полностью устранена;
- вследствие простоты механизмов конструкции значительно повысится его надёжность, долговечность и потребность в обслуживании.

Для того чтобы автоматически ориентировать батареи на Солнце, нам необходимо сначала вычислять его экваториальные координаты (α – прямое восхождение, δ – склонение). После чего,

используя географические координаты места (λ_m – долготу и φ_m – широту), всемирное время (UT), а также среднюю долготу Солнца (λ), перевести экваториальные координаты в местные координаты (LHA – местный часовой угол, h – высота над горизонтом).

- Для этого нужно выполнить следующие шаги вычислений [2]:
- звёздное время по Гринвичу: $GMST = \lambda + 180$
 - местное звёздное время: $LST = GMST + UT \cdot 15 + \lambda_m$
 - местный часовой угол: $LHA = LST - \alpha$
 - высота над горизонтом: $h = \arcsin(\sin(\varphi_m) \cdot \sin(\delta) + \cos(\varphi_m) \cdot \cos(\delta) \cdot \cos(LHA))$

Получив эти данные можно так же рассчитать более нам привычный азимут направления на Солнце: $A = 180^\circ + \arcsin(\cos(\delta) \cdot \sin(LHA) \cdot \sin(90^\circ - h))$

Параметры движения Земли в гелиоцентрической системе координат уже давно изучены достаточно. [3]:

- Большая полуось: $a = 1.0000010178$ а.е.
- Эксцентриситет: $\varepsilon = 0.0167086342 - 0.0004203654 \cdot t - 0.0000126734 \cdot t^2 + 1444 \cdot 10^{-10} \cdot t^3 - 2 \cdot 10^{-10} \cdot t^4 + 3 \cdot 10^{-10} \cdot t^5$
- Аргумент перицентра: $\omega = 102.93734808^\circ + 61900.55290'' \cdot t + 164.47797'' \cdot t^2 - 0.06365'' \cdot t^3 - 0.12090'' \cdot t^4 + 0.00298'' \cdot t^5 + 0.00020'' \cdot t^6$

Эти формулы громоздки и не очень удобны для автоматических расчётов. Но если не требуется очень большая точность вычислений, то в геоцентрической системе координат для вычисления данных положения Солнца можно использовать упрощённые варианты [4], которые в течение ближайшего столетия будут давать достаточно точные данные.

В этих упрощённых формулах, так же как и в формулах из справочников, используется текущая дата как номер дня с 0 часов 1 января 2000 года. Это позволяет использовать простую формулу:

$$d = 367 \cdot Y - (7 \cdot (Y + ((M+9)/12))) / 4 + (275 \cdot M) / 9 + D - 730530$$

где Y – четырёхзначный год, M – номер месяца, D – номер дня в месяце, а все деления обязательно целочисленные.

Упрощённые формулы параметров, необходимых для расчётов положения Солнца на небе:

- Большая полуось: $a = 1.000000$ а.е.
- Эксцентриситет: $\varepsilon = 0.016709 - 1.151 \cdot 10^{-9} \cdot d$
- Долгота перицентра: $\omega = 282.9404^\circ + 4.70935^\circ \cdot 10^{-5} \cdot d$
- Средняя аномалия: $M_0 = 356.0470^\circ + 0.9856002585^\circ \cdot d$

– Наклон эклиптики: $\varepsilon_{\text{эқв}} = 23.4393^\circ - 3.563 \cdot 10^{-70} \cdot d$

– Средняя долгота: $\lambda_0 = \omega + M_0$

– Эксцентрическая аномалия: $E = M_0 + 180 / \pi \cdot \varepsilon \cdot \sin(M_0) \cdot (1 + \varepsilon \cdot \cos(M_0))$

Но так как нам необходимы экваториальные координаты, то необходимо провести ещё ряд вычислений [5, с. 554]. Сначала можно вычислить прямоугольные координаты Солнца в плоскости эклиптики, где ось X указывает на перигелий:

$$x = \cos(E) - \varepsilon, y = \sin(E) \cdot \sqrt{1 - \varepsilon^2}$$

Потом преобразовать эти координаты в длину радиус-вектора (r), истинную аномалию (v) и долготу Солнца (λ):

$$r = \sqrt{x^2 + y^2}, v = \arctan(y/x), \lambda = \omega + v$$

Вычислить эклиптические прямоугольные координаты:

$$x = r \cdot \cos(\lambda), y = r \cdot \sin(\lambda), z = 0$$

Повернуть их к экваториальным прямоугольным координатам:

$$x_{\text{эқв}} = x, y_{\text{эқв}} = y \cdot \cos(\varepsilon_{\text{эқл}}), z_{\text{эқв}} = y \cdot \sin(\varepsilon_{\text{эқл}})$$

Теперь можно получить требуемые нам экваториальные координаты (прямое восхождение и склонение):

$$\alpha = \arctg\left(\frac{y_{\text{эқв}}}{x_{\text{эқв}}}\right) \quad \delta = \arctg(z_{\text{эқв}} / \sqrt{x_{\text{эқв}}^2 + y_{\text{эқв}}^2})$$

Несмотря на достаточно большое количество шагов, расчёты достаточно просты, не требуют больших вычислительных мощностей, и с ними в автоматическом режиме легко справится микроконтроллер [6] стоимостью всего в несколько долларов. Это позволяет создать недорогую, полностью автономную систему управления позиционированием солнечных батарей.

В предлагаемой конструкции системы позиционирования по астрономическим данным все расчеты и управление двигателями позиционирования способен производить обычный микроконтроллер. И лишь для контроля за временем желательно использовать отдельные электронные часы, способные передавать контроллеру информацию о текущем времени. Поэтому электрическая схема системы управления получается совсем простой (Рис.5):



Рисунок 5 – Электрическая схема системы позиционирования

Управляющий микроконтроллер опрашивает часы реального времени, производит расчёты положения Солнца и делает коррекцию положения с помощью двигателей.

Коррекция может производиться медленно в течение времени до следующего цикла контроля, что позволяет использовать в данной конструкции маломощные двигатели с редуктором с большим передаточным числом. Двигатели оснащаются датчиками информации о вращении. Ночью, когда Солнце находится за горизонтом, контроллер так же медленно возвращает систему в исходное, утреннее состояние.

Механически система позиционирования должна иметь две оси изменения положения, и может быть разной конструкции, лишь бы был обеспечен требуемый функционал.

Интересен вариант конструкции, когда одна ось ориентируется на север с углом наклона равным широте местности. Направление этой оси будет совпадать с направлением вращения земного шара, и ориентация батарей, поворачиваемых этой осью, будет в течение дня следовать точно по траектории движения Солнца.

Но вполне хорошим вариантом будет и конструкция, в которой одна ось расположена вертикально и корректирует направление батарей по азимуту на Солнце, а вторая по углу высоты Солнца над горизонтом. Поскольку обе величины (и азимут и высота над горизонтом) значительно меняются в течение дня, то корректировка по обеим осям будет производиться постоянно.

Учитывая, что при астрономическом способе позиционирования солнечных батарей не требуется дорогостоящее устройство – трекер, а также возможно применение недорогих микроконтроллеров и дешёвых маломощных электродвигателей, то затраты на создание такой системы в основном будут зависеть от себестоимости

механической части и значительно уменьшатся. Выигрыш же в количестве получаемой электроэнергии значительный.

Позиционирование с учетом астрономических данных позволит уменьшить площадь, отводимую под размещение электростанции, что актуально в местности с повышенной урбанизацией. Также значительно увеличит эффективность работы панелей в условиях плохой погоды и низкой освещенности. Эти достоинства могут способствовать более масштабному использованию такого альтернативного источника энергии как солнечный свет.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Лекции.ком: Снятие вольтамперных характеристик нелинейных элементов на постоянном токе. [Электронный ресурс] - URL: <https://lektsii.com/1-180911.html> [дата обращения 14.01.2023].
- 2 Paul Schlyters site: Compute rise/set times and altitude above horizon. By Paul Schlyter, Stockholm, Sweden. [Электронный ресурс] - URL: <http://stjarnhimlen.se/comp/riset.html> [дата обращения 24.01.2023].
- 3 Государственный Астрономический Институт имени П.К. Штернберга МГУ: Орбитальные параметры планет. [Электронный ресурс] – URL: <http://www.sai.msu.ru/neb/rw/natsat/plaorbw.htm> [дата обращения 24.01.2023].
- 4 Paul Schlyters site: Computing planetary positions. By Paul Schlyter, Stockholm, Sweden. [Электронный ресурс] - URL: <http://stjarnhimlen.se/comp/tutorial.html> [дата обращения 24.01.2023].
- 5 Рой А. – Движение по орбитам. М., Мир, 1981
- 6 Хабр: Поддержка операций с плавающей точкой в микроконтроллерах ARM. [Электронный ресурс] - URL: <https://habr.com/ru/company/embbox/blog/418295/> [дата обращения 10.02.2023].

АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕТРАДИЦИОННЫХ ТОПЛИВ В ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЯХ

ЧЕРНЕНКО В. В.

студент, Павлодарский политехнический высший колледж, г. Павлодар

КУСАИНОВ А. А.

магистр техники и технологии, преподаватель, Павлодарский
политехнический высший колледж, г. Павлодар

Двигатели с воспламенением от сжатия по праву считаются наиболее экономичными из существующих на сегодняшний день. По этой причине они получили широкое распространение на коммерческих автомобилях, тракторах, строительных и дорожных машинах. Однако современная экономическая ситуация в Республике Казахстан поставила организации, эксплуатирующие подобную технику, в сложное положение из-за снижения рентабельности, обусловленного в том числе и большой долей затрат на топливо в общих затратах на эксплуатацию техники. Одним из эффективных путей снижения издержек производства является уменьшение затрат на топливо. До недавнего времени этот вопрос применительно к дизельным двигателям был не столь актуален. Однако в настоящее время цены на дизельное топливо растут и уже сравнялись с ценой на бензин АИ-80, значительно выросли требования к топливной экономичности и экологичности силовых установок дорожных машин. Обычно эта проблема решается ещё на стадии проектирования и производства дизелей, однако в настоящее время организации не имеют возможности для полного обновления автомобилей, тракторов и дорожных машин, и в эксплуатации находится значительное количество далеко не новой техники. [1, с. 17].

Экологические параметры двигателей внутреннего сгорания наряду с экономическими имеют огромное значение по причине быстрого роста автомобильного парка. Таким образом, имеется необходимость снижения эксплуатационных затрат на топливо и токсичных выбросов путём, не требующим изменения конструкции двигателя и значительных капиталовложений. Такую возможность предоставляет использование разного рода альтернативных топлив для двигателей с воспламенением от сжатия. В связи с этим рассмотрим возможности применения нетрадиционных топлив для дизельных двигателей.

История развития дизельных двигателей насчитывает уже более 100 лет. За это время двигатели с воспламенением от сжатия значительно эволюционировали. Обращаясь к истории дизелестроения, мы видим, что ещё при создании первых дизельных двигателей среди их достоинств видное место занимали их большие возможности как многотопливных двигателей, среди возможных топлив упоминались сырая нефть, угольная пыль и т.д. Действительно, известно об эксплуатации в 20-е годы калоризаторных двигателей, работавших на сырой нефти, их производство продолжалось достаточно долгое время.

Следующим этапом развития многотопливности дизелей стали 50-е годы. В это время инициаторами исследований в этой области стали военные, которых интересовали возможности эксплуатации танковых дизелей на высокооктановых бензинах. К этому периоду относится создание специализированных двигателей, которые могли работать не только на смесях дизельного топлива и бензина, но и на чистом бензине, в том числе и авиационном. Другим направлением исследований в эти годы было использование водотопливных эмульсий в качестве топлив для дизелей. В этой области были получены положительные результаты: при работе двигателя на эмульсиях с содержанием воды до 30 % фиксировалось улучшение эффективных показателей двигателей по причине улучшения распыливания топлива. Широкого распространения такие топлива не получили, главным образом, из-за нарушения подачи водотопливной эмульсии при низких температурах окружающего воздуха. Для снижения дымления дизелей преимущественно использовались антидымные присадки, такие как тетраэтилсвинец (ТЭС), метилциклопентадиенилтрикар-бонилмарганец (МЦТМ), бариевые присадки, например Шелл SSA, SLD, A-2, однако их применение оказалось экономически невыгодно; кроме того, некоторые из этих присадок вызывали повышенный износ топливной аппаратуры [2, с. 18].

Современный мировой автомобильный парк насчитывает более 700 млн. единиц автомобилей и продолжает быстро расти. При этом подавляющее большинство автомобилей оборудуются либо бензиновыми двигателями с принудительным воспламенением бензино-воздушной смеси, либо дизельными двигателями с воспламенением рабочей смеси от теплоты сжатия.

Все большее распространение на транспорте получают дизельные двигатели. Зарубежные автомобилестроительные фирмы

применяют дизели не только на грузовых автомобилях большой и средней грузоподъемности, автобусах, которые традиционно оснащаются такими двигателями, но и расширяют применение дизелей на легковых и малотоннажных грузовых автомобилях. Сектор транспортных средств с дизельными двигателями в ближайшей перспективе также будет возрастать – их доля к 2007 г. составила около 50 %. При этом следует отметить, что действительный рост числа легковых автомобилей с дизелями в Европе превышает прогноз увеличения их количества. В целом в настоящее время в мире ежегодно производится около 13 млн. автомобилей с дизельными двигателями и их выпуск продолжает увеличиваться.

Такие темпы дизелизации автомобильного транспорта обусловлены более низкой стоимостью дизельного топлива по сравнению с автомобильными бензинами, а также лучшей топливной экономичностью дизелей и меньшей токсичностью их отработавших газов (ОГ) по сравнению с бензиновыми двигателями [3, с. 19].

Штатное дизельное топливо по ГОСТ 30582 представляет собой многокомпонентную смесь индивидуальных углеводородов, выкипающих при различных температурах и имеющих различные физико-химические свойства. Оптимизация диапазона температур перегонки нефти при производстве дизельного топлива и его фракционного состава позволяет получить топливо, в наибольшей степени адаптированное для использования в дизельных двигателях. Дизельное топливо среднего состава имеет диапазон температур выкипания 160 – 360 °С, цетановое число – 45 единиц, температуру самовоспламенения – 250 °С, что обеспечивает его хорошее воспламенение в цилиндрах дизеля, сравнительно плавное сгорание, хорошие топливно-экономические показатели и приемлемые характеристики токсичности ОГ [5, с. 65].

Нетрадиционные (альтернативные) топлива обычно имеют физико-химические свойства, отличные от свойств дизельного топлива. Поэтому при их использовании возникают проблемы адаптации этих топлив к транспортировке, хранению и заправке на существующих автомобильных заправочных станциях (АЗС), использованию в дизельных двигателях. Дизельное топливо, являющееся слабо испаряющимся нефтепродуктом, практически не изменяющим своих свойств при хранении, хорошо адаптировано к транспортировке и хранению. Функционирует сеть АЗС, обеспечивающих заправку транспортных средств этим видом топлива. Однако использование дизельного топлива имеет и ряд

указанных выше недостатков, основными из которых являются ограниченность нефтяных ресурсов и их невозобновляемость. Особую значимость в настоящее время приобретает сокращение выбросов в окружающую среду углекислого газа (диоксида углерода) CO_2 . В настоящее время в атмосферу ежегодно выбрасывается более 25 млрд. т углекислого газа, а к 2020 г. ежегодные выбросы CO_2 в атмосферу достигнут 35 млрд. т. Углекислый газ не оказывает токсического действия на организм человека, но при его повышенном содержании в атмосфере создается парниковый эффект, приводящий к так называемому тепловому загрязнению. С этой точки зрения важным фактором является невозобновляемость запасов нефти, природного газа и других полезных ископаемых. Поэтому более предпочтительны топлива, вырабатываемые из возобновляемого источника энергии - сырья растительного происхождения. Использование топлив из этого сырья не нарушает баланс между кислородом и углекислым газом в атмосфере, поскольку при сгорании топлив растительного происхождения выделяется такое количество CO_2 , которое было потреблено из атмосферы растениями за период их жизни [4, с. 47].

Применение некоторых нетрадиционных топлив позволяет устранить и еще ряд недостатков, присущих нефтяным топливам. Так, несмотря на невозобновляемость ресурсов природного газа, они существенно больше, чем запасы нефти. Кроме того, производство компримированного природного газа (очищенного от механических примесей и сжатого на автомобильных газонаполнительных компрессорных станциях) и его сжигание в дизелях весьма экологичны. Снижение токсичности ОГ дизеля при его работе на природном газе вызвано существенным улучшением процесса смесеобразования, поскольку топливо (природный газ) и окислитель (воздух) находятся в одном агрегатном состоянии. В результате топливоздушная смесь оказывается гомогенной и наблюдается ее более полное сгорание по сравнению с дизельным топливом.

Значительное влияние на показатели дизеля оказывает процесс топливоподачи. Особенно жесткие требования к процессу топливоподачи (по продолжительности подачи, давлению впрыскивания, качеству распыливания) предъявляются в двигателях с объемным и объемно-пленочным смесеобразованием. При работе таких двигателей на облегченных топливах, отличающихся меньшими плотностью и вязкостью и большей сжимаемостью, уменьшается производительность топливоподающей аппаратуры,

что приводит к значительному уменьшению мощности дизеля. Уменьшение давления впрыскивания облегченных топлив, приводящее к ухудшению параметров процесса смесеобразования, и увеличение неравномерности цикловой подачи топлива по секциям. В частности, при работе дизельного двигателя на бензинах и сохранении неизменным активного хода плунжера наблюдается снижение цикловой подачи на 20–35 %, запаздывание начала впрыскивания на 2–3° поворота коленчатого вала (п.к.в.), снижение максимального давления впрыскивания на 30–40 %, уменьшение длины и увеличение угла раскрытия топливного факела, увеличение среднего диаметра капель топлива – на 50–60 %, увеличение неравномерности подачи по секциям в 1,5–2 раза. Поэтому в таких дизелях появляется необходимость корректирования процесса топливоподачи, как по величине подачи, так и по моменту начала подачи - углу опережения впрыскивания топлива (УОВТ) [6, с. 7].

Аналогичные проблемы возникают и при использовании спиртовых топлив. Для предотвращения падения мощности двигателя из-за меньшей весовой подачи спирта (вызванной, в основном, его меньшей плотностью) и его пониженной теплотворной способностью, требуется увеличение количества подаваемого топлива: метанола – примерно в 2,3 раза, этанола – в 1,7 раза, т.е. корректирование топливоподачи.

В топливной аппаратуре «многотопливного» дизеля ЯМЗ-238М применена вентилируемая система низкого давления. Эта аппаратура отличается от системы питания серийного дизеля наличием топливоподкачивающего насоса с электроприводом и дренажной трубки, предназначенной для перепуска топлива, просочившегося через плунжерные пары ТНВД.

Большое значение для работы дизеля на нетрадиционных топливах имеет процесс смесеобразования. Качество смесеобразования можно повысить путем улучшения характеристик распыливания топлива при увеличении давления впрыскивания или организацией вихревого движения воздуха в цилиндрах двигателя. Интенсификация впрыскивания является эффективным средством улучшения качества смесеобразования. Но необходимо учитывать, что чем выше уровень давления впрыскивания, тем больше утечки облегченного топлива, больше ход плунжера, затраченный на сжатие топлива до требуемого давления, и тем значительно уменьшается подача при переходе на облегченное топливо.

Одним из важных факторов обеспечения работы дизеля на нетрадиционных топливах является организация вихревого движения воздушного заряда в цилиндрах. Такое движение воздуха способствует более равномерному распределению топлива по объему КС, его лучшему испарению и многоочаговому характеру воспламенения. Одной из наиболее сложных проблем, возникающих при работе дизелей на низкоцетановых нетрадиционных топливах, является обеспечение их самовоспламенения. Эта проблема усугубляется многорежимностью транспортного двигателя и достаточно большой долей режимов с невысокой нагрузкой и, соответственно, с пониженным уровнем температур топливоздушного заряда.

Эффективным способом улучшения воспламеняемости низкоцетановых нетрадиционных является позднее впрыскивание и управление моментом начала впрыскивания - УОВТ. При позднем впрыскивании топливо подается в камеру сгорания с воздушным зарядом, имеющим более высокие температуру и давление. Это создает более благоприятные условия для надежного воспламенения топлива. При работе на альтернативных топливах целесообразно уменьшение УОВТ может достигать 10-15° поворота коленчатого вала (п.к.в.). Такая задержка подачи топлива позволяет также снизить период задержки воспламенения и жесткость сгорания низкоцетановых топлив. Поскольку тепловое состояние воздушного заряда зависит и от режима работы двигателя необходимо организовать управление УОВТ в соответствии со скоростным и нагрузочным режимами.

Кроме рассмотренных методов обеспечения надежного воспламенения нетрадиционных низкоцетановых топлив в КС дизелей разработаны также различные схемы двухстадийного впрыскивания. Этот способ улучшения воспламеняемости топлива заключается в том, что предварительно впрыснутая часть топлива успевает пройти необходимые перед воспламенением стадии физической и химической подготовки с образованием активных центров, от которых воспламеняется основная часть топлива. В результате основная часть топлива воспламеняется с минимальной задержкой. Причем, предварительная, доза топлива может воспламеняться еще до основного впрыскивания. Одним из возможных способов осуществления двухстадийного впрыскивания является впрыскивание небольшой части заряда топлива во впускной трубопровод дизеля. Такие схемы топливоподачи

позволяют расширить диапазон режимов с устойчивой работой двигателя на низкоцетановых топливах, снизить жесткость работы и дымность ОГ [7, с. 50].

Одним из наиболее простых и распространенных методов улучшения воспламеняемости топлив в КС дизелей является применение присадок к топливу. Для увеличения цетанового числа (ЦЧ) в топливо вводят различные органические нитраты, наиболее известными из которых являются циклогексилнитрат (ЦГН) $C_6H_{13}NO_3$, более дешевый этилгексилнитрат $C_8H_{17}NO_3$, а также изопропилнитрат и изоамилнитрат.

Указанные выше мероприятия, обеспечивающие работу дизелей на нетрадиционных топливах, использованы в разработанных конструкциях «всеядных» («многотопливных») двигателей.

Таким образом, практическое использование нетрадиционных топлив в дизельном топливе возможно; решает проблему утилизации отходов производства, не требует больших капитальных вложений, не ухудшает эксплуатационные показатели дизельного двигателя, а следовательно, способно в значительной мере повысить экологическую безопасность двигателей с воспламенением от сжатия.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Анискин В. И. Внедрение в сельскохозяйственное производство техники, работающей на компримированном природном газе // Автогазозаправочный комплекс + альтернативное топливо. – 2005. – №1. – С. 17–18.
- 2 Будзуляк Б. В. Перспективы использования природного газа в качестве моторного топлива // Газовая промышленность. – 2005. – №4. – С. 17–19.
- 3 Звонов В. А., Козлов А. В., Теренченко А. С. Оценка традиционных и альтернативных топлив по полному жизненному циклу // Автостроение за рубежом. – 2001. – №2. – 12. – С. 14–20 с.
- 4 Каменев В., Фомин В., Хрипач Н. Водород - альтернативный энергоноситель для автотранспорта: проблемы и решения // Автогазозаправочный комплекс + альтернативное топливо. – 2004. – №1. – С. 43–48.
- 5 Кусаинов А. А., Жанайдаров Ж. К., Василевский В. П. Использование этилового спирта в качестве компонента автомобильного бензина и анализ нормативной документации // Материалы Международной научной конференции молодых

учёных, магистрантов, студентов и школьников «XV Саптаевские чтения».-Т.15. Серия «Студенты». – Павлодар. ПГУ им. С. Торайгырова, 2015. – С. 64–68.

6 Лapidус А. Л., Крылов И.Ф. Природный газ как моторное топливо //Химия и технология топлив и масел.– 2005. – №2. – С. 3–8.

7 Результаты испытаний дизеля, использующего в качестве топлива диметилловый эфир I Л.Н. Голубков, Т.Р. Филипосянц, Г. А Иванов и др. 11 «Автомобили и двигатели»: сб. науч. трудов НАМИ. – М. : 2003. – Вып.231. – С. 41–51.

4 Секция. Жылу энергетикасының өзекті мәселелері 4 Секция. Актуальные вопросы теплоэнергетики

ТӨМЕН ПАРАМЕТРЛІ ЖЫЛУ ТАСУШЫЛАРДЫҢ ЖЫЛУ ЭНЕРГИЯСЫН ПАЙДАЛАНУ

АЗАМАТОВА Д. А.

аға оқытушы, Торайгыров университеті, Павлодар қ

ТУЛЕБАЕВА Ж. А.

аға оқытушы, Торайгыров университеті, Павлодар қ

Энергияны үнемдеу жаңа технологиялық процестерді енгізуді көздейді, олар қолданыстағы технологиялармен салыстырғанда энергия сыйымдылығының төмендігіне негізделген. Энергияны үнемдеу энергияны дамытудың қазіргі деңгейінде әлі де аз қолданылатын, органикалық отынды қолдануға негізделген әртүрлі технологияларда отынның жану жылуын пайдалану коэффициентінің төмендеуіне әкелетін төмен потенциалды энергияны пайдалануды болжайды жылу энергиясының көзі ретінде.

Пайдалы отын бағасының өсуі жағдайында барлық салаларда энергияны үнемдеу өнімнің өзіндік құнын төмендетудің және оның бәсекеге қабілеттілігін арттырудың ең маңызды факторы болып табылады. Энергияны үнемдеудің негізгі бағыттары: өнеркәсіптік кәсіпорындардың төмен потенциалды энергиясын пайдалану; жылу, электр және механикалық энергияны өндіру үшін қарапайым және сенімді электр станцияларын құру; жылу және энергия өндіруші қондырғылар үшін отынның тиімділігін арттыру.

Бұл мәселелерді шешу ішкі энергия нарығында жылу тасымалдағыштардың төмен параметрлері бар жылу энергиясын пайдалануға мүмкіндік беретін қондырғылардың болмауымен шектеледі.

Бір-бірте танымал болып келе жатқан энергия шығындарын азайту жолдарының бірі төмен сұрыпты буды кәдеге жарату болып табылады, яғни өндірістік циклдің әртүрлі кезеңдерінде алынған және одан әрі пайдалану үшін талап етілмеген бу [1].

Энергетиканың шығармашылық бағыттарының бірі төмен қайнайтын жұмыс сұйықтарын пайдалана отырып, төмен сортты жылу көздеріне негізделген жылу мен электр энергиясын біріктірілген өндіру (когенерация) болып табылады [2].

ЖЭО-да органикалық Ренкин циклі бойынша жұмыс істейтін термоэлектрлік қондырғыларды енгізу әлеуеті электр энергиясының әлеуетін неғұрлым толық пайдалану мақсатында органикалық жұмыс сұйықтығын (хладон) қыздыру және булану үшін пайдаланылған буды жылу тасымалдағыш ретінде пайдалану мүмкіндігімен түсіндіріледі. ұрпақ [3]. Бұл технология қарсы қысымды турбиналардың пайдаланылған буының температуралық потенциалын пайдалануға, сонымен қатар олардың тиімділігін арттыру мақсатында экстракциялары бар турбиналарды қыздыру режиміне келтіруге мүмкіндік береді.

Будың өнеркәсіптік және жылу тұтынушылары болмаған жағдайда турбиналардың өнеркәсіптік және жылу бу алуларының аз жүктелуі орын алады, бұл турбиналық қондырғының ПӘК-ін айтарлықтай төмендетеді.

Бұл мәселені шешу үшін электр генерациялайтын термоэлектрлік қондырғы ұсынылады [4]. Бұл қондырғыларда жұмыс сұйықтығы ретінде төмен қайнайтын хладон қолданылады.

Турбиналық алымнан шыққан бу зауыттың буландырғышына жіберіледі, онда ол конденсацияланады, хладонға жылу береді, ол өз кезегінде сұйықтықтан буға фазалық түрленуден өтеді. Әрі қарай, газ тәрізді хладон экспандерге беріледі, онда ол пайдалы жұмыстарды орындайды, қуатты турбомашинаны білігіне береді. Бұл механикалық жұмыс білікке электр генераторын орнату арқылы электр энергиясын өндіру үшін немесе сорғылар сияқты динамикалық жабдықты жүргізу үшін пайдаланылуы мүмкін.

Термоэлектрлік қондырғының буландырғышынан конденсат турбиналық конденсатты қыздырғыштардың біріне немесе конденсаторға бағытталады. Детандерде жұмсалған хладон зауыттың конденсаторына беріледі, онда ол конденсатты салқындату жүйесінен (салқындату мұнаралары, табиғи резервуарлар) айналмалы су арқылы салқындатылады.

Айналымдағы суды пайдалану мүмкіндігі болмаған жағдайда, конденсаторға арналған салқындату жүйесі бөлек жобаланады. Сорғы көмегімен фреон конденсацияланғаннан кейін оның қысымы қажетті деңгейге дейін көтеріледі және буландырғышқа беріледі. Цикл осымен аяқталады.

Егер алымнан алынған будың температурасы сол немесе басқа хладагент қолдануға болатын максималды мәннен асып кетсе, бу параметрлерін төмендету үшін схемаға қосымша турбина қосылады.

Екі бақыланатын бу шығару (өнеркәсіптік және жылу) бар жылу электр станциясының ПТ 60-130/13 бу турбиасы бар қондырғының бірлескен жұмысының нәтижелерін талдау ПТ 60-130/13 турбинаның өнімділігі электр энергиясының бірлігін өндіруге жылу мен отынның жоғары нормативті шығындарын анықтайтын бу шығарудың аз жүктелуі және турбогенератордың төмен тиімділігі [5].

Термоэлектрлік қондырғы турбогенератор тізбегіне енгізілгенде, турбогенераторды жылыту режиміне ішінара немесе толықтай енгізуге болады. Ол үшін өндірістік іріктеуден алынған бу қондырғының буландырғышына жіберіледі. Буландырғышта конденсациялау, ол жылуды қондырғыда айналымда болатын органикалық жұмыс сұйықтығына береді. Жұмыс сұйықтығының энергиясы кеңейткіште механикалық энергияға, содан кейін генераторда электр энергиясына айналады.

Өндірістік таңдау кезінде осы жабдықты орнатуға арналған күрделі шығындардың оңтайлы үйлесімі және белгіленген бу ағынының жылдамдығында өтелуі үшін параллель жұмыс істеу мақсатында қондырғының блоктық нұсқасын қарастырған жөн.

Әлемдік тәжірибе тәжірибесін және органикалық Ренкин циклінде жұмыс істейтін термоэлектрлік құрылғыларды қолдану нәтижелерін қарастырайық [6].

Бұл турбогенератор үшін қуаты 4,5 МВт термоэлектрлік қондырғының бір блогының циклі есептелді. Жұмыс сұйықтығы изопентан болды. Зауыт блогындағы бу турбиасының қуаты 1,5 МВт. Орнату блогындағы кеңейткіштің қуаты 3,0 МВт.

Кесте 1 – Термоэлектрлік қондырғының модуль циклінің көрсеткіштері

Көрсеткіш		Мәні
Қондырғыға жылу шығыны	Гкал/сағ	19,15
Электр энергияны өндіруге жылу шығыны	Гкал/сағ	19,15
Қондырғыға бу шығыны	т/сағ	32,76
Конденсация циклі бойынша дамыған қуат	МВт	4,5
Электр энергияны өндіруге нормативтік меншікті брутто жылу шығыны	ккал/(кВт·сағ)	4200

Кесте 2 – Алымнан алынған барлық буды пайдаланатын турбогенератор мен термоэлектрлік қондырғының циклінің көрсеткіштері

Көрсеткіш	Мәні	
Жүйенің қуаты	МВт	85
Электр энергияны өндіруге нормативтік меншікті брутто жылу шығыны	ккал/(кВт·сағ)	2000

Қорытындылай келе, турбогенераторлардан бу алуды жүктеу үшін осы технологияны пайдалану конденсация циклімен салыстырғанда электр энергиясын өндіруге арналған меншікті жылу шығынын 10 %-ға дейін төмендететінін атап өтуге болады.

Сондай-ақ, кері қысымды турбиналары бар схемада термоэлектрлік қондырғыны пайдалану турбогенератордың тиімділігін 10 % -дан астамға арттырады.

ӘДЕБИЕТТЕР

- 1 Материалы ООО «ИНТЕХЭКО», www.intecheco.ru.
- 2 Янчошек Л., Кунц П. Органический цикл Ренкина: использование в когенерации. Турбины и дизели, 2012
- 3 Гринман М.И., Фомин В.А. Перспективы применения энергетических установок малой мощности с низкотемпературными рабочими телами. Энергомашиностроение, 2006
- 4 Velez F., Segovia J.J., Martin M.C., Antolin G., Chejne F., Quijano A. A technical, economical and market review of organic Rankine cycles for the conversion of low-grade heat for power generation. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2012, vol. 16, no. 6, pp. 4175- 4189
- 5 Карабарин Д.И.; Михайленко С.А.; Использование низкопотенциальных источников энергии на основе органического цикла Ренкина. *Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies*, 2018, 11(7), 867-876
- 6 Федеральный исследовательский центр Казанский научный центр РАН, Россия, г. Казань, presidium@knc.ru <http://knc.ru/>.
- 7 Quoilin S., Van Den Broekb M., Declayea S., Dewallefa P., Lemorta V. Techno-economic survey of Organic Rankine Cycle (ORC) systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2013, vol. 22

ПУТИ ДОСТИЖЕНИЯ УГЛЕРОДНОЙ НЕЙТРАЛЬНОСТИ В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ТЕПЛОТЫ

АЛИМГАЗИН А. Ш.

д.т.н., профессор, Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева, г. Астана

БЕРГУЗИНОВ А. Н.

PhD, профессор, Торайгыров университет, г. Павлодар
САВИЦКИЙ И. Д.

технический директор НИИ Энергосбережение и энергоэффективные технологии, Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева», г. Астана

БАХТИЯРОВА С. Е.

менеджер НИИ Энергосбережение и энергоэффективные технологии», Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева, г. Астана

РАХМАТУЛЛАЕВА С. С.

магистрант, Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева, г. Астана

Введение. Проблемы энергосбережения и повышения энергоэффективности путем трансформации энергосистем в устойчивую и декарбонизированную систему, в основе которой будут альтернативные источники энергии и технологии возобновляемой энергетики – главная задача человечества на сегодняшний день.

Причина такого масштабного перехода от ископаемого топлива к альтернативным источникам энергии и развитию новых технологии многогранна. Однако, самый основной, затрагивающий всю планету движущий фактор – предупреждение экспертов ООН: «Если уровень выброса парниковых газов в мире не будет радикально сокращен, к концу 21-го века средняя температура на планете повысится на 2,7 градуса по Цельсию, что станет катастрофой с точки зрения климата».

Согласно Сводному докладу МГЭИК [1], не более 1000 миллиардов тонн (1000 гигатонн (Gt)) CO₂ может быть выброшено в период с 2011 по 2100 год с вероятностью 66 % (или выше) сохранения потепления ниже 2°C. С момента публикации отчета только за последние 5 лет было выброшено более пятой части данных показателей, и для сохранения требуется прекращение выбросов углерода в результате производства топлива и преобразования энергии, транспорта и энергопотребления к 2050 году [2].

Учитывая всю серьезность обстоятельств и необходимость принятия кардинальных мер, в настоящее время в РК идет процесс принятия решений в области обоснования национальной позиции в климатическом переговорном процессе, реализации «Стратегии достижения углеродной нейтральности Республики Казахстан до 2060 года», утвержденной Указом Президента Республики Казахстан от 2 февраля 2023 года № 121 [3].

Как показывает мировой опыт, одним из перспективных направлений декарбонизации добывающих отраслей в РК, повышения энергоэффективности производственных процессов, существенного снижения его энергоемкости, являются технологии, связанные с применением трансформаторов теплоты, к которым относятся парокompрессионные, абсорбционные тепловые насосы и холодильные машины [4,5].

Тепловые насосы активно применяются для утилизации низкотемпературных тепловых отходов технологических процессов предприятий с целью уменьшения вредных выбросов в атмосферу и одновременным получением теплоты более высоких параметров [4–12].

Утилизация низкопотенциального тепла промышленных стоков (сбросные воды предприятий, вода из систем технического водоснабжения (далее – СТВ), систем испарительного охлаждения и т.п.) стала возможной с появлением тепловых насосов (далее – ТН), то есть таких агрегатов, которые способны преобразовывать низкопотенциальное тепло (с температурой от +5 °С до 45 °С) в тепло более высокого потенциала.

Промышленные предприятия энергетики (37 ТЭЦ, ряд ГРЭС), металлургии, нефтехимии, машиностроения и др. Республики Казахстан потребляют в градирнях (прудах-охладителях, реках) огромное количество воды для охлаждения машин и рабочих тел в различных технологических процессах. Эти «тепловые реки» имеют круглый год температуру 20–45 °С, практически не позволяющую использовать теплоту непосредственно, и охлаждаются в СТВ со значительными низкотемпературными тепловыми сбросами (порядка 45–55 % теплоты сжигаемого топлива) [4–12].

Применение теплонасосных технологий на промышленных предприятиях позволит вернуть в системы теплоснабжения предприятий значительные объемы безвозвратно теряемого тепла без дополнительного сжигания традиционных видов топлива, что позволит получить существенный экономический эффект,

отказаться, в ряде случаев, от покупной энергии извне, при этом уменьшая тепловое загрязнение окружающей среды [4–12].

При применении ТН в результате использования сбросной теплоты технической воды предприятий (десятки тысяч м³/час), идущей на охлаждение в СТВ (градирни, пруды-охладители, водоемы) в качестве низкопотенциального источника теплоты, все утилизируемое тепло может быть направлено в тепловые схемы предприятий на отопление и горячее водоснабжение (ГВС) производственных, административных и бытовых зданий, что, в конечном итоге, даст возможность значительной экономии тепловой энергии.

Материалы и методы. В настоящее время в Республике Казахстан имеются ряд отдельных примеров применения парокompрессионных тепловых насосов (ПКТН) на промышленных объектах страны для утилизации низкопотенциального сбросного тепла промышленных предприятий и получения тепла высоких параметров для нужд предприятий [4-9,11].

Первый успешный опыт применения ПКТН в Казахстане был осуществлен в 1999 году совместно с российскими специалистами, когда был реализован пилотный проект в теплосиловом цехе ОАО «Казцинк» (г. Усть-Каменогорск) [4–6]. В рамках проекта был запущен в эксплуатацию один тепловой насос НТ-3000 для подогрева питательной воды перед химводоочисткой с +8 °С до +40 °С, мощностью 3500 кВт [6-8,9]. Насос работает на низкопотенциальном тепле оборотной воды ТСО и нагревает исходную воду для химводоочистки, одновременно охлаждает оборотную воду, которая используется далее в электролизном цехе, замещая покупную артезианскую воду.

Расчетная характеристика НТ-3000 при температуре оборотной воды 25 °С составляет 3,7 Гкал/час. Фактическая, при балансовых испытаниях при той же температуре, составила 3,55 Гкал/час. Коэффициент преобразования энергии при этом равен 6,8. Другими словами, затратив 1 кВт/час электроэнергии на привод насоса, получено 6,8 кВт/час тепловой энергии. Охлаждение оборотной воды при этом составило 7,7 °С. Средняя себестоимость тепловой энергии, вырабатываемой тепловым насосом НТ-3000, составила 198 тенге за Гкал, себестоимость холода – 440 тенге/Гкал.

Капитальные затраты на установку НТ-3000 составили 27,63 млн.тенге, в том числе стоимость насоса – 24,9 млн.тенге (данные 2002 г.). Суммарная же выработка тепла и холода за период

1999–2004 гг. составила 57,2 млн. тенге. Стоимость электроэнергии, затраченной на привод компрессора насоса, составила 4,55 млн. тенге. Таким образом, проект по применению теплового насоса НТ-3000 окупил себя за два с небольшим года [6–8,9].

В период 2000–2022 годы реализованы ряд проектов с применением ПКТН, использующих в качестве низкопотенциальных источников как сбросное тепло промышленных предприятий, канализационно-очистных сооружений, так и различные возобновляемые источники энергии (тепло грунтов, грунтовых вод) [4–12].

Один из таких проектов был реализован на очистных сооружениях г. Шымкент, объект введен в эксплуатацию в январе 2016 года. Выходная тепловая мощность установленных 6 ПКТН – 1 МВт.

Данная технология для охлаждения воды оборотного цикла была предложена для применения на АО «ТЭЦ-2» г. Астаны. Результаты НИР (2012-2015 гг.) по использованию теплонасосной технологии на АО «ТЭЦ-2» г. Астаны подтверждают ее экономическую и экологическую эффективность [6].

Исследования по применению ПКТН и разработка ТЭО проектов также проведены на таких крупных промышленных предприятиях Казахстана, как АО «АрселорМиттал Темир-тау», АО «Алюминий Казахстана», АО «Экибастузская ГРЭС-2», АО «Усть-Каменогорская ТЭЦ», АО «Согринская ТЭЦ», АО ТЭЦ-2 г. Астаны, АО «ТЭЦ-2 г. Петропавловска», АО «Астана Су Арнасы», ТОО «KSP Steel», Аксуский завод ферросплавов и др. [6].

Результаты проведенных исследований в период 2007–2022 годы наглядно свидетельствуют, что суммарный эффект от широкомасштабного внедрения теплонасосных технологий в Республике Казахстан, в первую очередь, на крупных промышленных предприятиях (ТЭЦ, ГРЭС, металлургических предприятиях, машиностроении, нефтехимии и др.), а также объектах бюджетной сферы (школы, больницы, детские учреждения, административные здания и т.д.), ЖКХ в различных климатических регионах страны будет значительным и способствует существенному сокращению выбросов парниковых газов в окружающую среду.

В последние годы на Аксуском заводе ферросплавов – филиале АО «ТНК КазХром» (далее – АЗФ) проводится реальная работа, направленная на оптимизацию затрат и повышение экономической эффективности систем теплоснабжения путем

применения энергосберегающих низкоуглеродных технологий с использованием альтернативных источников предприятия [8-12].

В частности, учеными НАО «Евразийский национальный университет им. Л. Н. Гумилева, Стартап компании ТОО «БМТУ» (2018–2022 годы) совместно с техническими специалистами АЗФ проведен комплекс НИР по применению теплонасосных технологий на объектах предприятия с утилизацией теплоты системы оборотного водоснабжения (далее – СОВ) охлаждения элементов ферросплавных печей:

- по исследованию и анализу возможных схем применения теплонасосных технологий с утилизацией теплоты СОВ плавильных цехов №1 и №4 АЗФ;

- разработано ТЭО проекта «Применение теплонасосных технологий с использованием сбросной теплоты СОВ для повышения эффективности работы оборудования плавильного цеха № 4 АЗФ;

- участие в реализации пилотного проекта на АЗФ по утеплению осадочного комплекса ЦПШл путем установки ТНУ с использованием сбросной теплоты оборотной воды системы охлаждения плавильных печей цеха № 1 (проведение расчетных исследований, участие сотрудников в монтаже и пусконаладочных работах с тепловыми насосами).

Как один из таких проектов, рассмотрим реализацию проекта утепления осадочного комплекса ЦПШл с установкой тепловых насосов для обогрева оборотной воды от элементов охлаждения плавильных печей цеха № 1.

Данный проект разработан для повышения энергоэффективности работы системы теплоснабжения объектов осадочного комплекса ЦПШл АЗФ – филиала АО «ТНК «Казхром». Мероприятия по отоплению имеют смысл только, в первую очередь, при утеплении самого здания осадочного комплекса, иначе затраты на отопление будут означать в прямом смысле «деньги на ветер». В связи с этим проектными решениями предусмотрено утепление кровли и стен существующего здания с помощью сэндвич панелей для возможности его круглогодичной эксплуатации.

Для обогрева утепленного здания осадочного комплекса предусматривается установка двух тепловых насосов поставки компании Gaite LTD, номинальной тепловой мощностью 1099,7 кВт каждый (2198.4 кВт в сумме).

В качестве источника теплоты для работы тепловых насосов используется обратная нагретая вода после охлаждения печей цеха №1. После использования нагретой воды в тепловых насосах она возвращается в обратную систему.

Подача оборотной воды с температурой +15/+20°C к тепловым насосам будет производиться с помощью насосной станции нагретой воды от цеха №1 (в количестве 270 м³/час, 6480 м³/сут, 1217,7 тыс. м³/год) с системой замкнутого водооборота по трубопроводам, расположенным на надземной эстакаде. Подача и возврат оборотной воды к тепловым насосам осуществляется по закрытой системе без разрыва струи, потери в системе отсутствуют.

Подпитка оборотной системы осуществляется на заводских сооружениях оборотного цикла в количестве 0,317 тыс. м³/год.

Данным рабочим проектом предусмотрена установка двух тепловых насосов одинаковой теплопроизводительности, с запасом по тепловой энергии. Такое решение целесообразнее установки одного теплового насоса по причине – два тепловых насоса по моточасам наработают меньше часов за один и тот же период. Немаловажным аспектом является то, что в случае аварийной ситуации по электрической энергии, автономный генератор будет способен обеспечить работу одного из двух ТНУ.

Также в случае выхода из строя одного из тепловых насосов, для поддержания тепловой нагрузки в сети, на время устранения аварийных ситуаций, предусматривается установка индукционного электрического котла BF-L-500.

Температура подающей воды в котел 40–45°C, обратной – 30–35°C. Количество пропускаемой воды через электрокотел 192 м³/час.

Работа оборудования в здании тепловых насосов выполняется в автоматическом режиме, без постоянного обслуживающего персонала. Управление насосами выполняется через встроенную в тепловой насос систему управления.

Заключение. Применение тепловых насосов и технологии трансформаторов теплоты не являются чем-то новым в сфере энергосбережения и зеленой энергетики, однако также не являются широко распространенными, в связи с недостаточной информированностью несмотря на неоспоримые преимущества.

Согласно отчету IEA в 2021 году около 10 % потребностей в отоплении помещений во всем мире удовлетворялись тепловыми насосами, но темпы установки быстро растут, а продажи достигли рекордного уровня. Тем не менее необходима государственная

политическая поддержка, чтобы помочь потребителям преодолеть более высокие первоначальные затраты на тепловые насосы по сравнению с альтернативами. Финансовые стимулы для тепловых насосов уже доступны более чем в 30 странах, которые в совокупности покрывают сегодня более 70 % потребности в отоплении. По оценкам МЭА, тепловые насосы во всем мире могут сократить глобальные выбросы двуокиси углерода (CO₂) не менее чем на 500 миллионов тонн в 2030 году, что эквивалентно годовым выбросам CO₂ всех автомобилей в Европе сегодня.

ЛИТЕРАТУРА

1 IPCC (2014a). Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

2 Anderson K. (2015). Duality in climate science. Nature Geoscience 8, 898–900

3 Стратегия достижения углеродной нейтральности Республики Казахстан до 2060 года», утвержденная Указом Президента Республики Казахстан от 2 февраля 2023 года № 121

4 Декарбонизация добывающих отраслей экономики Республики Казахстан/ Под ред. академика НАН РК, д.т.н., проф. С.Ж. Даукеева., Нур-Султан: Ви-ПРИНТ, 2021.- 225 с.

5 Decarbonization of Economy's Extractive Sectors of the Republic of Kazakhstan // Under edition of Academician of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Doctor of Technical Sciences, Professor Serikbek Zh. Daukeev, Nur-Sultan: Bi-PRINT, ISBN 978-601-08-1394-6, 2021 - 212 p.

6 Бергузинов А. Н., Алимгазин А. Ш., Алимгазина С. Г. Применение парокомпрессионных теплонасосных установок для тепло- и хладоснабжения различных объектов в Республике Казахстан с использованием нетрадиционных и возобновляемых источников энергии Павлодар // Издательство НАО «Торайгыров Университет», 2021, 322 с.

7 Алимгазин А. Ш., Бергузинов А. Н., Султангузин И. А., Серикпаев М. О., Ахметова И. Г. Перспективы применения технологий трансформации теплоты для декарбонизации углеродной экономики Республики Казахстан // Вестник Торайгыров Университета, Энергетическая серия, №2, 2022 г., с. 45-62.

8 Alimgazin A. Sh., Prishchepova S. A., Sultanguzin I. A., Fedyukhin A.V, Yavorovsky Yu. V., and Bartenev A. I. The use of

heat transformers for the low-temperature secondary energy resources recovery in non-ferrous metallurgy enterprises//E3S Web of Conferences 178, 01017 (2020)

9 Алимгазин А. Ш., Прищепова С.А., Султангузин И.А., Евсеенко И.В., Федюхин А.В., Бартнев А. И., Яворовский Ю. В. Использование низкотемпературных ВЭР с применением трансформаторов теплоты в цветной металлургии// Надежность и безопасность в энергетике.- 2020 г.-г. Москва, Т.13 - №2 – с. 97-104

10 Алимгазин А. Ш., Алимгазина С. Г. Перспективы применения энергосберегающих теплонасосных технологий с использованием альтернативных источников энергии на Аксуском заводе ферросплавов – филиале АО «ТНК «Казхром»// Вестник ПГУ им.С.Торайгырова, серия «Энергетика».- 2019.-№ 4.-С.35-38.

11 Алимгазин А. Ш., Бергузинов А. Н. Применение блочно-модульной теплонасосной установки для утилизации теплоты систем технического водоснабжения промышленных предприятий Республики Казахстан // The Bulletin of Kazakh Academy of Transport and Communications named after M. Tynyshpayev. – 2021. – Vol. 119, No.4. – P. 74–85. – DOI 10.52167/ 1609-1817.

12 Алимгазин А. Ш., Серкпаев М. О., Бахтиярова С. Е., Бергузинов А. Н. Анализ возможностей использования энергосберегающих технологий с применением альтернативных источников энергии в Республике Казахстан // Вестник ПГУ им.С.Торайгырова, серия «Энергетическая», №3,2020 г., С.47–61

NUMERICAL SIMULATION OF SYNTHETIC GAS COMBUSTION IN A NEW BURNER

ANUARBEKOV M. A.
doctoral student, Kazakh Agrotechnical University
named after S. Seifullin, Astana, Republic of Kazakhstan,
e-mail: ma-0795@mail.ru

Introduction

This article presents the results of numerical simulation of a burner for burning synthetic gas (liquefied propane) using the mathematical modeling program Ansys Fluent. For stable combustion of synthetic gas in the burner, the stabilizers 45°, 60° and semicircular angle were calculated using a numerical model. The mathematical program Ansys Fluent carried out calculations of the completeness of combustion, temperature unevenness

for 45°, 60° and semicircular angular stabilizers, the final graphs are given, a theoretical analysis of the graphs is carried out.

Mathematical model and boundary conditions

To simulate gorenje in the burner device, the law of conservation of energy, momentum, mass was used. In addition, it is important to take into account the processes of turbulent flow, as well as the chemical reaction during turbulent flow, the processes of thermal energy release. For this purpose, this calculation used:

This term represents the tangential force gradient due to viscous stresses ($\tau_{i,j}$).

$$\frac{\partial(\rho h)}{\partial t} = -\frac{\partial}{\partial x_i}(\rho u_i h) - \frac{\partial q_i}{\partial x_j} + \frac{\partial P}{\partial t} + u_i \frac{\partial P}{\partial x_i} + \tau_{ij} \frac{\partial u_j}{\partial x_i} + S_h$$

Formula 1 – The Law of Conservation of energy

$$\frac{\partial(\rho u_i)}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j}(\rho u_i u_j) = -\frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial \tau_{ij}}{\partial x_j} + \rho g_i + F_i$$

Formula 2 – The law of conservation of momentum

where u_i , and u_j - are the velocity in the directions i , j ; p - is the pressure; $\tau_{i,j}$ - is the stress coefficient; ρg_i - is the gravitational component and F_i - are the forces resulting from contact with the environment.

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_i}(\rho u_i) = 0$$

Formula 3 – The law of conservation of mass

where ρ - is the density of the fuel-air mixture, u_i - is the velocity component in the direction of x_i .

All processes in the combustion chambers are turbulent, therefore, the standard K- ϵ turbulence model presented in the literature was used in the study [3, P. 1393-1398. 6, P. 845–852]. This model contains two additional functions that determine the transfer of kinetic energy of turbulence k and the rate of energy dissipation ϵ . Based on [5], this model is most suitable for calculating fuel consumption, has relatively

high accuracy and is not «resource-intensive» like other well-known models [6, P. 845-852].

The standard model k-ε - represents [1,2]:

$$P = \left[\mu_{turb} \left(\frac{\partial u_j}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right) - \frac{2}{3} \rho k \delta_{ij} \right] \frac{\partial u_j}{\partial x_j}$$

Formula 4 – Turbulence of kinetic energy production

$$\frac{\partial(\rho\varepsilon)}{\partial t} = -\frac{\partial}{\partial x_j}(\rho u_j \varepsilon) + \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\frac{\mu_{eff}}{\sigma_\varepsilon} \frac{\partial \varepsilon}{\partial x_j} \right] + C_{\varepsilon 1} \frac{\varepsilon}{k} P - C_{\varepsilon 2} \frac{\varepsilon^2}{k} \rho$$

Formula 5 – Equation of kinetic energy dissipation ε

$$\frac{\partial(\rho k)}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x_j}(\rho u_j k) + \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\frac{\mu_{eff}}{\sigma_k} \frac{\partial k}{\partial x_j} \right] + P - \rho \varepsilon$$

Formula 6 – Turbulent kinetic energy transfer equation

where σk , $\sigma \varepsilon$ – turbulent Prandtl numbers.

In the combustion chamber, the boundaries of the design area are solid walls and other elements. The initial conditions include the following values for the variables $u = 0$, $v = 0$, $W = 0$, $p = 0$, $T = 0$, $c = 0$, $k = 0$, $\varepsilon = 0$. Other elements include input and output sections. Table 1 shows the boundary conditions of the required volume (velocity, temperature, mixing concentration of the component, kinetic energy of turbulence and its propagation velocity).

Table 1 – Boundary conditions

№	Parameter	Value
Boundary conditions for the mass		
1	Wall temperature	300 K
2	Excess air coefficient	2,5-5
3	Mass air consumption at the inlet	0,92-1,16 г/с
Boundary conditions for temperature		
1	Wall temperature	300 K
2	Inlet temperature	300 K

Physical model

Figure 1 shows a general view of the burner device. The burner device works as follows: air enters the burner device, as shown in Figure 1. Fuel enters through a fuel line into a common distributor, from which it is supplied to each stabilizer for disconnection. During gorenje, fuel and air are mixed in the recirculation zone created by the stabilizers.

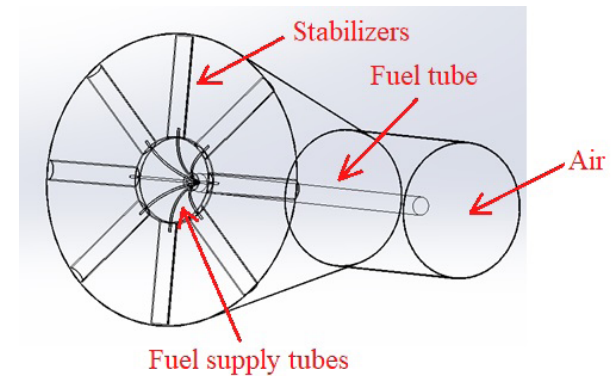


Figure 1 – General view of the burner device

Figure 2 shows a general view of the burners. Burners with semicircular and angular stabilizers with 45° have 8 stabilizers arranged radially around the axis. In the case of a burner with corners with 60°, the number of stabilizers is 6. These angles were chosen taking into account the fact that they are optimal from the point of view of gorenje in accordance with previous experiments [4, p. 191]. Such microfakel devices are relatively new and are of scientific interest to ensure the efficiency of combustion.

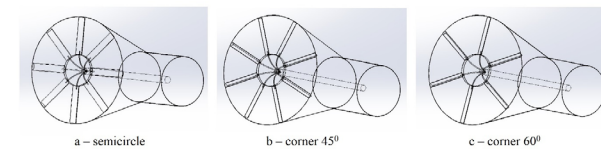


Figure 2 – Stabilizers

Liquefied propane was selected for this numerical simulation.

Results

Figure 3 shows the results of complete combustion of fuel by the excess air coefficient calculated using numerical simulation. As can be seen from the image, as the excess air increases, the amount of complete combustion of fuel increases to the maximum point of the parabola, and then decreases due to the involvement of a large amount of air, which leads to an increase in the outflow of fuel from the gorenje zone. In the case of a semicircular stabilizer bar, a sharp decrease in the value of the completeness of fuel combustion can be noted. The greatest change in the gorenje degree is observed in 60-angle stabilizers, which occurs due to the reduction of the time spent by the fuel assemblies in the recirculation zone.

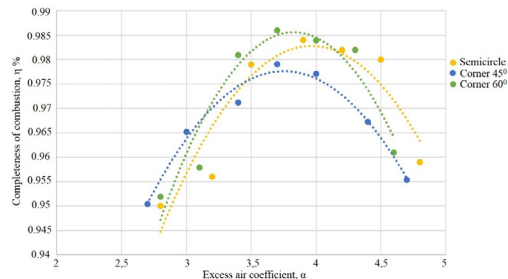


Figure 3 – Dependence of the combustion completeness on the excess air coefficient

The dependence of temperature un gorenje gorenje on the excess air coefficient calculated by numerical modeling is shown in Figure 4. It follows from the figure that an increase in the excess air coefficient, i.e. an increase in air supply to the combustion zone leads to an increase in the unevenness of the temperature field due to increased turbulence in the combustion zone, as well as the entrainment of hot flows to the side, which leads to incomplete combustion of the fuel-air mixture.

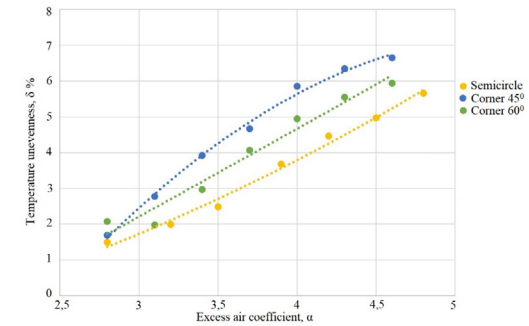


Figure 4 – Dependence of temperature unevenness on the coefficient of excess air

The dependence of temperature unevenness on the air velocity calculated by numerical modeling is shown in Figure 5. According to the figure, corner stabilizers with angles of 45°, 60° and a semicircle have a similar character. From the point of view of ensuring uniform temperature distribution, semicircular stabilizers are the most suitable. Studies show that an increase in the air flow velocity entails an increase in temperature unevenness in gorenje, which is explained by an increase in turbulence of the fuel-air flow.

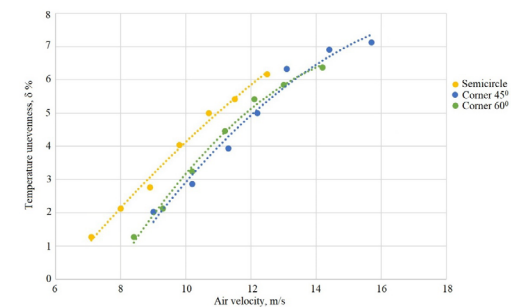


Figure 5 – Dependence of temperature unevenness on air velocity

Conclusion

The article presents works on numerical modeling of a burner for burning synthetic gases. The basic structure of the burner has been developed by the mathematical program Ansys Fluent. For stable combustion of synthetic gas, 3 different angular stabilizers (45°, 60° and semicircular) with a numerical model were calculated for the burner. The mathematical program Ansys Fluent carried out calculations of the total

combustion of fuel, temperature unevenness of 45°, 60° and semicircular angular stabilizers, the final graphs are given.

REFERENCES

1 Babak Aghel, Ashkan Gouran, Sara Behaein, Intensified biogas upgrading via various wastewater using microchannel, Chemical Engineering and Processing - Process Intensification, 2022, 108927, ISSN 0255-2701, <https://doi.org/10.1016/j.cep.2022.108927>.

2 Buğrahan Alabaş, Effect of biogas addition on combustion instability of propane flame at different external acoustic enforcement frequencies, Fuel, Volume 317, 2022, 123498, ISSN 0016-2361, <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2022.123498>.

3 Westeuberd A.A., Fristrom R.M. Methane–oxygen flame structure. II. Conservation of matter and energy in the one-tenth atmosphere flame // Journal of Physical Chemistry – 1960. – Vol. 64, № 10. – P. 1393–1398.

4 Zinser W. Zur Entwicklung mathematischer Flammenmodelle für die Verbrennung technischer Brennstoffe // Fortschritt-Berichte VDI-Verlag. – 1984. – Vol. 6, № 171. – P. 191. (in German).

5 Rabeeah Habib, Bijan Yadollahi, Ali Saeed, Mohammad Hossein Doranehgard, Larry K.B. Li, Nader Karimi, Unsteady ultra-lean combustion of methane and biogas in a porous burner – An experimental study, Applied Thermal Engineering, Volume 182, 2021, 116099, ISSN 1359-4311, <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2020.116099>.

6 Richter W. Anwendungen von Berechnungsmodellen für Feuerraume // VGB Kraftwerkstechnik. – 1982. – Vol. 62, № 10. – P. 845–852. (in German).

ҚАЛА ЖЕЛІЛЕРІНДЕ ЖЫЛУ ЭНЕРГИЯСЫН ТАСЫМАЛДАУ КЕЗІНДЕ ЖЫЛУ ШЫҒЫНДАРЫН ОҢТАЙЛАНДЫРУ

АСАНОВ Д. А.

ғылыми жетекші, PhD, Д. Серикбаев атындағы Шығыс Қазақстан
техникалық университеті, Өскемен қ.

БАКИНБАЕВА А. Т.

магистрант, Д. Серикбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық
университеті, Өскемен қ.

Жылу желілері орталықтандырылған жылумен қамтудың негізгі жүйесі ретінде барлық жылумен қамту жүйесінің жұмысының

тиімділігіне айтарлықтай әсер етеді. Жылу тасымалдағышты соңғы тұтынушыға тасымалдау кезінде туындайтын жоғалулар жылу желілерінің жұмыс тиімділігінің маңызды энергетикалық және экономикалық көрсеткіші болып табылады, себебі жеткізілетін энергияның сапасын төмендетеді және тарифті қалыптастыратын негізгі көрсеткіштердің бірі болып табылады. Сонымен қатар сарапшылардың бағалауы бойынша жылу желілеріндегі жылу жоғалулары 20–30% жетеді.

Жылу желілеріндегі жылу жоғалуларының негізгі себептерінің бірі жылу желілерінің тозу дәрежесінің жоғарылығы мен ғимараттар мен құрылыстардың энергиялық тиімділігінің төмендігі, жылу энергиясын үлестіру мен беру технологиясының артта қалуы, жылу энергия тұтынушыларының тарапынан энергия үнемдеуге деген стимулдың жоқтығы, ғимараттар мен құрылыстардың жылу энергиясын жалпы үйлік есептеу түйіндерімен жабдықталуының төмен көрсеткіші, жылумен жабдықтау саласына деген инвестицияның төмендігі болып табылады.

Осыған байланысты энергетика саласында жүргізілетін жұмыстар жалпы жылу желілерінің техникалық жағдайын және тұтынушыларға деген тарифтік жүктемені оңтайландыруға бағытталуы керек. Ол үшін әзірленген әр түрлі әдістер мен инструменттерді қолдана отырып, желілердің конструкциясын қалпына келтіру бойынша жұмыстар уақытында жүргізілуі керек.

Орталықтандырылған жылумен жабдықтау жүйелері екі желілік құбыр тораптарына ие және тұйықталған циркуляциялы жүйе болып табылады. Негізінен тұтынушыларда өздігінен реттеу құрылғысы жоқ, жылу тасымалдағыштың үлестіруі арнайы есептелген (режимдердің біреуіне) тұрақты гидравликалық кедергілерге алдын ала орнатумен жүргізіледі. Осыған байланысты бу және ыстық су тұтынушыларымен жылу энергиясын іріктеудің кездейсоқ сипаты ЖЭС барлық элементтерінде динамикалық қатынаста күрделі ауыспалы процестерге алып келеді. Сондықтан қазіргі таңда жылу желілерінің, сондай ақ энергия тұтынушыларының гидравликалық сипаттамаларын ескере отырып, жылу энергиясының ағынын басқару өзекті мәселе болып табылады [1].

Біздің аймақтың ерекшелігі жоталы жерде орналасқандығы, ең төменгі биіктің белгісі 10 м, ең жоғарғысы – 150 м.

Осыған байланысты пьезометрлік график күрделі. Су қысымының жоғары болуына байланысты бастапқы бөліктерде апат көп орын алады (құбырлардың жарылуы). Орталықтандырылған

жылумен жабдықтау жүйесіне қосылған барлық ғимараттардың жылу энергиясының меншікті шығыны жылына 110-130 кВт/м³ құрайды. Сарапшылардың бағалауы бойынша алдыңғы қатарлы дамыған елдердегі (біздің жағдайда Финляндия қарастырылды) осындай конструкциялармен салыстырғанда 1,5–1,7 есе көп.

Жабық типті жылу желілеріндегі судың жоғалуы (ағуы) Финляндиямен салыстырғанда және елімізде қабылданған нормативтерден 1,5 есе жоғары.

Жылу құбырларын жылу-, гидро-, электро-оқшаулау энергиялық тиімді және сенімді жұмыстың негізгі мәселесі. Ең заманауи технология гидрокорғайтын полиэтилен жабынмен жылу трассаларының барлық элементтерін пенополиуретанмен зауыттық жағдайда алдын ала жылу оқшаулау.

Конструкцияны қайта жаңартуда пайдалану үшін ұсынылатын құбырлардың салынған негізгі бақылау кабелі болады, оны желінің жағдайы туралы ақпаратты жіберу үшін пайдалануға болады.

Қолданылатын жылу желісінің 1 км бөлігінің жылу жоғалуы жылына 780 Гкал құрайды. Пенополиуретан жылу оқшаулағышы бар құбырларды қолдану бұл шығындарды үш есе төмендетуге мүмкіндік береді. Қолданыстағы жылу желісінің 1 метр бойының жылу жоғалуы 0.00009 Гкал/сағ, ал полиуретан оқшаулағышпен 0.000027 Гкал/сағ.

Жылу желілері мен ыстық сумен жабдықтау құбырларын дәстүрлі каналды төсеуден полиэтилен жабынмен пенополиуретан оқшаулағышты қолданып каналсыз төсеуге ауысу келесі артықшылықтарды береді:

- темірбетонды пайдаланудан бас тарту және бұл коммуникациялардың 2 метр және одан да терең тереңдікте көму қажеттілігі болмауы;
- температураны компенсациялау үшін П -тәрізді компенсаторларды және жылу трассасының түрін оңтайландыру үшін майыстырылған құбырларды пайдалану қажеттілігінің болмауынан төселетін жылу желілерінің ұзындығының қысқаруы;
- жылу желісінің құбырларының жарамдылық мерзімінің 15-20 жылдан 30-50 жылға дейін артуы;
- күшейтілген пенополиуретан оқшаулағышының нәтижесінде құбыр желілерінде жылу жоғалуларының күрт төмендеуі;
- құбыр желілерінің жағдайын бақылау жүйесінің пайдаланылуы (эксплуатациялық шығындардың төмендеуі).

Жылу желілерінің құбырларын эксплуатациялау саласында энергия үнемдеу мен эксплуатациялық шығындардың төмендеуінде потенциал бар: судың ағуын бақылау жүйесін ұйымдастыру ылғал жылу оқшаулағышы кезінде туындайтын құбыр коррозиясын және жылу жоғалуының төмендетуге; қала аудандарының жылу желілерін бірыңғай жүйеге біріктіру [2].

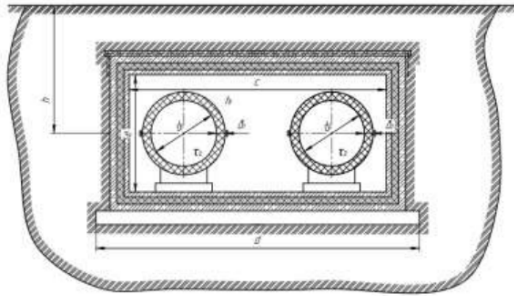
Жылу желісінің түйіндерін жедел бақылау және басқару үшін жабдықтарды басқару және ақпаратты қашықтықтан жинайтын кешенді жүйе құрастырылады. Ол жүйе келесі мәселелерді шешеді:

- топтық және жеке жылу орталықтарынан, сорғы және бойлер аппараттарынан жылутасымалдағыш қысымы, температурасы және шығыны, жылу желілерінің шығыны, қозғалтпалардың орналасуы, сорғылардың жағдайы, жергілікті автоматиканың апаттық сигналдары туралы ақпаратты жинау;
- бөліктердің шекарасының шығысында жинақталған параметрлерді бақылау;
- объектілерде жабдықтарды жергілікті басқару;
- объектілерде жергілікті реттегіштерді орналастыруды өзгерту;
- жинақталған ақпаратты өңдеу және мұрағаттау;
- оперативті қызметкерге «апат» сигналын беріп, апаттық жағдайды тіркеу;
- кәсіпорынның жергілікті желісі бойынша жинақталған ақпаратқа қолжетімділікті қамтамасыз ету;
- жылу желісінің зақымдалған бөліктерін бөлу мақсатында оператор инициативасы бойынша қозғалтпаларды қашықтықтан басқаруды орындау.

Орталықтандырылған бақылау жүйесінің басқару объекті телемеханика кешені болып табылады.

Қаланың жылумен жабдыкталу жүйесін орталықтандырылған бақылау жүйесінің кешеніне жылу жүйесінің жұмыс режимін есептеуге және оны баптауға мүмкіндік беретін күрделі тармақталған тізбектердің гидравликалық есептелуінің математикалық моделі болып табылады [3].

Бетон канал қабырғаларында пенополистиролдан жасалған жылуоқшаулағыш қондырғысы бар құбыр желісін каналда жер асты төсеу кезіндегі жылу жоғалуын есептеу әдістемесін қарастырайық (сурет 1).



Сурет 1 – Құбыр желілерін жер асты каналды төсеу

Жылулық теңгерім теңдеуін жазайық:

$$\frac{\tau_1 - t_k}{R_{u1} + R_{\alpha 1}} + \frac{\tau_2 - t_k}{R_{u2} + R_{\alpha 2}} = \frac{t_k - t_0}{R_{\alpha k} + R_k + R_{\text{қонд}} + R_k + R_{\text{гр}}} \quad (1)$$

(1) теңдеуден каналдағы ауа температурасын табамыз. t_k тапқаннан кейін әр құбырдағы жылу ағынының тығыздығын анықтауға болады:

$$q_1 = \frac{\tau_1 - t_k}{R_{u1} + R_{\alpha 1}} \text{ және } q_2 = \frac{\tau_2 - t_k}{R_{u2} + R_{\alpha 2}} \quad (2)$$

Термиялық кедергілерді есептеу:

1) $R_{u1} = \frac{1}{2\pi\lambda_{u1}} \ln \frac{d_{u1}}{d_1}$ – құбырдың оқшаулау конструкциясының кедергісі, бұл жерде $d_{u1} = d_1 + 2\delta_{u1}$,

2) $R_{\alpha 1} = \frac{1}{\pi d_{u1} \alpha_1}$ – каналдағы ауаға оқшаулағы бетінен жылу берілу кедергісі.

Канал өлшемдері: $c = 2000$ мм; $e = 900$ мм; $a = 2160$ мм; $b = 1060$ мм; $\delta_{\text{ср}} = 80$ мм.

Осы канал үшін жылу шығындарын төмендету нұсқаларының есептеу нәтижелері төмендегі кестеге енгізілген.

Кесте 1 – Канал үшін жылу шығындары

Нұсқалар	Жылу шығындары			Каналдағы ауа темп.
Бастапқы	82,4 80,5*	22,7 20,9*	105,1 101,4*	27,1 28,9*
Құбыр желілерінде оқшаулау қалыңдығын өзгерту	106,6...82 103,8...75,1*	24,1...22,7 21,3...20,9*	130,7...99,9 125,1...95,9*	32,4...27,1 34,5...28,9*
Тура құбыр желісінің болатына «Изолат/Броня» бояуын жағу	99,5...78,7 37,2...34,2 100,8...78,8* 36,6...33,7*	26,0...24,6 40,9...31,5 23,1...21,7* 38,8...30,2*	126,5...102,3 78,2...65,8 124,0...100,6* 75,5...63,9*	30,6...26,0 21,1...18,5 33,6...28,3* 22,5...19,9*
Кері құбыр желісінің болатына «Изолат/Броня» бояуын жағу	106,0...83,5 109,2...85,7 105,8...83,4* 109,1...85,7*	20,3...21,4 7,7...9,5 21,0...22,2* 7,3...6,1*	126,3...105,9 116,9...95,3 126,2...105,7* 116,4...94,8*	33,8...26,7 31,5...24,6 33,8...26,7* 31,5...24,6*
Екі құбырдың да желісінің болатына «Изолат/Броня» бояуын жағу	83,3...71,9 83,2...19,3 81,3...70,4* 81,4...19,2*	23,1...21,7 23,1...7,6 21,2...20,1* 21,2...7,5*	106,4...93,7 106,4...27,0 102,6...90,5* 102,6...26,7*	26,9...24,3 26,9...10,6 28,8...26,0* 28,8...10,4*

Ескерту: *Каналға «Пенополистиролдан» жасалған қондырманы пайдаланғанда.

Тура және кері желі су құбырларын оқшаулау үшін сұйық керамика материалды пайдалану экономикалық тұрғыдан тиімді. Канал қабырғаларында жылу оқшаулауды пайдалану да жылу шығынын азайтуға өз үлесін қосты [4].

Жылу шығындарын оңтайландыру бойынша бір мақсаттың өзіне қол жеткізу жылу шығындарының төмендеуіне және жылу көзінің ПЭК артуына, сәйкесінше оларға жұмсалатын отын шығынының төмендеуіне алып келеді, бұл энергия үнемдеудің негізгі міндеті болып табылады.

ӘДЕБИЕТТЕР

1 Ильин, Р. А. Оценка тепловых потерь в тепловых сетях при применении жидкокристаллической теплоизоляции / Р. А. Ильин // Теплоэнергетика. – 2015. – № 7. С. 76–80.

2 Байбаков, С. А., Филатов, К. Ф. Оптимизация толщин тепловой изоляции при проектировании теплопроводов тепловых сетей / С. А. Байбаков, К. Ф. Филатов // Новости теплоснабжения. – 2013. – № 2. С. 35–45.

3 Кузнецов Л.А., Григорьева Л.А. Определение потерь тепловой энергии через изоляцию трубопроводов теплофикационной воды в результате тепловых испытаний // Новости теплоснабжения. 2006. № 3. С. 51-52.

4 Байбаков С.А., Тимошкин А.С. Основные направления повышения эффективности тепловых сетей // Электрические станции. 2004. № 7. С. 19–25

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ, ПРИ ТЕРМИЧЕСКИХ МЕТОДАХ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПЛАСТ, ПОЗВОЛЯЮЩИЕ ПАРОТЕПЛОВУЮ ОБРАБОТКУ ПРИЗАБОЙНОЙ ЗОНЫ

ДОСЖАНОВ М. Ж.

д.т.н., профессор, Кызылординский университет
«Болашақ», г. Кызылорда

ТАСБОЛАТ Г. Ж.

докторант 1 курса, Евразийский национальный университет имени Л. Н.
Гумилева г. Кызылорда

Предложены технологии и технические средства, обеспечивающие подъем продукции скважин с высоковязкой нефтью как при естественном режиме работы пласта, так и при термических методах воздействия на пласт, позволяющие паротепловую обработку призабойной зоны без извлечения насосного оборудования из скважины.

Ключевые слова: призабойная зона, глубиннонасосная установка, скважина, битум, вязкость, нефтеотдача, пласт, закачка, станок-качалка.

Введение

Большой вклад в становление и развитие битумного направления в нефтедобыче, научному обоснованию и практической реализации опытно-промышленной разработки месторождений природных битумов внесли ведущие ученые Казахстана в этой области. Условия залегания и физико-химические свойства природных битумов обуславливают целесообразность разработки залежей, содержащих жидкие битумы в хорошо проницаемых коллекторах скважинными тепловыми методами. Однако, применение тепловых методов в таких условиях накладывает ряд специфических требований к технике и технологии подъема продукции из скважин, которым традиционные способы и технические средства, применяемые в нефтедобыче не удовлетворяют.

Мировые запасы высоковязких нефтей и природных битумов огромны и по оценкам специалистов превышают запасы легких нефтей. Ведущее место в мире по их добыче занимают Венесуэла, США, Канада. Более 90 % мировой добычи высоковязких нефтей и природных битумов приходится на скважинные методы, из них более 80 % добывается механизированными способами на естественном режиме работы пластов, чему способствуют сравнительно высокие пластовые давления и температуры на глубине залегания основных разрабатываемых за рубежом скважинными методами месторождений [5, с. 816].

В этих условиях притоки вязкого битума в скважины на естественном режиме работы пласта малы и рациональным признано применение уже на первом этапе разработки скважинных тепловых методов.

Опыт добычи природных битумов накоплен в Татарстане, где ведется опытно-промышленная разработка широко известных Бордово-Кармальского и Ашальчинского месторождений природных битумов. Процесс эксплуатации скважин при разработке месторождений с помощью внутрипластового горения может быть разделен на три характерных комплекса условий, отличающихся по свойствам откачиваемой среды и условиям работы скважинного оборудования: [2, с. 40].

1. Добыча пластовой жидкости с первоначальными параметрами, как правило, возможно с механическими примесями.

2. Вследствие влияния процесса горения происходит постепенное повышение температуры и обводненности, снижение вязкости, рост дебита, содержания механических примесей в продукции, поступление продуктов горения, а добывающие скважины, рост газового фактора до тысяч м³/м³.

3. Резкое увеличение температуры на забое при приближении фронта горения.

Технологический процесс термоциклического воздействия паром предусматривает;

- определение интервала приемистости пласта путем закачки горячей воды и последующим снятием термограммы по стволу скважины, - откачку жидкости на естественном режиме работы пласта с замером дебита по жидкости и битуму,

- снятие кривой восстановления уровня в скважине, закачку пара по колонне НКТ с параллельной закачкой воздуха по межтрубному пространству,

- остановку скважины на выдержку для термокапиллярной пропитки с контролем температуры в призабойной зоне,
- запуск скважины в работу при достижении на забое заданного значения температуры,
- контроль дебита скважины и прекращение отбора продукции при достижении заданного минимального значения дебита,
- промывку и заполнение скважины водой перед следующим циклом.

С целью совершенствования термоциклического воздействия и повышения битумоотдачи пластов разработана технология комплексного воздействия на битумный пласт, предусматривающая периодические закачки в добывающие скважины оторочек водных растворов моющих средств последующим продавливанием в пласт нагнетанием пара.

Для создания гидродинамической связи между скважинами разработана также технология площадной закачки горячего воздуха, которая предусматривает закачку в нагнетательные скважины горячего воздуха с одновременным отбором продукции из добывающих скважинах [1, с. 78].

Основные физико-химические свойства природных битумов при добыче скважинными методами, приведены в таблице 3.1.

Таблица 1 – Физико-химические свойства природных битумов

Наименование	Диапазон
Плотность при 20°C, кг/м ³	923,8 - 1100
Кинематическая вязкость при 50°C, мм ² /с	30,3 - 639,9
Динамическая вязкость при 8°C, МПа·с	4210 - 43400
Динамическая вязкость при 20°C, МПа·с	1180 - 13240
Содержание асфальтенов, % (мас.)	4,2 - 25,6
Содержание смол силикагелевых, % (мас.)	9,9 - 34,4
Содержание парафина, % (мас.)	до 4
Содержание серы, % (мас.)	2,8 - 5,4
Коксуюемость, % (мас.)	5,5 - 18,6

Таким образом, при эксплуатации малодебитных скважин с высоковязкой продукцией и, в частности, битумных скважин вследствие горно-геологических условий залегания, физико-химических и реологических свойств добываемой продукции и особенностей методов разработки имеют место осложнения при добыче, наиболее распространенными из которых являются:

- прогрессирующий ущерб призабойной зоны скважин, снижающий их производительность;

- большие гидравлические сопротивления в насосах, подъемных трубах и системах сбора;
- зависание колоны штанг при ходе вниз в вязкой среде;
- трудности пуска скважины после простоя;
- необходимость подъема высокотемпературной жидкости при тепловом воздействии на пласт;
- пескопроявления;
- аномально высокое содержание свободного газа в продукции; отложения асфальтенов, смол, парафина в скважинах и системах сбора;
- интенсивная коррозия нефтепромыслового оборудования;
- образование высоковязких эмульсий и застывание продукции в выкидных линиях.

Ожидаемые параметры при разработке месторождений природных битумов скважинными тепловыми методами, приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Параметры при скважинной разработке месторождений природных битумов

Параметры	Скважины	
	холодные	под воздействием
Глубина скважин, м	100 - 170	100 - 170
Ожидаемый дебит жидкости, м ³ /сут	-	0,2 - 40
Пластовое давление, МПа	0,4 - 0,5	1,5 - 2,5
Устьевое давление, МПа	-	0,1 - 0,3
Температура на забое добывающих скважин, °С:		
при отборе продукции	7-8	до 150
при закачке теплоносителя	-	до 250
Обводненность продукции, %	до 100	60 - 98
Вязкость битума в скважине, МПа·с	3305 - 14500	110
Плотность битума, кг/м ³	965	965 - 1000
Плотность пластовой воды, кг/м ³	1002	1002
Минерализация воды, г/л	2,5	
Водородный показатель, pH	7	3,5 - 4
Количество свободного газа в продукции, м ³ /м ³	-	до 4000
Содержание H ₂ S в газе, %	-	0,06 - 1,88
Содержание O ₂ в газе, %	-	2-3
Содержание CO ₂ в газе, %	-	8-10
Содержание мехпримесей в продукции, г/л	до 93	свыше 93

Особенности эксплуатации битумных скважин обуславливают ряд специфических требований к техническим средствам подъема продукции, которые по специфике предъявляемых требований могут быть разделены на три группы [4, с. 100]:

- 1) средства подъема битума из холодных (не охваченных тепловым воздействием) скважин, в том числе при освоении, опробовании, пробной эксплуатации;

2) насосные установки для интенсификации добычи при циклических методах термического воздействия на пласт через добывающие скважины;

3) насосные установки для добычи битума при площадных методах термического воздействия на пласт.

Основные специфические требования к средствам первой группы: возможность подъема жидкости с широким диапазоном изменения вязкости; широкий диапазон и простота регулирования производительности; возможность проведения исследований в скважине; малые габариты и металлоемкость; мобильность; автономность.

Отличительные требования к средствам второй группы: возможность работы при противодавлении на устье;

возможность закачки теплоносителей воздуха и других технологических агентов без извлечения из скважины насосного оборудования;

– простота перевода оборудования из режима закачки теплоносителя на режим отбора продукции;

– высокая работоспособность при циклическом изменении температуры;

– возможность работы при высоком содержании мехпримесей в продукции;

– возможность фонтанирования через насос, регулирования производительности в широком диапазоне по мере изменения режима работы пласта.

Требования к средствам третьей группы:

– возможность работы при противодавлении на устье;

– работоспособность при высоком содержании в продукции свободного газа, механических примесей;

– термостойкость;

– способность длительное время работать в коррозионно-активной среде;

– возможность проведения исследований в скважине и извлечения насоса (или его быстроизнашиваемых частей) без глушения скважины;

– малые энергозатраты на подъем жидкости.

Наиболее распространенный способ эксплуатации малодобитных скважин, продукция которых отличается повышенной вязкостью штанговый глубиннонасосный. К таким установкам относятся двухплунжерные насосы, в частности с плунжерами

разных диаметров, соединенными полыми штоками. В таких насосах на штанги действует дополнительная растягивающая нагрузка от давления столба жидкости в трубах, однако такие установки не эффективны в неглубоких скважинах и имеют малый диапазон применения по вязкости продукции. В двухплунжерных насосах с плунжерами одинакового диаметра, благодаря специальному скважинному синхронизирующему устройству, обеспечивается принудительный синхронный ход вниз одного плунжера при ходе вверх второго, а тяговый орган, как правило, изолирован от вязкой среды [6, с. 48].

Для снижения вязкости продукции, откачиваемой насосными установками, применяется подлив маловязкой жидкости в скважину. В установках с подливом воды при нарушении заданного соотношения может образовываться эмульсия, вязкость которой значительно выше вязкости битума, кроме того, возникают проблемы с замерзанием воды зимой. С целью устранения влияния вязкости продукции на работу штанговой колонны предложен ряд установок, в которых штанги работают в маловязкой нефти или воде в насосно-компрессорных трубах, а подъем вязкой среды осуществляется по затрубному пространству (в случае установки пакера) или по дополнительной колонне. Из-за пакера исключается возможность контроля за режимом работы пласта, а также промывок и глушения скважины. Рассматриваемые установки не позволяют закачку в скважину теплоносителей [3, с. 69].

Предложены штанговые насосные установки с жидким утяжелителем, в которых подъем вязкой нефти осуществляется по межтрубному пространству при ходе штанг вниз под действием веса столба балластной маловязкой жидкости в насосно-компрессорных трубах [7, с. 44].

К примеру в Канаде создан станок РС-3000 с одноплечим балансиром, у которого ход вверх осуществляется пневмоцилиндром, установленным между балансиром и основанием, а ход вниз - при помощи гибкой ленты, одним концом прикрепленной на дугообразной головке балансира, а другим - наматываемой на барабан лебедки с приводом от высокомоментного гидромотора, однако он имеет более сложную конструкцию и обслуживание, чем безбалансирные приводы.

Класс установок с гибким тяговым органом разделяется на два подкласса. Представителем установок с замкнутым гибким тяговым органом является цепной подъемник с поршнями, установленными

с определенным шагом на замкнутой цепи, размещенной в скважине таким образом, что одна ветвь (подъемная) проходит по колонне насосно-компрессорных труб, а вторая (холостая) в межтрубном пространстве. К достоинствам установки относится возможность подъема жидкости очень высокой вязкости при значительном содержании песка, к недостаткам - отсутствие возможности работы в герметизированную систему сбора продукции, выход газов из скважины в атмосферу, сложность контроля режимов работы пласта и скважины из-за того, что все пространство скважины занято цепями.

Второй подкласс объединяет реверсивные установки с гибким тяговым органом, которые создаются в нашей стране и за рубежом. В зарубежных установках в качестве гибкого тягового органа применяется в основном стальной канат, который используется в комбинации с обычной колонной штанг (на устье канат, наматываемый на барабан, в скважине штанги). Основные преимущества установки: простота конструкции, возможность регулирования производительности в широком диапазоне, термостойкость, возможность откачки продукции с большим газосодержанием, очистка стенок труб при каждом ходе от отложений парафина, смол, асфальтенов.

Выводы

Предложены новые современные технологии и технические средства, обеспечивающие подъем продукции скважин с высоковязкой нефтью как при естественном режиме работы пласта, так и при термических методах воздействия на пласт, позволяющие паротепловую обработку призабойной зоны без извлечения насосного оборудования из скважины. Рассмотрена и предложена реверсивная длинноходовая глубиннонасосная установка с ленточным тяговым органом, обеспечивающая эксплуатацию скважин с высоковязкой нефтью при естественном режиме работы пластов, при циклических методах воздействия на призабойную зону и при площадных методах паротеплового воздействия на продуктивный пласт.

ЛИТЕРАТУРА

1 Ахунов Р. М., Валовский В. М., Манько М. И., Суворов Л. А. Особенности опробования битумных скважин в Татарии // Нефтяное хозяйство. – 1990. – № 9. – с. 78.

2 Ахунов Р. М., Валовский В. М., Суворов Л. А., Слесарев В. Е., Манько М. И. Опробование скважин на Мордово-Кармальском и Ашальчинском месторождениях природных битумов // Нефтяное хозяйство. – 1991. – № 11. – с. 40.

3 Валовский В.М. Направления создания технических средств для подъема продукции скважин месторождений природных битумов Татарстана // Тр. ВНИИнефти. – 1994. – Вып. 119. – с. 69.

4 Досжанов М.Ж., Жубанов О.Н., Султанбеккызы А. Вопросы математического моделирования процессов разработки трудноизвлекаемых и высоковязких запасов нефти. «Путь науки». Международный научный журнал, №1(1). 2014г., Том 1. Импакт-фактор журнала «Путь науки» - 0,25(Global Impact Factor 2013, Австралия) с.100

5 Мищенко И.Т. Скважинная добыча нефти. Учебное пособие для вузов. – М.: ФГУП Изд-во «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М.Губкина, 2003. – с. 816.

6 Скважинные штанговые насосы для добычи нефти. Каталог / Под ред. О.И. Эфендиева. - М.: ЦИНТИхимнефтемаш, 1988. - 48 с.

7.Сорокин В.А. Новые направления в технике и технологии добычи высоковязких нефтей // Нефтяное хозяйство. - 1990. - № 5. – с. 44.

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ НЕФТЯНОГО КОКСА НА ТОО «УНПК-ПВ»

ЕГИНБАЙ Ч. Т.

магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар

БОГОМОЛОВ А. В.

к.т.н., профессор, Торайгыров университет, г. Павлодар

ЖАРКОВ В. А.

ученик СОШ № 34, г. Павлодар

Прокаленный кокс используют в цветной металлургии для изготовления анодов, катодов и графитированных электродов. Установки прокаливания нефтяного кокса целесообразно строить на месте его производства и комбинировать с установками замедленного коксования [1]. Нефтяной кокс характеризуется высокой и переменной влажностью, достигающей 12–18 %, весьма широким гранулометрическим составом (от 0 до 200 мм) и

повышенным содержанием мелких частиц и пыли, значительным выходом летучих веществ (10–12 %).

Для правильного выбора технологической схемы в каждом конкретном случае должно быть выполнено технико-экономическое сравнение вариантов технологической схемы. Выбор технологической схемы должен быть увязан с типом и конструкцией прокаточной печи. На рисунке 1 показана принципиальная схема установки прокаливания ТОО «УПНК-ПВ», снабженной барабанной печью [2].

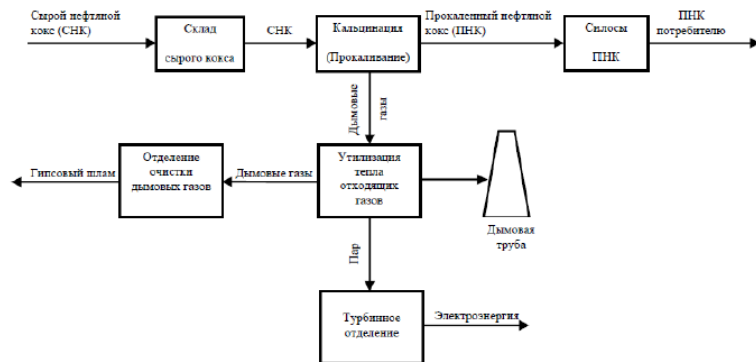


Рисунок 1 – Принципиальная схема установки прокаливания ТОО «УПНК-ПВ»

Печь прокатки ТОО «УПНК-ПВ» – барабанная вращающаяся печь длиной 65 м, с диаметром 3,47 м и углом наклона 4°. Вращающееся движение печи способствует перемещению, перемешиванию и контакту материала с внутренней поверхностью печи, что дает возможность хорошего прогрева в процессе.

Горелка может использовать в качестве топлива мазут и дизельное топливо. Дизельное топливо используется, когда температура в печи ниже 350 °С, затем используется мазут. Во время обычной работы, объемный расход мазута автоматически регулируется для обеспечения температуры в зоне кальцинации около 1250–1350 °С.

Горение летучих веществ и топлива при прокатке нефтяного кокса производит большое количество высокотемпературных дымовых газов, которые содержат и небольшую долю частиц кокса. 50–60 % летучих сгорают в печи, остальные поступают в дожигатель

вместе с дымовыми газами. Рядом с дожигателем расположены топочные воздуходувки, нагнетающие в него дополнительный воздух для максимального дожигания летучих веществ и частиц кокса до поступления дымовых газов в систему утилизации тепла. Когда температура дымовых газов на выходе из дожигателя ниже, чем 1150 °С, горелки дожигателя запускаются для выработки дополнительного тепла.

Нефтяной кокс, после прокатки при высокой температуре, выгружается из головной части печи во вращающийся барабанный холодильник, обеспечивающий снижение температуры от 1000 °С до 100 °С. Для продвижения кокса внутри холодильника от загрузочного конца к разгрузочному концу, корпус холодильника имеет наклон в два градуса двадцать девять минут к горизонту [3].

Исходными данными для технологического расчета барабанной печи являются производительность по сырью, характеристика исходного кокса, состав выделяющихся летучих веществ и показатели качества прокатенного кокса. По заданной глубине прокаливания и истинной плотности прокатенного кокса, определяем конечную температуру нагрева и продолжительность процесса. Время пребывания кокса в прокаточной печи по практическим данным должно составлять 75–90 мин [4].

Конечная температура нагрева t_k (°С) рассчитывается из уравнения, проверенного на рядовом нефтяном коксе:

$$\rho = 370\tau^{0,107} e^{2/(t_k - 450/30000)} + 1430,$$

где ρ – истинная плотность прокатенного кокса, кг/м³;
 τ – продолжительность прокаливания, ч.

Реакционный объем прокаточной печи V (м³) вычисляется по формуле:

$$V = G / \varpi,$$

где G – производительность печи по сырью, кг/ч;
 ϖ – производительность единицы реакционного объема печи, кг/(м³×ч).

Рекомендуется принимать $\varpi = 45-65$ кг/(м³×ч); производительность единицы реакционного объема для рядового электродного кокса выше, чем для игольчатого.

Далее рассчитывается степень заполнения печи коксом Ψ :

$$\Psi = G\tau / (V\rho_{cp}),$$

где ρ_{cp} – средняя насыпная плотность кокса, находящегося в печи, кг/м³ (рекомендуется принимать $\rho_{cp} = 680-780$ кг/м³).

Обычно печи работают при значениях $\Psi = 0,03-0,15$, чаще при $\Psi = 0,07-0,11$.

Поверхность сегмента, занятого коксом, S (м²) равна:

$$S = 0,5R^2(\pi\alpha/180 - \sin \alpha),$$

Внутреннее сечение печи рассчитывается по формуле:

$$S_{II} = \pi R^2,$$

где α - угол, образуемый двумя радиусами, проходящими через концы хорды сегмента, град.

Длина печи определяется по формуле:

$$L = \pi D n / (100 \tau),$$

где n - частота вращения барабана печи, ч-1;

τ - уклон печи, % (значения n и τ выбирают по ГОСТ 11875-88).

На основании рекомендуемых физико-механических свойств прокаленного нефтяного кокса по вышеприведенным формулам определены соответствующие параметры барабанной прокалочной печи (таблица 1).

Таблица 2 – Характеристики барабанной прокалочной печи ТОО «УПНК-ПВ»

Производительность	14,42 т/ч
Номинальная производительность	15,0 т/ч
Габариты печи	Ø3,47/ Ø3,785x65 м
Температура в зоне кальцинации	1250-1350 °С
Время выдержки материала	72-85 мин
Скорость вращения	0,25-2,0 об/мин

Для повышения эффективности получения нефтяного кокса на ТОО «УПНК-ПВ» могут предложены несколько технологических решений [5,6], в частности оборудование для предварительной сушки сырого нефтяного кокса. Вследствие этого уменьшится влажность кокса перед прокалкой и снизятся общие тепловые потери при производстве прокаленного кокса.

Вывод. Представлена краткая технология и расчет печи прокалки нефтяного кокса на инновационном предприятии ТОО «УПНК-ПВ». Для повышения эффективности производства и качества прокаленного нефтяного кокса рекомендуется рассмотреть установку оборудования для предварительной сушки сырого кокса.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Шакенев Р.К., Касенов А.Ж. Применение нефтяного кокса в зависимости от его свойств, Международный научный журнал «Путь науки», № 1 (23), 2016, издательство «Научное обозрение» – с. 11-13
- 2 Технологический регламент ТОО «УПНК-ПВ» ТР П-02.04-01-18 – Павлодар, 2018, 63с.
- 3 Технологические расчеты установок переработки нефти: Учеб. пособие для вузов/Танатаров М.А., Ахметшина М.Н., Фасхутдинов Р.А. и др. – М. : Химия, 1987 – 352 с.
- 4 Официальный сайт ТОО «УПНК-ПВ» <http://upnk.kz/>
- 5 Чечанов, О. С. Изучение взаимосвязи свойств нефтяного сырья и кокса / О. С. Чечанов, Н. В. Харенко // Внедрение результатов инновационных разработок: проблемы и перспективы: сборник Международной научно-практической конференции: – Уфа: «ОМЕГА САЙНС», 2017. – С. 100-101.
- 6 Современные технологии обработки нефтяного кокса / А. А. Тихонов, И. Р. Хайрудинов, Э. Г. Теляшев [и др.] // Сборник материалов Международной научно-практической конференции

«Инновационные технологии в нефтегазовом комплексе», – Уфа: Башкирский государственный университет, 2014. – С. 139

АДАМЗАТТЫҢ ҚАЗІРГІ ЖАҒАНДЫҚ МӘСЕЛЕЛЕРІ: ТАБИҒИ АПАТТАР ЖӘНЕ ПАЙДА БОЛУ СЕБЕПТЕРІ

КУЛЬМАГАНБЕТОВА Р. А.
тарих пәнінің мұғалімі, № 18 ЖОББМ, Екібастұз қ.
КАИРГЕЛЬДИНОВА М.
10 сынып, № 18 ЖОББМ, Екібастұз қ.

Адамзаттың дамуы тұрғысынан алғанда, біз өмір сүріп отырған заман осы кезге дейінгі интеллектуалдық, ғылыми және техникалық тәжірибе жинақтаудың ең биік шыңы екендігі еш күмән тудырмады. Біз қордаланып қалған, шешімін таппаған көптеген жаһандық мәселелердің ортасында өмір сүріп келеміз. Адамзат ғаламдық деңгейдегі әртүрлі күрделі сын-қатерлермен бетпе-бет келіп қана қоймай, алдағы 20–30 жыл ішінде соларды шешудің оңтайлы жолдарын іздеп табуға мәжбүр. Ғаламдық сипаттағы сын-қатерлерді қарастырғанда мәселенің ғылыми-техникалық астарларымен қатар, философиялық, діни және рухани негіздерін де ұмыт қалдырмаған жөн. Тіпті, сол мәселелердің туындауының негізгі себебі адамның өзіне келіп саятынын, оның мінез-құлқына, тәлім-тәрбиесіне, жауапкершілігіне тікелей байланысты екендігін де ашық айту қажет.

Адамзат өз даму жолының қорытындысын жасап, өз өткеніне әділ баға беріп, дамудың жаңа сапалы кезеңіне аяқ басқалы тұр. Осы орайда, ғылыми ой мен діни сенім, адам ақылы мен жасанды ақыл, үшінші технологиялық төңкеріс пен адамның экологиялық жауапкершілігі, нарықтық прагматизм мен жаңа үлгідегі «жасыл» экономика, капиталистік индивидуализм мен жалпы адами құндылықтар арасындағы текетірес пен қайшылықтар адамзатты тағы бір қасіретті де қараңғы дәуірге жетелеп, адастырып, нәтижесінде тағы да сан соқтырып кетпесіне кім кепіл? Ғылым мен технология қарыштап дамыған XX-XXI ғасырларда тарихта бұрын-соңды болып көрмеген кісі өлімінің тіркелуі, дүниежүзілік соғыстар мен қарулы қақтығыстардың, құқықтық заң бұзушылықтар мен экологиялық қылмыстардың, геноцид пен қуғын-сүргіндердің, атомдық жарылыстар мен техногендік апаттардың орын алуы, өндірістік қалдықтардың табиғатты, жерді, суды, ауаны ластауы

сынды оқиғалар адамзаттың психологиясында, санасы мен тіршілігінде жағымсыз әсерлер қалдырғаны рас.



Сурет 1 – Ғаламдық проблемалардың географиялық аспектілері адамзаттың дамуындағы проблемаларын топтастыру

Ғаламдық мәселелер деп – бүкіл әлемді, барлық адамзатты қамтитын, адамзаттың бүгінгі мен ертеңіне қауіп төндіретін және шешілуі үшін барлық елдер мен халықтардың бірлескен әрекеттерін талап ететін мәселерді айтады. В.П. Максакковский

Әлемнің жаһандық мәселелерін түрлері бойынша: Саяси сипаттағы жаһандық мәселелер, Әлеуметтік сипаттағы жаһандық мәселеле, Табиғи-экономикалық сипаттағы жаһандық мәселелер деп бөліп топтастырамыз.

Адамзаттың жаһандық мәселелері – көптеген елдерді қамтитын, жер атмосферасын, әлемдік мұхиттарды және жерге жақын ғарыш кеңістігін қамтитын және бүкіл жер тұрғындарына әсер ететін мәселелер мен жағдайлар. Адамзаттың жаһандық проблемалары бір ғана елдің күшімен шешілмейді, қоршаған ортаны қорғау туралы бірлесіп әзірленген ережелер, келісілген экономикалық саясат, артта қалған елдерге көмек және т. б. қажет. Бір топ зерттеушілер жіктеудің көптеген нұсқаларын ұсынды. Мұнда И. Т. Фролов пен В.В.Загладин ұсынған жіктеу нұсқасын қарастырамыз. Осы нұсқаға сәйкес барлық жаһандық мәселелер үш үлкен топқа бөлінеді.

Бірінші топ ең үлкен жалпылығымен және өзектілігімен сипатталатын мәселелер. Олар әртүрлі мемлекеттердің, сондай-

ақ ірі әлеуметтік қауымдастықтың (әлеуметтік-экономикалық жүйелер, халықаралық саяси одақтар және оларға мүше елдер) арасындағы қарым-қатынастардан туындайды. Мұндай проблемалар «халықаралық» деп аталады: қоғам өмірінен соғысты жою және әділетті бейбітшілікті қамтамасыз ету; жаңа халықаралық саяси/экономикалық тәртіпті орнату. Бұл жерде экологиялық проблемалар, сондай-ақ көптеген басқа мәселелер өткір болып тұр. Артта қалған және орта дамыған елдер әлемнің басым көпшілігін құрайды – алтыдан бес миллиардқа жуық. Қазіргі дамудың жалпы тенденциясы, өкінішке орай, «алты миллиард» пен адамзаттың қалған бөлігі арасындағы алшақтық қысқармайды, керісінше артып келеді.



Сурет 2 – Әлемнің жаһандық мәселелерін түрлері бойынша топтастыру (Бейбітшілікті сақтау мәселесі, Азық-түлік мәселесі, Экологиялық мәселелер, Адамзаттың ғаламдық проблемалары, Энергия және шикізат мәселесі, Демографиялық мәселелер)

Дүниежүзілік мұхитты игеру мәселесі
Бейбітшілікті сақтау мәселесі
Жаңа дүниежүзілік соғысты болдырмау мәселесі;
Жаппай қарулану және әскери шығындар;
Халықаралық лаңкестік;

Екінші топ қоғам мен табиғаттың өзара әрекеттесуінің нәтижесінде туындайтын мәселелер. Олар қоршаған ортаның антропогендік жүктемелерге төтеп беру мүмкіндіктерінің шектеулі болуымен байланысты. Бұл энергия, отын, шикізат, тұщы су және т.б. осы топқа экологиялық проблема, яғни табиғатты теріс сипаттағы қайтымсыз өзгерістерден қорғау проблемасы, сондай-ақ әлемдік мұхит пен Ғарыш кеңістігін ұтымды игеру міндеті жатады.

Бұл, біріншіден, экологиялық проблемалар; екіншіден, қоғамның табиғатты игеруіне байланысты проблемалар, яғни шикізат және энергетика ресурстарының проблемалары; үшіншіден,

салыстырмалы түрде жаңа жаһандық объектілерге – ғарыш кеңістігі мен Әлемдік мұхитқа байланысты проблемалар.



Сурет 3 – Энергия және шикізат мәселесі

Энергетикалық мәселе: энергетикалық ресурстар өндірісінің монополиялануы, тұтыну салаларының қарқынды дамуы энергетикалық шикізаттың тапшылығына және олардың бағасының күрт артуына себепші болды. Мұнай, газ, көмір, торф ағаш ресурстарының шектеулі болуы қалпына келетін немесе сарқылмайтын балама ресурс түрлерін пайдалануды жеделдетті.

Шикізат қорының шектеулілігі – адамзаттың шикізатты пайдалану ауқымы мен деңгейі қоғамның әлеуметтік – экономикалық қажеттіліктерімен анықталады. Шикізат түрлеріне сұраныс жылдан – жылға Жер шарында халық санының өсуіне, өндірістің қарқынды дамуына байланысты арта түсті.

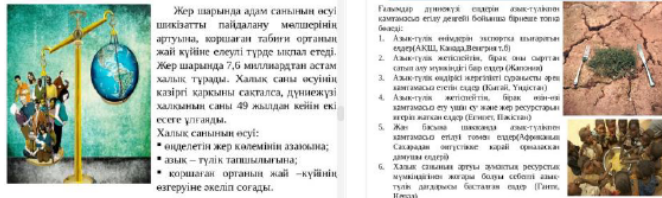


Сурет 4 – Экологиялық мәселелер

Ғаламдық әсер ету дәрежесі мен сипатына қарай екінші кезекке қоюға болады. Өйткені адамзат тіршілігінің болу – болмауының өзі экологиялық мәселелерді шешу мен оның алдын алуға тікелей қатысты болып отыр.

Жаһандық проблемалардың үшінші тобы – «адам-қоғам» жүйесімен байланысты мәселелер – жер бетіндегі адам өмірінің сапасымен байланысты. Демографиялық мәселе, денсаулық сақтау, білім беру, әлеуметтік қамсыздандыру, мәдени әртүрлілікті сақтау мәселелері. Олар жеке адамға тікелей қатысты және қоғамның тұлғаның дамуы үшін нақты мүмкіндіктер беру қабілетіне байланысты. Бұған денсаулық сақтау және білім беру мәселелері, сондай-ақ халықтың санын бақылау мәселелері жатады.

Проблемалардың бұл тобы адамға, оның жеке өміріне тікелей байланысты. Бұл «адами қасиеттердің» проблемалары – адамның моральдық, зияткерлік және басқа да бейімділіктерін дамыту, салауатты өмір салтын, қалыпты психикалық дамуды қамтамасыз ету. Бұл проблемаларға 70-ші жылдардың екінші жартысынан бастап ерекше назар аударылған, глобалистикаға тән белгі болды.



Сурет 5 – Демографиялық мәселелер

Жер шарында адам санының өсуі шикізатты пайдалану мөлшерінің артуына, қоршаған табиғи ортаның жай күйіне елеулі түрде ықпал етеді. Жер шарында 2022 жылдың 15 қарашасында әлемдегі адам саны 8 миллиардқа жетіп, адамзат дамуының маңызды кезеңі басталды. Халық саны өсуінің қазіргі қарқыны сақталса, дүниежүзі халқының саны 49 жылдан кейін екі есеге ұлғаяды.

Халық санының өсуі:

- өңделетін жер көлемінің азаюына;
 - азық - түлік тапшылығына;
- қоршаған ортаның жай - күйінің өзгеруіне әкеліп соғады.

Азық-түлік мәселесі:

Ғалымдар дүниежүзі елдерін азық-түлікпен қамтамасыз етілу деңгейі бойынша бірнеше топқа бөледі:

- Азық-түлік өнімдерін экспортқа шығаратын елдер (АҚШ, Канада, Венгрия т.б)

– Азық-түлік жетіспейтін, бірақ оны сырттан сатып алу мүмкіндігі бар елдер (Жапония)

– Азық-түлік өндірісі жергілікті сұранысты әрең қамтамасыз ететін елдер (Қытай, Үндістан)

– Азық-түлік жетіспейтін, бірақ өзін-өзі қамтамасыз ету үшін су және жер ресурстарын игеріп жатқан елдер (Египет, Пәкістан)

– Жан басына шаққанда азық-түлікпен қамтамасыз етілуі төмен елдер (Африканың Сахарадан оңтүстікке қарай орналасқан дамушы елдері)

– Халық санының артуы аумақтың ресурстық мүмкіндігінен жоғары болуы себепті азық-түлік дағдарысы басталған елдер (Гаити, Непал)

Жаһандық мәселелердің туындауы

Адамзаттың жаһандық проблемаларының себептері жоқ жерден шықпайды. Сіздердің назарларыңызға қазіргі заманның өзекті мәселелерін қалыптастыратын факторлардың тізімін ұсынамыз:

Әлемнің жаһандануы – мемлекеттердің экономикасы мен өзара қарым-қатынасы жаңа деңгейге шықты. Енді әлемдік аренаның әр мүшесі көршілестерінің әл-ауқатынының дамуына жауапкершілік алып отырады. Ең кең қызмет саласы – «әлемді жаулап алушылар», қазіргі қоғам өзін осылай сезінеді. Бүгінде адамның аяғы баспаған жерлер жоқ.

Дүниежүзілік мұхитты игеру мәселесі. Мұхит сулары атмосфераны оттегімен байытады, адамдарды құнарлы да пайдалы азық-түлікпен қамтамасыз етеді. Ғылым мен техника жетістіктері мұхит суынан тек мұнай мен газ ғана емес, темір-марганец конкрецияларын, сутегі изотобы дейтерийді айырып алу, орасан зор толысу энергиясын алатын электр стансылаарын салу, теңіз суын тұщыландыру істерінде жаңа болашақ ашуда.

Ресурстарды иррационалды тұтыну – **планетаның қауіпсіздігі шексіз емес.** Жер қыртысын зерттеу энергетика саласының (газ, мұнай және көмір) 170 жылдан кейін құлдырайтынын көрсетеді.

Қоршаған ортаның қирауы – бұл технологияның қарқынды дамуымен тікелей байланысты. Шынында да, көп миллиондық жобаларды жүзеге асыру үшін көптеген пайдалы қазбалар қажет. Яғни, Әлем сыйлықтарының және орманның жаппай жойылуы, атмосфера мен ғарыштың ластануы.

Адамгершілік пен қоғам – қарапайым адамды қазіргі заманның өзекті мәселелері қызықтырмайды. Бірақ «төменгі» деңгейдегі

ұқыпсыздық билеуші топтардың, ғылыми элитаның босансуына әкелуі мүмкін.

ӘДЕБИЕТТЕР

- 1 Нысанбаев А. Казахстан в условиях глобализации. – Алматы, 2006. – 214 с.
- 2 Вебер А. Б. Глобализация и устойчивое развитие: проблемное поле // Дилеммы глобализации. Социумы и цивилизации: иллюзии и риски. – М.: Вариант, 2002 – С. 283-298
- 3.Т. П. Лебедева. Глобализация и проблемы национальной идентичности // Полис. – 2003. – № 2. – С. 48–57.
4. 41. Н. Е. Покровский. Глобализация. Модернизация. Россия // Полис. – 2003. – № 2. – С. 35 – 43.
- 5 Ульрих Бек. Что такое глобализация? – М.: Прогресс-Традиция, 2001. – 372 с.

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ

МАРКОВСКАЯ В. М.

студент, 2 курс, Аксуский колледж черной металлургии г. Аксеу

В нынешнее время вопросы теплоэнергетики является одним из наболевших тем, особенно в зимнее время и в северных регионах нашей страны. Все проблемы, аварий и тому прочие проблемы теплоснабжения начинаются с наступлением холодов. И исходя из этого по неволе, задаешься вопросом, почему нельзя заранее не предвидеть состояние теплосетей, работу и мощь котельных, состояние труб, для подачи отопления и горячей воды в целом в домах. Конечно же, вопросов может быть несчитанное количество, одними вопросами дело не исправишь. Многие дома в нашем городе, да и в целом в Казахстане со времен советского союза, с каждым годом техническое состояние отопительного оборудования не улучшается, а идет на понижение работоспособности, это всем ясно. Основная причина всех проблем теплоснабжения и кроется в этом. Эту проблему все знают, но аварий с каждым годом не прекращаются. Теплоснабжение – это основная сфера услуг, которой охвачен обширный круг предприятий и граждан. Поэтому ее состояние определяет благополучие общества, социальную стабильность и конкурентоспособность экономики страны в

целом. Ведь без тепла и не будет уют в доме. Это и показала авария в городе Экибастуз. Авария на теплосетях главного города казахстанских энергетиков, 132-тысячного Экибастуза, произошла в ночь на 27 ноября, когда температура в Павлодарской области впервые с начала отопительного опустилась ниже -30°C . На Экибастузской ТЭЦ было остановлено четыре водогрейных котла из пяти и один из пяти энергетических. Температура теплоносителя в городских сетях упала с 87 до 51°C . Часть населения города – жители 111 многоквартирных и 105 частных домов – начала замерзать в собственных квартирах. После чрезвычайного положения в городе начали разбираться, искать виновного. Зачем искать виновного после, если возможно было предотвратить эту аварию, заранее готовится к отопительному сезону, во время обслуживать необходимое оборудование и т.д. Жители города были готовы на все, лишь бы было тепло в доме. Сложившаяся ситуация в городе Экибастуз, в начале этого года, еще раз показала уровень состояния, качество обслуживания и состояние готовности системы теплоснабжения в нашем регионе. Такие ситуаций будут, пока не будут применяться меры, пока не будет предвиденья того что, это может случиться еще раз и не только в городе Экибастуз. На примере одного не большого города, можно судить о состояний тепловых сетей всей Республики. И я надеюсь, вся страна, все уполномоченные органы, извлекут хороший урок от этого.

Система теплоснабжения состоит из следующих функциональных частей: источник тепловой энергии (котельная, ТЭЦ), транспортирующие устройства тепловой энергии к помещениям (тепловые сети), тепло потребляющие приборы, которые передают тепловую энергию потребителю (радиаторы отопления, калориферы). И за состоянием работоспособности этих, тепло обеспечивающих оборудования ведется контроль и ежегодно, выделяются из государственного бюджета огромные средства. О плачевном состоянии энергетического оборудования и сетевой инфраструктуры в стране говорится давно, рецепт лечения тоже всем известен: денежные вливания в отрасль. А используются ли они должным образом и по назначению ли, это уже другой вопрос. Но судя по проблемам, которые возникают именно в зимний период, средства используются не в полном объеме и не всегда по назначению.

Далее, рассмотрим основные виды аварий и проблемы теплоснабжения в нашей стране.

Аварии на коммунальных системах жизнеобеспечения населения – электроэнергетических, канализационных системах, водопроводных и тепловых сетях редко сопровождаются гибелью людей, однако они создают существенные трудности жизнедеятельности, особенно в холодное время года.

Аварии на канализационных системах способствуют массовому выбросу загрязняющих веществ и ухудшению санитарно-эпидемиологической обстановки.

Аварии на тепловых сетях в зимнее время года приводят к невозможности проживания населения в не отапливаемых помещениях и его вынужденной эвакуации. Все эти выше перечисленные виды аварий являются очень частыми и не по известным нам причинам, редко, когда обслуживающим органам удается предугадать их. Коммунальные системы, обеспечивающие оптимальные условия проживания населения, включают в себя водо – и газоснабжение, канализацию, электроэнергетические и тепловые сети. Они так же, как и любой технический объект подвержены поломкам, износу, что приводит к авариям. Подобные внештатные ситуации крайне редко приводят к человеческим жертвам, но они способны значительно затруднить жизнь граждан, особенно в зимний период. По источникам Госэнергонадзора, основными причинами аварий в стране является, ошибочные действия персонала станции и уровень износа тепловых трубопроводов, она составляет около 70 %. А еще признала, что существующий износ самих тепловых труб является основной причиной ежегодной высокой аварийности в тепловых сетях, особенно в начале отопительных сезонов. Представляете себе, по стране, во всех городах, 70 % трубопроводов являются изношены, одним словом, они не пригодны для обеспечения теплоснабжения. И с каждым годом, эти показатели будут расти, если не предпринять нужные меры. Вывод из всего этого вроде бы очевиден – повысить тариф на тепло до требуемых энергетиками высот, и будет всем счастье. Однако все далеко не так просто: во-первых, если повышать тарифы на тепло так, как того требуют энергетики, то в ответ можно получить и протесты населения. Потому что запросы теплоэнергетики начинаются от повышения тарифов на 35 – 40 %. А протесты населения будут, это однозначно. Ведь люди же платят за стабильность в отопительном сезоне и за качественное обслуживание коммунальной службы. А в свою очередь, качество обслуживания коммунальных служб оставляет желать лучшего.

Простой пример, у нас в городе Аксу, в нашем подъезде, много лет были проблемы с трубами водоснабжения. Все жильцы подъезда, обращались в обслуживающий наш дом КСК, но никаких результатов это не дало. В итоге жителям пришлось нанять частную службу и за свой счет менять все трубы. Но ведь, не везде жильцы такие сплоченные, а домов с аварийными трубопроводами у нас в городе предостаточно. Так что повышение тарифов по мне, не такой оптимальный вариант решения проблем.

Далее хотелось бы рассмотреть зарубежный опыт обеспечения надежного энергоснабжения потребителей. Одно из главных условий успешной работы энергоснабжающих предприятий в большинстве европейских стран — открытость их взаимоотношений с потребителями, прозрачность стратегий и финансовых балансов компаний, а также их постоянный диалог через различные источники информации со всеми категориями потребителей по всем существенным вопросам, включая экономию энергоресурсов и повышение надежности потребительских установок. В ряде стран Западной Европы и в США при участии как муниципальных органов самоуправления, так и ведущих компаний давно сформировалась система рыночных отношений, позволяющая объединить интересы и возможности производителей, сбытовых, монтажных и сервисных организаций таким образом, чтобы при продаже продукции энергетического назначения одновременно предусматривались меры для упрощения и ускорения решения возможных проблем при эксплуатации и ремонте, включая предотвращение аварий в случаях отказов оборудования. И в связи с этим возникает вопрос, почему у нас нет такой открытости, почему наши предприятия не хотят брать ответственность за исправность оборудования и т.д. Ведь если есть открытость и если потребитель почувствует доверие, к обслуживающим органам, то быть может, и потребитель не будет возражать платить за качественную услугу. Среди прочих преимуществ наличие подобной схемы взаимоотношений создает необходимые условия для того, чтобы практически все средства, расходуемые потребителями на приобретение оборудования и материалов энергетического назначения, без какого-либо видимого администрирования обязательно использовались для повышения надежности и энергоэффективности инженерных систем. Вот это и есть открытость, нужно потребителям открыто, обоснованными факторами предоставлять каждую копейку, которую потратили на изменение состояния тепловых сетей или прочего оборудования.

Скрытость работы, не только в теплоснабжении, но и в любой службе портит отношение с потребителем. Люди должны знать за что они платят коммунальные услуги, за отопление, электроснабжение и прочие ежемесячные платежи. И еще, что немало важно, нужен контроль, т.е. контроль, за средствами, поступающими от потребителя. Куда и в каком размере, тратятся каждая копейка, а то ведь, у нас в стране есть и еще более значимая проблема, именуемая как коррупция. Без сотрудничества с потребителями и использования описанных мероприятий, требующих определенных организационных усилий, но минимального финансового участия со стороны государства и муниципалитетов, невозможно выполнение широкомасштабных программ энергосбережения и повышения надежности систем жизнеобеспечения. Только тогда, когда потребитель и жизнеобеспечивающие органы будут работать сообща, можно решить какие – либо проблемы. Ведь, теплоснабжение - это не только источник тепла плюс теплосеть – это еще и клиент, или можно сказать – потребитель. Потребителем является дом, т.е. клиент – юридическое лицо, товарищество или домоуправление. Тепловые пункты обслуживает сам дом, нанимая кого угодно, а счетчики согласно закону принадлежат продавцам тепловой энергии. Установка тепловых счетчиков входит в обязанности продавца. Вроде бы, так же, как и у нас, но качество обслуживания на много раз превосходит наши. Чем мы хуже, что есть у них, чего нет у нас, в сфере теплоснабжения. По мне, так основные причины, не квалифицированный обслуживающий персонал, не ответственные или не добросовестные энергообеспечивающие органы, не своевременное обслуживание необходимого оборудования и конечно же коррупция. Последнее в свою очередь является источником не малых проблем в нашей стране.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Теплоэнергетика К. В. Тихомиров · Стройиздат. Год: 1981 ; В. П. Исаченко, В. А. Осипова, А. С. Сукомел · Энергия. Год: 1975 ; В. М. Фокин · Издательство Машиностроение-1.
- 2 Трухний А. Д. Теплофикационные паровые турбины и турбоустановки: учебное пособие для вузов / А. Д. Трухний, Б. В. Ломакин. – 2-е изд., стереот. – М.: Издательский дом МЭИ, 2006. – 540 с.
- 3 Основы теории тепловых процессов и машин: в 2 частях./ [Н. Е. Александров, А. И. Богданов, К. И. Костин и др.]; под ред.

Н. И. Прокопенко. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. ISBN 978-594774-379-1 Ч.1.- 560 с.

4 [Интернет ресурсы] Контроль состояния трубопроводов в городах РК https://www.korem.kz/rus/press-centr/novosti_otrasli/?cid=0&rid=10048 [13с, 14с]

5 [Интернет ресурсы] Почему теплоэнергетика Казахстана стала проблемной зоной

6 <https://kz.kursiv.media/2022-12-08/pochemu-teploenergetika-kazahstana-stala-problemnoj-zonoj/> [9с, 13с]

МОДЕРНИЗАЦИЯ ТЭЦ ПУТЕМ ЗАМЕНЫ ДЫМОВОЙ ТРУБЫ

ОРИШЕВСКАЯ Е. В.

ст. преподаватель, Торайгыров университет, г. Павлодар

БЕР Э. А.

студент, Торайгыров университет, г. Павлодар

Дымовая труба – инженерная система жизнеобеспечения зданий и сооружений, предназначенная для отведения продуктов сгорания от работающих теплогенерирующих аппаратов в атмосферу, посредством естественного или принудительного побуждения тяги, на безопасную высоту (удалённость) для людей и зданий. Она является ответственным инженерным сооружением, работающим в чрезвычайно тяжелых условиях высоких ветровых нагрузок, температуры и агрессивного воздействия дымовых газов. [1, с. 94–95] Общим конструктивным элементом дымовых труб для электростанций всех типов является несущая часть, которая воспринимает внешние нагрузки. Дымовые трубы для тепловых электростанций выполняются в виде железобетонной оболочки конической формы.

Основным предназначением дымовых труб является отвод газов (продуктов сгорания топлива в топливнике). Вместе с ними через трубу удаляются дым, сажа, смола, водяные пары, паразитный воздух (не участвующий в горении), пепел, зола и копоть, которые, при неправильном формировании внутренних поверхностей дымохода, и при переохладении, могут оседать на его стенках, затрудняя в дальнейшем прохождение дымовых газов. Чтобы этого не происходило, необходимо внутреннюю поверхность дымоходных труб делать как можно более ровной и гладкой, без выбоин, щелей

и выступов, чтобы саже и копоти не было за что «зацепиться», но недопустимо выравнивать внутреннюю часть дымовой трубы оштукатуриванием. [2, с. 65] Ещё одним предназначением дымовых труб является обеспечение нормальной тяги в печи, которая находится в прямом соотношении с сечением и высотой дымового канала. Температура продуктов сгорания на выходе из трубы должна превышать 373 К (около 100 °С), что позволяет создавать в отопительной конструкции естественную тягу - путём замещения горячих слоев воздуха холодными. В связи с этим стенки дымовой трубы должны быть достаточно теплоизолированы.

Дымовые трубы (дымоходы) для тепловых электростанций, существуют трех типов:

- однотрубные без газоотводящих стволов;
- однотрубные с отдельным газоотводящим стволом;
- многотрубные.

Обширное распространение получают дымовые трубы для тепловых электростанций (дымоходы) из нержавеющей стали. Многоствольные дымовые трубы позволяют создать дымовой факел, который хорошо рассеивается в атмосфере [3, с. 5].

Дымовые трубы теплоэлектростанций работают в сложных условиях, сочетающих перепады температуры, давления, влажности, агрессивное химическое воздействие дымовых газов, ветровые нагрузки и нагрузки от собственной массы. Температура выброса продуктов сгорания на стенках дымовых труб для электростанций (дымохода) не должна быть ниже 56 градусов. При более низкой температуре водяной пар, соединяясь с окисью серы, образует серную кислоту, которая разъедает трубу изнутри. Решение данной проблемы - использование в дымоходах кислотостойких вставок. Дымовые трубы тепловых электростанций и промышленных предприятий являются сложными инженерными сооружениями, проектирование, строительство и эксплуатация которых требует комплексного решения большого количества технических задач, в том числе задачи эффективной тепловой изоляции несущих конструкций. На объектах энергетики и в промышленности находятся в эксплуатации дымовые трубы различного конструктивного исполнения, включая:

- дымовые трубы с наружной железобетонной оболочкой и внутренними стальными газоотводящими стволами высотой до 300 м;

– металлические трубы свободно стоящие или в стальном несущем каркасе высотой до 130 м.

В конструкциях железобетонных труб с металлическими газоотводящими стволами, в свободно стоящих металлических трубах и трубах в металлическом каркасе теплоизоляционный слой предусматривается по наружной поверхности металлических стволов.

Тепловая изоляция металлических стволов является ответственным элементом конструкции дымовой трубы, снижающим тепловые потери через стенки трубы, предотвращающим выпадение конденсата из отходящих газов на внутренней поверхности металлических стволов и ограничивающим развитие коррозионных процессов при воздействии химически агрессивных веществ на внутреннюю поверхность металлического ствола. Тепловая изоляция железобетонных дымовых труб уменьшает скорость коррозии металла в 5–7 раз.

Дымовые трубы нуждаются в постоянном уходе. Без этого они быстро теряют рабочую способность, засоряясь и забиваясь сажей и копотью. Чистку дымоходных труб необходимо проводить до или после отопительного сезона, то есть в то время, когда они не функционируют. Своевременное обследование трубы позволяет выявить возникшие дефекты и обеспечить нормальную циркуляцию воздуха в отопительном сооружении. Уход за дымовой трубой предполагает проверку подсоединений (патрубка, гильзы) и того, нет ли каких-либо выступаний, препятствующих подаче кислорода. При обнаружении трещин в трубе их необходимо устранять, поскольку попадание в них влаги может привести к полному разрушению труб в холодный период, когда вода в них, замёрзнув, расширит швы. Раствор в швах заменяют каждые пять-десять лет, что входит в капитальный ремонт дымовых труб. Профилактическая чистка труб предполагает удаление из канала пепла, сажи и копоти, осевших на его стенах. Одним из видов ремонта и улучшения характеристик дымохода является гильзовка. В связи с большими затратами на возведение дымовых труб рационально и экономически выгодно подключать на одну трубу несколько мощных энергоблоков [4, с. 90].

В настоящее время на территории постсоветских стран существует большая проблема в физическом и моральном износе дымовых труб, а также их модернизации и замены. В этом вопросе Казахстан не стал исключением, и эти проблемы, связанные с

износом оборудованием на станциях, доказываются недавними примерами. Например, недавняя установка новой дымовой трубы на Павлодарской ТЭЦ-3, произошедшая из-за высокого износа существующей дымовой трубы. Новая дымовая труба позволит перевести пятый и шестой котлоагрегаты на проектную схему работы. Помимо этого, появится возможность провести капитальный ремонт на первой трубе, построенной около полувека назад. Чтобы предотвратить появления аварийных ситуаций, было принято решение о постройке новой дымовой трубы. Также ещё одним примером, доказывающим необходимость модернизации дымовых труб, является недавнее обрушение части дымовой трубы на Петропавловской ТЭЦ-2. Основными причинами инцидента названы моральный и физический износ дымовых труб, истечение срока службы и эксплуатации, дефекты при проектировании, ненадлежащая эксплуатация дымовой трубы, ненадлежащий контроль со стороны руководящего состава и ответственных специалистов, высокий износ оборудования.

Проблемы, связанные с эксплуатацией дымовых труб, решаются не так быстро, как бы хотелось, проблемой решения проблем дымовых труб при их эксплуатации являются дороговизна ремонта и высокая стоимость ремонтных работ. Причины высокой стоимости работ на дымовых трубах следующие:

- а) высокая квалификация персонала;
- б) дорогие технологии и оборудование;
- в) высокие накладные расходы, в т.ч. и потому, что работы проводятся только летом.

Есть и способы решения и этих проблем связанных с ремонтом дымовых труб.

При значительных разрушениях обычно приходится местами заново восстанавливать кирпичную кладку. Однако лучше всего заменить кирпичную кладку на сплошную кольцевую армированную железобетонную обойму, которая гарантирует большую долговечность. Если наружный слой поверхности дымовой трубы сухой, и несущий ствол дымовой трубы имеет снаружи положительную температуру (прогрет дымовыми газами), то и в сильные морозы не будет разрушения, даже в том случае, если диффузия растворов всё-таки достигла наружной поверхности. Именно для этого необходимо снимать футеровку с дымовых труб, которые работают на низкотемпературных дымовых газах, тем более, что футеровка все равно, по проекту, является

паропроницаемой. Затем, на несущий ствол изнутри укладываются армирующие сетки и арматура периодического профиля. После промывки и смачивания внутренней поверхности несущего ствола инерционным упрочнением (специальной технологией торкрета, применяемой для реакторов) наносится бетон толщиной от 30 до 100 мм (двойная панцирная сетка). Такая оболочка и ствол несущий усилит, и снизит скорость диффузии агрессивных газов. Для полной остановки диффузии торкрет пропитывается таким эластичным и химически стойким гидрофобизатором, который не трескается при температурных деформациях. При невозможном ремонте дымовой трубы, производят ее снос.

Дымовые трубы обычно сносят путём направленного взрыва. Снос трубы взрывом является очень ответственной и опасной операцией, требующей сноровки. Только на подготовку может уйти не один день, килограммы (иногда десятки и даже сотни) взрывчатого вещества и многие метры детонирующего шнура. Подготовка заключается в ослаблении конструкции трубы в районе основания и грамотного размещения динамита, и запальных шнуров. После того, как подготовка завершена, взрывотехники удаляются на безопасное расстояние, подают предупредительные сигналы и после этого включают электронный запал. Взрыв подрубает основание трубы, а далее она уже сама падает. Если динамит подложен правильно, то труба упадёт, практически не причинив вреда никаким расположенным поблизости объектам. Если же взрыв применять опасно или нецелесообразно (например, экономически невыгодно), то снос производят, разбирая трубу по порядку сверху вниз, откалывая куски и сбрасывая обломки внутрь. Как только труба таким образом будет разобрана примерно наполовину, у неё подрубают фундамент и уже окончательно сносят с помощью металлических тросов, которые тянут трактора или другая спецтехника. Иногда методом подрубания производят снос сразу (если труба не слишком высокая), также предварительно подрубленную трубу можно свалить толканием.

Эксплуатация дымовых труб должна происходить в соответствии с требованиями промышленной безопасности опасного производственного объекта (ОПО). Поэтому необходимо не только правильно организовать контроль за состоянием дымовой трубы, но и разумно подойти к вопросам, касающимся ее ремонта или замены [5]. Поскольку ремонт на порядок дешевле замены дымовой трубы, а прослужит грамотно отремонтированная современными способами

труба дольше, чем новая, это позволит быстро окупить капитальный ремонт любой дымовой трубы и вложить сэкономленные средства в развитие предприятия. Однако принимать подобное решение необходимо только на основании обследований, проведенных компетентными специалистами. Получив большой опыт на демонтажах дымовых труб, в большинстве случаев им достаточно просто осмотреть дымовую трубу, чтобы выдать оптимальные рекомендации по восстановлению или демонтажу.

Проблема разрушения дымовых труб очень распространена и ей посвящено большое число работ, и исследования в этой области продолжают. Однако изучение вопроса в области безопасной эксплуатации и контроля состояния дымовых труб крайне ограничено. Применение в этих целях традиционных методов обследования и мониторинга строительных объектов нуждается в существенной корректировке и обосновании, связанных со спецификой эксплуатационных условий объекта (низкие температуры наружного воздуха, высокотемпературные, химически агрессивные газовые потоки внутри труб, вибрация и т.д.). Официальные методы оценки физического состояния функционирующих дымовых труб без остановки технологического процесса до настоящего времени не разработаны. Данная статья освещает проблему контроля состояния дымовых труб после внешнего и внутреннего температурного воздействия и предлагает методы ремонта и способы их модернизации.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Кузьмишкин А. А. Обследование дымовых промышленных труб / Кузьмишкин А. А., Гарькин И. Н. / Молодой ученый - 2014 - № 1 (60) - с. 94 - 95
- 2 Яблонько Е. В. Основные проблемы в эксплуатации дымовых труб / 2011 - № 9 (32) - с. 65 - 68
- 3 Дужих Ф.П., Осоловский В.П., Ладыгичев М.Г. Промышленные дымовые и вентиляционные трубы: Справочное издание/ Под редакцией Дужих Ф.П.- М.: Теплотехник, 2004 - с. 464
- 4 Гарькин И. Н. Обследование дымовых промышленных труб / 2014 - № 1 (60) - с. 93
- 5 Хожаев С.М. Безопасность эксплуатации дымовых труб / Журнал «Новости теплоснабжения» №2 (186) 2016 г.

ЖЫЛУ ЭЛЕКТР СТАНЦИЯЛАРЫ

ӨМІРЗАҚ Е. Б.

Өндірістік оқыту шебері Ақсу кара металлургия колледжі, Ақсу қ.
БАХЫТ Р.

студент, Ақсу кара металлургия колледжі, Ақсу қ.

Өндірістегі электр энергиясының бөлінуі электр энергиясының ағыны-электр станцияларында энергияның өртүрлі түрлерін электр энергиясына айналдыратын электротехникалық құрылғы. Электр станциялары үшін отын – табиғи байлық-көмір, шымтезек, су, жел, күн, атом энергиясы және т.б. Түрлендірілетін энергия түріне қарай электр станцияларын мынадай негізгі түрлерге бөлуге болады: жылу, Атом, гидроэлектростанциялар, гидроаккумуляциялық, газ турбиналық, сондай - ақ жергілікті маңызы бар қуаты аз электр станциялары-жел, күн, геотермалдық, теңіз толқындары мен ағындары, дизель және т. б..

Жылу электр станциясы (ЖЭС) жылу энергиясын электр энергиясына айналдырады. Жылу электр станциялары органикалық отынмен жұмыс істейді-мазут, көмір, шымтезек, газ, шифер. Су электр станциясы (ГЭС) су қозғалысының энергиясын электр энергиясына айналдырады. Гидроэлектростанциялар үлкен өзендер бөгетпен жабылған жерлерде салынып жатыр және құлаған су энергиясының арқасында электр генераторының турбиналары айналады. Бөгет және туынды типтегі су электр станцияларын ажыратыңыз. Атом электр станциялары (атом электр станциялары) кәдімгі бу турбиналық станциядан ерекшеленеді, өйткені атом электр станциясында уран, плутоний, торий және т.б. ядролардың бөліну процесі энергия көзі ретінде қолданылады. Электр станциялары: А-жылу (ЖЭС); б-бөгеттік ГЭС; в-атомдық) Дәстүрлі емес энергия көздері 2050 жылға қарай негізгі болады, дейді ғалымдар, ал дәстүрлі энергия көздері өз қажеттіліктерін жоғалтады. Күн энергиясы суды жылыту үшін де, электр энергиясын өндіру үшін де кеңінен қолданылады. Күн коллекторлары қол жетімді материалдардан жасалған: болат, мыс, алюминий және т.б., яғни тапшы және қымбат кремнийді қолданбай. Бұл жабдықтың құнын және онда өндірілген энергияны айтарлықтай азайтуға мүмкіндік береді. Қазіргі уақытта бұл күн энергиясын түрлендірудің ең тиімді әдісі болып табылатын суды күн жылыту.

Жел электр станциясы (ЖЭС) жел энергиясын электр энергиясына айналдырады.

Тыныс алу электр станциялары пайдалануға негізделген толқын энергиясы. Дәстүрлі емес геотермалдық энергия көздері жер турбиналарының жылуын пайдалануға негізделген (терең ыстық бұлақтар).

Биохимиялық электр станциясы Энергияның жаңа перспективалық көздері-биомасса. Дәстүрлі емес энергия көздері: а-күн батареялары; бетроэлектр станциясы; тыныс алу электр станциясы; геотермалдық электр станциясы; д-биомассадағы биохимиялық электр станциясы. Электр қондырғыларын (Pue) орнату ережелеріне сәйкес электр қабылдағыштардың сенімділігі мен қорғаныс дәрежесімен ерекшеленетін үш санат бар. Бірінші санат объектілерге үздіксіз электр қуатын беруді қамтиды және электрмен жабдықтауда үзіліс жасамайды. Ағымдағы үзілістер өте ауыр зардаптарға әкелуі мүмкін, атап айтқанда:

- адамдардың өмірі мен денсаулығына қауіп төндіреді;
- айтарлықтай қаржылық шығындар;
- қымбат жабдықтың сынуы, бұзылуы
- ТКШ объектілерінің жұмыс істеуі;

Бірінші санаттағы электр қабылдағыштар өнеркәсіпте (химия, металлургия), шахталарда, емдік-профилактикалық мекемелерде және реанимациялық, қазандықтарда, өртке қарсы құрылғыларда, лифтітерде және т. б. кеңінен қолданылады.

Электр қабылдағыштардың екінші санатына құрылғылар, ажырату кіреді. Электр қабылдағыштардың екінші санатына ажырату келесі салдарға әкелуі мүмкін құрылғылар кіреді: өндірістік циклды бұзу және өнімді жібермеу; жабдықтардың, көліктің және әртүрлі механизмдердің тоқтап қалуы; бүкіл аудандардың және көптеген адамдардың өмірін бұзу.

Электр қабылдағыштарды Электрмен жабдықтаудың екінші санатына тұрғын көппәтерлі ғимараттар, жатақханалар, балалар және медициналық мекемелер, спорт ғимараттары, дүкендер, қоғамдық тамақтандыру кәсіпорындары, мектептер, мұражайлар, моншалар және т. б. жатады. Сенімділіктің үшінші санаты алғашқы екі топта анықталмайтын қондырғыларды қамтиды. Бұл тұрғын үйлер, шағын өндірістік алаңдар және қосалқы шеберханалар болуы мүмкін. Тамақтану бір көзден жүзеге асырылады, ал энергиямен қамтамасыз етудегі үзілістер 24 сағатқа дейін жетуі мүмкін (жылына 72 сағат). Электр энергиясын өндіру принциптері Станциялардағы электр энергиясының көзі-машина генераторлары Оларда механикалық энергия электр энергиясына айналады. Генератордың

жұмыс принципі электромагниттік индукция заңына негізделген генератордың жұмыс принципі: F-жақтауды айналдыратын күш, I-жақтауда ағып жатқан ток, S-жақтаудың ауданы Бастапқы қозғалтқыштардың түріне байланысты электр станциялары жылу, гидравликалық және жел электр станцияларына бөлінеді. Электр станциясының дизайны мен электр энергиясына айналу тәсілінің айырмашылығына қарамастан, барлығының жұмыс принципі бірдей жиі кездесетін электр станцияларының жұмыс принципінің схемалары ұсынылған. Электр станцияларының көпшілігі энергетикалық жүйелерге біріктірілген. Жылдам жүктеме кезінде тез іске қосылатын бу турбиналық қондырғылар, сондай-ақ дизельді қондырғылар қажет болуы мүмкін. Электрмен жабдықтаудағы қысқа мерзімді үзілістер Автоматты қайта қосу (АПВ) және резервті автоматты қосу (АВР) құрылғыларымен қоректендіруді қалпына келтіру кезінде туындауы мүмкін. Сондықтан, электр қуатының үзілуіне жол бермейтін электр қабылдағыштар үшін жоғары сенімді автономды жергілікті көздер қолданылады. Жергілікті реактивті қуат көздері ретінде қолданылады: зауыттық ЖЭО және басқа да тұрақты жұмыс істейтін зауыттық генераторлар. Жергілікті реактивті қуат көздері ретінде қолданылады: зауыттық ЖЭО және басқа да тұрақты жұмыс істейтін зауыттық электр станциялары мен генераторлық қондырғылардың синхронды генераторлары; $\cos\phi$ 0,9 синхронды қозғалтқыштар; конденсатор батареялары. Цехтық электр қабылдағыштар үшін қоректендіру көздері цехтық трансформаторлық қосалқы станциялар (ЦТП) болып табылады. ЦТП-дағы трансформаторлар саны бір немесе екі таңдалады.

Электр желісі белгілі бір аумақта жұмыс істейтін қосалқы станциялардан, тарату құрылғыларынан, ток өткізгіштерден, әуе және кабельдік электр беру желілерінен тұратын электр энергиясын беруге және таратуға арналған электр қондырғыларының жиынтығы деп аталады. Электр желісі және электр энергиясын беру мен таратуға арналған электр қондырғылары. Тәжірибеде кездесетін барлық схемалар жеке элементтердің – фидерлердің, магистральдардың және тармақтардың тіркесімі болып табылады. Электр желілері өз кезегінде магистральдық электр желілері және тарату электр желілері болып бөлінеді.

Магистральдық желілерге барлық жоғары вольтты электр беру желілері (ЭБЖ), тарату желілеріне – қуаты 110 кВ-тан төмен ЭБЖ жатады. электр желілерінің түрлері

Желілер трансформаторлық және тарату қосалқы станцияларымен өзара байланысты. Белгіленген талаптарды қамтамасыз ету үшін энергия жүйелері бақылау, басқару, байланыс құралдарымен жабдықталған арнайы диспетчерлік пункттермен және электр станцияларының, беріліс желілері мен төмендететін қосалқы станциялардың орналасуының арнайы схемаларымен жабдыкталады. Электр желілері бөлінеді:

- кернеу;
- ұтқырлық дәрежелері;
- тағайындау;
- ток түрі және сымдар саны;
- электр қосылымдарының схемасы.

Электрмен жабдықтаудың магистральдық схемалары мынадай жағдайларда қолданылады:

а) жүктеме шоғырланған сипатқа ие болған кезде, Бірақ оның жекелеген түйіндері қосалқы станцияға қатысты және бір-бірінен салыстырмалы түрде шамалы қашықтықта бір бағытта орналасады, ал жекелеген түйіндердің жүктемелерінің абсолютті шамалары радиалды схеманы ұтымды қолдану үшін жеткіліксіз болады;

б) жүктеме біртектіліктің белгілі бір дәрежесімен бөлінген сипатқа ие болған кезде.

Конструкциясы бойынша: электр сымдары (Күштік және жарықтандыру), ток өткізгіштер – электр энергиясын аз қашықтыққа көп мөлшерде беру үшін, әуе желілері – электр энергиясын ұзақ қашықтыққа беру үшін, кабель желілері – ӘЖ салу мүмкін болмаған жағдайларда электр энергиясын алыс қашықтыққа беру үшін. Жергілікті тарату желілері үшін ең көп таралған радиалды, магистральдық, аралас (радиалды магистральдық) және циклдік схемалар болды. Радиалды электрмен жабдықтау схемасында әр желі желі торабын (қосалқы станция, тарату пункті) жалғыз тұтынушымен байланыстыратын сәуле сияқты. Электрмен жабдықтаудың магистральдық схемасында бір желі-магистраль-көрсетілгендей, оның әртүрлі нүктелерінде оған қосылған бірнеше тарату пункттеріне немесе қабылдағыштарға қызмет көрсетеді. Жергілікті тарату желілерінің аралас схемалары тұтынушылардың процессорға қатысты әртүрлі орналасуында қолданылады және радиалды және магистральдық схемаларды құру принциптері біріктіріледі. Электр желілеріне келесі талаптар қойылады: сенімділік, өміршеңдік және үнемділік. Сенімділік-бұл электр

қабылдағыштарды қажетті мөлшерде және тиісті сапада электрмен қамтамасыз ете отырып, берілген уақыт пен жұмыс жағдайлары шегінде желінің өз мақсатын орындау қасиеті деп түсінілетін негізгі техникалық талап. Электр желісінің өміршеңдігі-бұл өз мақсатын жойқын әсерлер жағдайында, соның ішінде жаудың жеңіліс құралдарының әсерінен жауынгерлік жағдайда орындау қасиеті.

Үнемділік-бұл сенімділік пен өміршеңдік талаптары орындалған жағдайда желіні салу және пайдалану шығындарының минимумы. Электр энергиясын беру кезінде желідегі кернеу неғұрлым жоғары болса, электр энергиясының техникалық шығын деңгейі соғұрлым төмен болады. Дегенмен, тұтынушылар жоғары кернеулі электр энергиясын пайдалана алмайды. Тарату қосалқы станциялары электр энергиясын, негізінен қалалық электр желілерінде, ірі өнеркәсіптік электр энергиясын беру және тарату. Электр энергиясын беру және тарату принципі келесі негізгі басымдықтарды орындау болып табылады: жоғары кернеу көздерін тұтынушыларға барынша жақындату; трансформация қадамдарын азайту; Электрмен жабдықтау желілерінің кернеуін арттыру мұнай өндіруші кәсіпорындарда қабылдау және тарату үшін қызмет етеді. электр жабдықтарының ең аз мөлшерін пайдалану; сызықтар мен трансформаторлардың бөлек жұмысы; тұтынушылардың жекелеген санаттары үшін тамақтануды резервтеу.

ӘДЕБИЕТТЕР

- 1 Гиршфельд в. Я., Морозов г. н. жылу электр станциялары. М.: Энергия, 1973.
- 2 Трухний А. Д. стационарлық бу турбиналары. М.: Энергоатомиздат, 1990, 456 б.
- 3 Бу және газ турбиналары. Ред.А. Г. Костюк және В. В. Фролова. М.: Энергоатомиздат. 1985. 482 б.
- 4 Рыжкин в. Я. жылу электр станциялары. М.: Энергоатомиздат, 1987, 328 б.
- 5 Левин Е. М., Шварц А. В. Жылу схемалары және энергетикалық блоктардың жабдықтары. М.: Энергия, 1976.

СИСТЕМА АСПИРАЦИИ НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ АО «АК»

ПРИХОДЬКО Е. В.

к.т.н., профессор, Торайгыров университет, г. Павлодар

БАЗАРБАЕВ А. Н.

магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар

Любая деятельность на промышленных предприятиях сопровождается большим выбросом вредных веществ в атмосферу, что в особенности касается работников данных мест. Разработка системы аспирации преследует цель уменьшить негативное влияние загрязняющих веществ на рабочий персонал в процессе производства, но ее эффективность не всегда является положительной на необходимом уровне [1].

Следует принять во внимание, что аспирационные воздушные каналы часто подвергаются регулярному разбору и очистке от скопленной грязи и пыли. Так же, регулярно осуществляется забор загрязненной воздушной массы для исследования концентрации примесей в потоке и определения уровня качества очистки.

АО «АК» было запущено в 1964 г. и основное оборудование все еще работает с этого времени. Это касается и оборудования системы аспирации, которое заметно снизила свое качества в последние годы.

Проблемами аспирационной системы АО «АК» являются несвоевременная замена воздухопроводов, поломка вытяжных вентиляторов, устаревшее оборудования и недостаточный приток свежего воздуха в помещениях. Нужно учитывать, что при непрерывности технологического процесса, данные факторы создают вредную и опасную для здоровья обстановку для рабочего персонала.

Если с проблемой, которая заключается в загрязнении атмосферы, предприятие все же начала решать, установив новый гибридный фильтр для очистки промышленных газовых выбросов печи спекания, которые снизят выбросы на 60 % (рисунок 1), то внутрицеховая ситуация вокруг системы аспирации все же является актуальной на данном предприятии.

Тема экологической безопасности людей на заводе является актуальным вопросом, несмотря на технологический прогресс в создании приборов для очистки воздуха. Вредные выбросы отрицательно влияют как на здоровье окружающей среды, так и на человека, который встречается с ними на производстве.



Рисунок 1 – Выброс вредных веществ в атмосферу с труб цеха спекания ПАЗ

Обзор литературы показал, что основными проблемами при эксплуатации систем аспирации промышленных предприятий являются [2]:

- зарастание воздухопроводов пылевыми частицами;
- неустойчивость материалов к коррозии;
- специфика и зависимость от условий производства, т.е. отсутствие универсальной системы.

Решение первой проблемы предполагает своевременный контроль и очистку систем воздухопроводов путем ежедневных обходов и мониторинга. Данный подход позволит оставлять внутреннюю поверхность в чистоте и избавлении от накопленных частиц.

Решение второй проблемы предполагает покрытие металла химическим слоем специальных реагентов, которые воздействуя при контакте, осуществляют отслодку коррозий от поверхности.

Решение третьей проблемы предполагает правильное проектирование системы аспирации, при этом учитывая масштаб, специфику и направления промышленно предприятия. Следует понимать, что нет универсальной системы аспирации и ее разработка тоже является практически невозможной. Везде учитываются условия производства.

Среди основных проблем системы аспирации на АО «АК» можно выделить (рисунок 2):

- нарушение герметичности системы вследствие коррозионных разрушений газопроводов;
- низкая эффективность работы (КПД) системы в целом;
- изменение параметров технологического процесса.



Рисунок 2 – Система аспирации цеха подготовки сырья ПАЗ

Таблица 1 – Параметры работы аспирационной установки АО «АК»

Наименование показателей	Показатели работы	
	проектные	фактические
Тип очистной установки	СИОТ№6	СИОТ№6
На входе, м ³ /ч	14500	13254
На выходе, м ³ /ч	14900	14124
Гидравлическое сопротивление, кгс/м ³	130	147
Температура воздуха на входе, °С	18	14
Температура воздуха на выходе, °С	18	14
Подсос воздуха в аппарате, %	2,76	6,6
Условная скорость в аппарате, м/с	2,0	1,9

Концентрация пыли в очищаемом воздухе на входе, г/м ³	2,0	0,753
Концентрация пыли в очищаемом воздухе на выходе, г/м ³	0,12	0,0428
Расход воды на орошение, л/ч	2800	2050
Давление воды на орошение, кгс/м ³	от 1,2 до 1,4	от 1,2 до 1,4
КПД аппарата, %	93,8	93,9

Для решения данных проблемы, предлагаются следующие мероприятия:

- частичная замена материала воздухопроводов и газоходов на более прочный и устойчивый к коррозии материал. Коррозия на газоходах аспирации проявляется равномерно. Ежегодно в плановые ремонты закладывается замена значительных участков системы аспирации из-за коррозии. Коррозия не только нарушает герметичность системы аспирации, но и повышает аэродинамическое сопротивление газоходов за счёт увеличения шероховатости. Замена металлических газоходов на трубы АБС для аспирационных систем не только повысит срок их службы, но и снизит аэродинамические потери. Так, эквивалентная абсолютная шероховатость внутренней поверхности стенки трубы при наличии коррозии составляет 0,1 мм, а при использовании труб АБС: от 0,001 до 0,007 мм.

- установка современных циклонов-разгрузителей.

Низкий уровень КПД системы напрямую связан с износом оборудования, которое со временем утратило свою эффективность. Аспирационное оборудование более чем на 40-50 % нуждается в замене. К примеру, предлагается заменить инерционные пылеуловители циклонного типа на циклоны-разгрузители. Циклоны-разгрузители работают за счет одноименного (циклонного) эффекта. Загрязненный воздух тангенциально поступает внутрь. Газ по спирали проходит вниз циклона, где высокозаряженные и тяжелые частички пыли по инерции уходят вниз.

- автоматизация системы загрязнения вредными примесями воздушных каналов. Автоматизация и диспетчеризация аспирационной системы позволит уменьшить расходы на ремонт и сократить интервал между планово-предупредительными ремонтами. Регулирование производительности аспирационной системы позволит уменьшить излишние энергозатраты, износ электродвигателей дымососов и вентиляторов.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Аспирация на производстве. <https://galvent.ru/spravochnyu-tsentr/oborudovanie/aspiratsiya-na-proizvodstve>
- 2 Алиев Г. Техника пылеулавливания и очистки промышленных газов. – М.: Металлургия, 1986. – 543 с.

Мазмұны

Пленарлық отырыс Пленарное заседание

Иванова Е. В., Сальников В. Г. Роль научной школы в подготовке кадров высшей квалификации	3
Кислов А. Ю. Управление автоматизации, метрологии и измерительных систем	11
Поляков Д. А., Терещенко Н. А., Бархатова Т. А., Марковский В. П., Никитин К. И. Диагностика частичных разрядов оптическим методом	16
Нығметов М. Ж. Академик Шапық Шөкин және ердің есімін ел есінде қалдыру жұмыстары Шапық Шөкіұлы Шөкиннің өмірі мен қызметі туралы қысқаша анықтама	23

1 Секция. Электр энергиясын өндіру және тарату 1 Секция. Производство и распределение электрической энергии

Асанов Д. А., Аширов Р. Т. Интеграция централизованной системы противоаварийной автоматики ЕЭС РК с системой WAMS	27
Ердыбаева Н. К., Жакипов Р. Т. Бір фазалы қысқа тұйықталу кезіндегі өтпелі процесстердің релелік қорғаныс жұмысына әсерін зерттеуге арналған 6–10 кв кабельдік желілердің математикалық модельдері	32
Қалымбетов Ғ. П., Сабыржанұлы Ә., Нұрсанов Д. Қ. Қызылорда облысындағы 220 кв желіні нығайтудың тиімділігі және қажеттілерін оңтайландыру	39
Кульмаганбетова Р. А., Қадирхан Б. Жылу электр энергиясының бүгінгі жай-күйі.....	46
Оралхан Қ. С., Ердыбаева Н. К. Расчет допустимого диапазона отклонений от установленных среднесуточных расходов воды в створе Усть-каменогорской ГЭС.....	51
Сайлаухан Н. А., Ердыбаева Н. К. Трансформаторлық майдың газ концентрациясын модельдеу міндетін шешетін нейрондық желінің түрін таңдау және талаптарын анықтау	57
Терещенко Н. А., Мирошник В. Ю., Шевченко Д. М., Кислов А. П., Никитин К. И. Устройство диагностики опорных изоляторов воздушных линий электропередачи.....	63

2 Секция. Автоматтандыру және телекоммуникация
2 Секция. Автоматизация и телекоммуникации

Айтмухан С. С., Джасан К. Автоматизация технологических процессов.....	69
Альжанов Т. Г. Обзор программного обеспечения для анализа сетевого трафика.....	76
Альжанов Т. Г. Обзор программного обеспечения для мониторинга сетей связи.....	81
Амангельдинов А. К. Безопасность горнодобывающей промышленности и противоаварийная защита горнодобывающего предприятия	86
Гармашов В. П. Автоматизация процессов принятия решений в информационных системах.....	91
Жалмагамбетова У. К., Омербаева Д. А., Мукашев А. Д. Индукциялық қыздыру процестерін модельдеу ерекшеліктері	95
Исабеков Ж. Б., Амангельдинов А. К., Калиев Д. А. Анализ существующих систем автоматического управления процессом дробления.....	101
Исабекова Б. Б., Альжанов Т. Г. Исследование программного обеспечения для мониторинга сетей связи	108
Кульмаганбетова Р. А., Кусанов Н. Автоматтандыру және телекоммуникация	112
Лебедь В. С., Халилова Е. В. Автоматизация сварочного производства	117
Мехтиев А. Д., Казамбаев И. М., Кириченко Л. Н. Разработка автоматической системы мониторинга силовых кабелей....	124
Турсын М. М. Модернизация автоматизированной системы технологического процесса добычи соли	129
Уахитова Е. И., Зейнолла Н., Шайзада А. Автоматизированная система на железнодорожном переезде.....	133
Ярославцев М. В. Инструмент для задания координат при программировании промышленных роботов-манипуляторов	137

3 Секция. Электр энергиясын өндіру және тарату
**3 Секция. Производство и распределение
электрической энергии**

Айкимбаева Д. Д., Урунбаева Б. Т. Виды и классификация потерь электроэнергии.....	145
Ақтанова Д. Қ., Буданова Г. Е., Айкимбаева Д. Д. Разработка мероприятий по энергосбережению и применение их на предприятии Анарбаев А. Е., Талипов О. М., Каримов Е. Б., Дундуков М. М. Альтернативные источники энергии в Торайгыров университете	153
Ердыбаева Н. К., Мұқтар А. С. Реактивті қуатты компенсациялау және электр энергиясының сапалық параметрлерін тұрақтандыру әдістері мен құралдары	160
Кабденов М. М., Миргородский С. И. Растущее значение малой возобновляемой энергетики в Казахстане....	168
Қалымбетов Ф. П., Нұрсанов Д. Қ., Сабыржанұлы Ә. Фотоэлектрлік жүйелерді құрудың негізгі қағидаларын пайдалану мәселелері	174
Кульмаганбетова Р. А., Айткен Қ. Жаһандану дәуіріндегі баламалы энергия көздері және энергияны үнемдеу жолдары	180
Кумарбек Б., Степчук С. А. Источники альтернативной энергии	185
Мустафин М. А., Алмуратова Н. А., Жаркымбекова М. Б. «MATHCAD» Бағдарламасында ендік-импульстік модуляциялы үш фазалы жиілікті түрлендіргішті модельдеу	190
Мустафина Р. М., Мусекенова Г. О., Мағаррамов Э. Р. Энергосбережение, энергоэффективность и электроэнергетическая безопасность.....	198
Птицына Е. В., Кувалдин А. Б., Птицын Д. В. Методика выбора тока сложной формы для улучшения параметров излучателей электротехнологических установок	203
Романов В. П. Водородное топливо: будущее автомобилей	210
Сарыбаев С. Т., Урунбаева Б. Т. Способы повышения пропускной способности электрических сетей и уменьшения потерь в сети	215
Халетов Е. Т., Аржикеев Е. С., Сарыбаев С. Т. Рассмотрение некоторых методов энергосбережения, применяемых на промышленных предприятиях	222

Хо Э. Д., Поleshук Ю. О., Сероокая О. В. Позиционирование солнечных батарей с учетом астрономических данных	226
Черненко В. В., Кусаинов А. А. Анализ использования нетрадиционных топливых дизельных двигателей	235
4 Секция. Жылу энергетикасының өзекті мәселелері 4 Секция. Актуальные вопросы теплоэнергетики	
Азаматова Д. А., Тулжаева Ж. А. Төмен параметрлі жылу тасушылардың жылу энергиясын пайдалану..	243
Алимгазин А. Ш., Бергузинов А. Н., Савицкий И. Д., Бахтиярова С. Е., Рахматуллаева С. С. Пути достижения углеродной нейтральности в Республике Казахстан с применением технологий трансформации теплоты	247
Anuarbekov M. A., Numerical simulation of synthetic gas combustion in a new burner	254
Асанов Д. А., Бакинбаева А.Т Қала желілерінде жылу энергиясын тасымалдау кезінде жылу шығындарын оңтайландыру	260
Досжанов М. Ж., Тасболат Г. Ж. Некоторые особенности эксплуатации, при термических методах воздействия на пласт, позволяющие паротепловую обработку призабойной зоны	266
Егинбай Ч. Т., Богомолов А. В., Жарков В. А. Повышение энергоэффективности получения нефтяного кокса на ТОО «УНПК-ПВ»	273
Кульмаганбетова Р. А., Каиргельдинова М. Адамзаттың қазіргі жаһандық мәселелері: табиғи апаттар және пайда болу себептері.....	278
Марковская В. М. Актуальные вопросы теплоэнергетики.....	284
Оришевская Е. В., Бер Э. А. Модернизация ТЭЦ путем замены дымовой трубы	289
Өмірзақ Е. Б., Бахыт Р. Жылу электр станциялары	295
Приходько Е. В., Базарбаев А. Н. Система аспирации на промышленном предприятии АО «АК».....	300

**«VII Ш. ШӨКИН ОҚУЛАРЫ» АТТЫ
ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ҒЫЛЫМИ-ТЕХНИКАЛЫҚ
КОНФЕРЕНЦИЯСЫНЫҢ
МАТЕРИАЛДАРЫ**

Техникалық редактор: А. Р. Омарова
Корректор: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас
Компьютерде беттеген: Е. Е. Калихан
Басуға 24.03.2023 ж.

Әріп түрі Times.
Пішім 29,7 × 42 1/4. Офсеттік қағаз.
Шартты баспа табағы 17,26. Таралымы 500 дана.
Тапсырыс № 4036

«Toraighyrov University» баспасы
«Торайғыров университеті» КЕ АҚ
140008, Павлодар қ., Ломов к., 64.