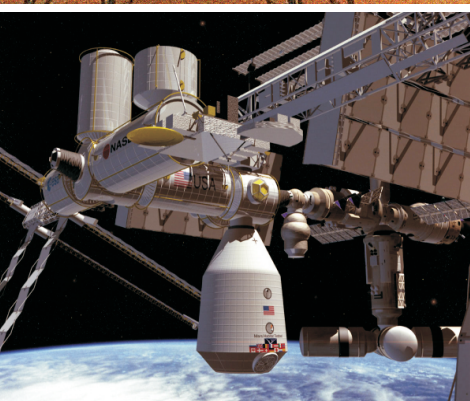




Алматы энергетика және байланыс институтының **ХАБАРШЫСЫ**



ВЕСТНИК

Алматинского института
энергетики и связи



2008





**НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ -
«ВЕСТНИК АЛМАТИНСКОГО ИНСТИТУТА
ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ»**

Издаётся с июня 2008 года

УЧРЕДИТЕЛЬ

Алматинский институт энергетики и связи (АИЭС)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор **Соколов С.Е.**

Акопьянц Г.С., Андреев Г.И., Апышев Д.А., Бекмагамбетова К.Х., Болотов А.В.,
Букейханова Р.К., Данилина Г.П., Дворников В.А., Джагфаров Н.Р., Дюсебаев М.К.,
Жакупов А.А., Исаков А.К., Козин И.Д., Коньшин С.В., Куралбаев З.К., Мажитова Л.Х.,
Мукажанов В.Н. (зам. главного редактора), Нагайцев В.И., Сагитов П.И., Садыкова А.К.,
Сериков Э.А., Сулейменов И.Э., Стояк В.В., Суржигов А.П., Темирбаев Д.Ж., Трофимов
А.С., Утегулов Н.И., Хакимжанов Т.Е.

С содержанием журнала можно ознакомиться на веб-сайте АИЭС **www.aipet.kz**

Подписаться на журнал можно в почтовых отделениях связи по объединённому каталогу
Департамента почтовой связи.

Подписной индекс – **74108**

В редакции можно подписаться на журнал и приобрести отдельные номера.

Адрес редакции: 050013, г.Алматы, Некоммерческое АО «Алматинский институт
энергетики и связи», ул. Байтурсынова 126, офис А326,
тел.: 8(727) 2784536, 2925048. Факс: 8(727) 2925057 и E-mail: **aipet@aipet.kz** (с пометкой
для редакции журнала)

Ответственный секретарь **Садикова Г.С.**

Технический редактор **Курманбаева Т.С.**

Сдано в набор 08.09.2008 г. Подписано в печать 01.10.2008 г. Формат А4.

Бумага офсетная № 80 г/м². Печать офсетная. Печ.л. 15,75.

Цена свободная. Тираж 350 экз. Зарегистрирован Комитетом информации и архивов
Министерство культуры и информации РК, регистрационный № 9040-Ж.

Макет выполнен и отпечатан в «ДОИВА Медеуского района г.Алматы»
г.Алматы, ул. Ч.Валиханова, 115.



В Е С Т Н И К

**АЛМАТИНСКОГО ИНСТИТУТА
ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ**

№ 1(1)

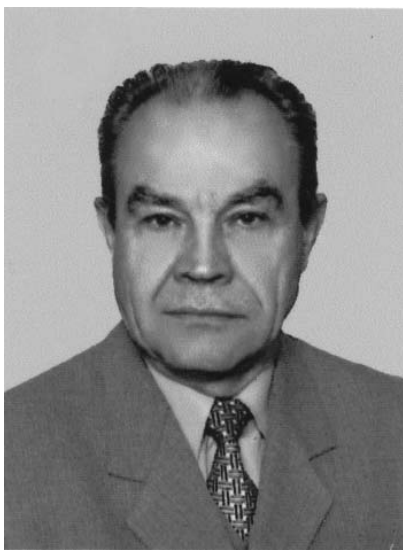
2008

Научно-технический журнал

Выходит 4 раза в год

Алматы

УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ И АВТОРЫ!



Перед Вами первый номер журнала «Вестник Алматинского института энергетики и связи», в котором нашли отражение некоторые результаты научно-исследовательских работ в области электроэнергетики, теплоэнергетики, телекоммуникаций, промышленной безопасности и экологии, фундаментальных и социально-гуманитарных наук.

Редколлегия журнала объединяет коллектив ученых и преподавателей института и представителей ведущих предприятий и организаций г. Алматы.

Название журнала не претендует на оригинальность, но мы уверены, что он не затеряется среди других «вестников» и с Вашей помощью в ближайшем будущем приобретет соответствующий имидж и свое неповторимое лицо.

Мы будем уделять большое внимание качеству публикуемых статей. Все поступающие в редакцию материалы будут тщательно просматриваться членами редакционной коллегии, а при необходимости направляться на дополнительное рецензирование.

Мы надеемся, что материалы журнала будут полезны не только сотрудникам научных институтов и высших учебных заведений, но и инженерно-техническому персоналу соответствующих отраслей промышленности, работникам проектных, наладочных и других организаций, а также способствовать подготовке и воспитанию будущих специалистов для Республики Казахстан.

Очевидно, в первом номере есть и в дальнейшем будут недочеты и пробы. Именно поэтому мы будем благодарны за продуктивную критику и за все Ваши предложения, направленные на улучшение, как внешнего вида, так и внутреннего содержания журнала.

Журнал только что родился, и для достижения поставленных целей ему нужна Ваша помощь и поддержка. И в этом наша с вами задача, дорогие авторы и читатели.

**С искренним уважением, главный редактор
Сергей Евгеньевич Соколов.**

№ 1
2008

ВЕСТНИК АЛМАТИНСКОГО
ИНСТИТУТА ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

СОДЕРЖАНИЕ

Даукеев Г.Ж.

Алматинский институт энергетики и связи:
состояние и перспективы развития 5

Сериков Э.А.

Закон Республики Казахстан «Об образовании»
и многоуровневая подготовка специалистов
по техническим специальностям..... 14

Аршидинов М.М., Парамонов С.Г.

10 лет на рынке повышения квалификации 20

Даукеев Г.Ж.

Актуальные проблемы обеспечения
энергетической безопасности Казахстана 23

ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОТЕХНОЛОГИИ

Карпов Д.П., Календарев Р.Н., Орлова Р.М.,

Ситникова Е.Б., Запорожская Н.В.

Поведение пленкообразующих полиаминов на
теплопередающих поверхностях котельных агрегатов 28

Пак М.И., Ем Т.М., Пак М.И.

Методика расчета и линейного
электрического моделирования
гидравлических режимов тепловых сетей..... 34

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА

Мукажанов В.Н.

Проблемы и состояние использования
возобновляемой энергетики в Казахстане 41

Дауменов Т.Д., Карсыбаев М.Ш., Мукажанов В.Н.

Возобновляемые источники энергии
для малых крестьянских хозяйств..... 48

Болотов А.В.

Использование энергии ветра, перспективы
ветроэнергетики Казахстана и мировые тенденции 53

Болотов А.В.

Электротехнология – активированный уголь и углеводороды
из отходов сельскохозяйственного производства 63

Сагитов П.И., Алмуратова Н.К.

Частотные преобразователи
с управляемыми тиристорами 73

Казыханов Е.А., Утегулов Н.И.

Опыт резистивного заземления
нейтрали в сетях 6-10 кВ Казахстана 77

№ 1
2008

ВЕСТНИК АЛМАТИНСКОГО
ИНСТИТУТА ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

Абрахманов Е.А.

Повышение эффективности
работы руднотермической печи РКЗ-4-0-И1 86

РАДИОТЕХНИКА И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ

Коньшин С.В., Шугайып У.

Исследование методов измерения добротности земных
станций с малыми диаметрами антенн 95

Коньшин С.В., Серікжан Г.С.

GSM стандартының базалық станциялар
таратқыштарында электрмагнитті
өрістердің экрандалуын зерттеу 99

**ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ,
ЭКОЛОГИЯ И ЭКОНОМИКА ПО ОТРАСЛЯМ**

Дюсебаев М.К., Борисов В.Н.

Особенности эксплуатации изоляторов в условиях
загрязнения от химического предприятия 102

Бегимбетова А.С.

Влияние количества автотранспорта
г.Алматы на загрязнение городской атмосферы 107

**ИННОВАЦИИ В ВЫСШЕМ ОБРАЗОВАНИИ,
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И
СОЦИАЛЬНО-ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ**

Сулейменов И.Э., Мун Г.А.,

Проскура К.А., Сакенулы А., Рева Ю.И.

Общая теория аналога закона Фарадея
для коллапса полиэлектrolитных гидрогелей 112

Бекмагамбетова К.Х., Соколов С.Е., Кравцова В.Д.,

Мессерле П.Е., Искаков Р.М.

Влияние облучения на некоторые
электрические и механические свойства
изоляционных полиимидных пленок 117

Қабылова А. С.

Әбу Насыр әл-Фарабидің
философиялық терминологиясы 124

НАШИ ЮБИЛЯРЫ

Данилина Галина Петровна 130

Кузембаева Роза Мендыхановна 131

АЛМАТИНСКИЙ ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

**Даукеев Гумарбек Жусупбекович – канд.техн.наук, профессор, ректор
Алматинского института энергетики и связи, г.Алматы**

*Мақалада жоғары оқу орнының құрылымы, материалдық- техникалық база-
сы, оқу үдерісінің ұйымдастырылуы, ғылыми-әдістемелік және ғылыми-зерттеу
жұмысының негізгі нәтижелері мен институттың даму келешегі баяндалған.*

*В статье изложены структура вуза, материально-техническая база, организация
учебного процесса, основные результаты научно-методической и научно-исследова-
тельской работы и перспективы развития института.*

*This article deals with the higher education establishment structure, the equipment base,
organization of education process, main results of methodical and scientific research work,
as well as prospects of institute development.*

Алматинский институт энергетики и связи (АИЭС) – единственный в республике специализированный вуз в области энергетики и телекоммуникаций, образован постановлением правительства Республики Казахстан от 10 января 1997 года № 43 на материальной базе ликвидированного Алматинского энергетического института.

Впервые подготовка инженеров-энергетиков в республике была начата в 1960 году с создания энергетического факультета Казахского политехнического института (ныне Казахский национальный технический университет им. К.И.Сатпаева). В 1975 году энергетический факультет был выделен в самостоятельный вуз – Алматинский энергетический институт (АЭИ). Последнее было связано с бурным развитием Экибастузского топливно-энергетического комплекса, строительством мощных тепловых электростанций, уникальных линий электропередач на сверхвысокое напряжение, для которых потребовалась под-

готовка инженеров-энергетиков в большом количестве и по широкому спектру специальностей.

В 80-ые годы в АЭИ стали готовить не только энергетиков, но и связистов и электронщиков, что в последующем отразилось и на новом названии вуза.

Общая характеристика вуза

В настоящее время Алматинский институт энергетики и связи является аттестованным, аккредитованным и сертифицированным по международной системе менеджмента качества негосударственным высшим учебным заведением в организационно-правовой форме «некоммерческое акционерное общество».

По рейтингу среди технических вузов республики АИЭС на протяжении последних трех лет занимает 3-е место.

В структуру управления институтом входят ректор, три проректора, учебно-методический отдел, финансово-административный отдел, научно-исследова-

тельский сектор, отдел международных связей, эксплуатационно-хозяйственная служба, отдел по чрезвычайным ситуациям и спецработе, центр маркетинга и профессиональной ориентации, центр информационно-технического обеспечения, пять факультетов (электроэнергетический, теплоэнергетический, радиотехники и связи, заочного обучения и переподготовки специалистов, довузовской подготовки), 21 кафедра, три тематические научные лаборатории и два научных центра (Центр возобновляемых источников энергии и новых технологий в энергосбережении и Центр водных технологий и водно-химических режимов), объединяющих усилия нескольких научно-производственных организаций.

Учебный процесс обеспечивают 320 штатных преподавателя и более 40 совместителей. Доля преподавателей с учеными степенями и учеными званиями от числа штатных преподавателей составляет около 40%.

Образовательная деятельность осуществляется по 34 образовательным программам высшего и послевузовского профессионального образования (специальности подготовки инженеров, бакалавров, магистров и аспирантов), в т.ч. по 6 специальностям бакалавриата и магистратуры (электроэнергетика; теплоэнергетика; радиотехника, электроника и телекоммуникации; автоматизация и управление; вычислительная техника и программное обеспечение; информационные системы).

В институте ведется подготовка специалистов по очной, заочной формам и дистанционной технологии обучения. Обучение студентов-очников ведется на государственном и русском языках. Всего обучающихся - 4700 (на 1.03.2008 года), в т.ч. по очной форме обучения – 3800, по заочной – 850, в магистратуре - 30, в аспирантуре – 19.

В нынешнем 2008 году институт осуществит последний выпуск дипломированных инженеров и первый выпуск бакалавров. Бакалавры, имея высшее профессиональное образование по широкому направлению, смогут работать на производстве, преимущественно, на младших должностях. Глубокими специальными знаниями бакалавр не обладает в силу сокращенных сроков обучения (4 года против 5 лет для дипломированных инженеров). Аналогом дипломированных инженеров будут магистры по профилю с 1,5 годичным сроком обучения на базе бакалавриата. В этом году предполагается первый набор в профильную магистратуру.

Институт имеет лицензию на научно-педагогическую магистратуру с 2-летним сроком обучения, выпускники которой могут заниматься научной и педагогической деятельностью, в отличие от профильных магистров, учебные планы подготовки которых ориентированы на будущую проектно-конструкторскую и/или эксплуатационно-производственную деятельность.

Организация учебно-методической работы

С февраля 2006 года АИЭС перешел на кредитную технологию обучения, когда самостоятельная работа студентов значительно усилена за счет сокращения обязательных аудиторных занятий. В этой связи в институте самое серьезное внимание уделяется методическому обеспечению процесса обучения. Силами профессорско-преподавательского состава ежегодно разрабатывается и создается до 300 наименований учебников, учебных пособий, конспектов лекций, методических разработок, в т.ч. на электронных носителях. О качестве издава-

емых учебников, учебно-методических разработок можно судить по тому, что ежегодно практически все вузы Казахстана, готовящие специалистов в области энергетики, радиоэлектроники и телекоммуникаций, приобретают их для использования в учебном процессе своих вузов. Разработанные Алматинским институтом энергетики и связи физические модели и электронные версии лабораторных работ по физике и специальным дисциплинам, изготавливаемые и поставляемые самим АИЭС, приобретаются ежегодно этими же и другими вузами Казахстана.

Для обеспечения условий по выполнению большого объема семестровых, расчетно-графических, курсовых и других видов самостоятельной работы студентов имеется библиотека, насчитывающая около 600 тыс. единиц книгохранения (или 140 единиц на 1 студента) с абонементом, 8 читальными залами на 470 посадочных мест, в т.ч. по одному читальному залу в каждом из трех студенческих общежитий, электронным читальным залом, содержащим около 2000 электронных версий методических разработок собственного производства.

Более тысячи компьютеров класса Pentium (или один компьютер на пять студентов), более 800 из которых подключены к Интернету со скоростью передачи данных 2Мбит/с, позволяют студентам не только расширить объем доступной самой современной учебной и научной информации, но и выполнять практически любые виды самостоятельной работы на компьютере: от отчетов по лабораторным работам до курсовых и дипломных проектов и работ. Этому же способствует ежегодная подписка на 250 наименований периодических изданий, включая научные и научно-производственные журналы России и дальнего зарубежья по энергетике, радиоэлектронике и телекоммуникациям.

Важное значение институт придает контролю текущей успеваемости студентов. Экзамен по любой дисциплине проводится в письменной или устной форме экзаменатором, не осуществлявшем учебный процесс в данной группе или комиссией из 2-х человек, как минимум один из которых является таковым. Это обеспечивает не только большую объективность оценки знаний студентов, но и препятствует коррупции и злоупотреблениям. Однако главным, решающим в этом деле, на наш взгляд, является то, что для получения допуска на экзамен, помимо обязательной сдачи и защиты всех видов самостоятельной работы (лабораторные работы, семестровые задания, курсовые работы, коллоквиумы), студент обязан накануне экзамена (по любой дисциплине) пройти компьютерный тест из тридцати вопросов. Не менее 16 правильных ответов теста дают ему право на допуск к экзамену. Тестирование проводится один раз без участия преподавателя и не предусматривает апелляцию и пересдачу. В противном случае, студент не допускается к экзамену и обязан повторно (на платной основе) изучить эту дисциплину.

После окончания каждой сессии (два раза за учебный год) студенты при анонимном анкетировании выставляют каждому преподавателю свою оценку, а также отвечают на вопросы: «Встречались ли они со случаями мздоимства, нарушениями этики преподавателя, в чем это выразалось?» Эта оценка, наряду с другими показателями деятельности преподавателя, определяет его рейтинг, который влияет на надбавку к заработной плате на последующий семестр. Если учесть, что величина надбавки к заработной плате преподавателей в нашем институте составляет от 35 до 150%, то заинтересованность в качестве преподавания и объективности оценки знаний студентов, не говоря о недопустимости

злоупотреблений или нарушений этики поведения, у преподавателей достаточно высокая.

Предоставление максимально благоприятных условий обучения наряду с жесткими и объективными требованиями к знаниям на экзаменах, обеспечивают высокий уровень подготовки студентов. По результатам промежуточного государственного контроля (ПГК) студенты 2-го курса ежегодно показывают один из лучших результатов в республике: в 2006г – успеваемость – 98,4%, средний балл – 76,01 (из 125), в 2007г – успеваемость – 99,6%, средний балл – 82,56, в 2008г – успеваемость – 99,54%, средний балл – 75,5.

Интерес представляет оценка качества обучения в АИЭС глазами самих студентов выпускного курса. В этой связи ежегодно перед дипломированием проводится анкетирование по 30 вопросам.

В феврале-марте 2008 года из 632 студентов 5-го выпускного курса по программе дипломированных инженеров приняли участие в анкетировании 265 человек или 42%, из 742 студентов 4-го выпускного курса по программе бакалавриата – 289 или 39%.

По результатам анкетирования оказалось, что качество полученного образования в АИЭС оценивают на отлично и хорошо 90% будущих инженеров и 71% будущих бакалавров.

Около 78% будущих инженеров уверены, что найдут работу по специальности, а 47% уже работают по специальности. Среди будущих бакалавров эти же показатели несколько хуже: 67% и 41,5% соответственно.

В целом более 200 предприятий-заказчиков кадров обеспечивают 100-процентное распределение выпускников на протяжении последних 10 лет.

Материально-техническая база

Институт имеет два четырехэтажных учебных корпуса общей площадью более 21,5 тыс.м², три студенческих общежития общей площадью 19,7 тыс.м² емкостью 1245 койко-мест, которые обеспечивают нормальные санитарные условия обучения нынешнего контингента студентов и размещение большинства иногородних студентов в студенческих общежитиях. Последние считаются одними из лучших в городе Алматы.

В учебных корпусах и студенческих общежитиях имеются 2 столовые, 4 буфета, медицинский пункт, спортивные и игровые залы, тренажерные помещения, Молодежный центр площадью более 700м² с дискозалом, комнатами для брейн-ринга, команд КВН, дебатного клуба, танцевальных ансамблей, студией записи фонограмм артистов художественной самодеятельности, актовый зал на 250 посадочных мест, открытая спортивная площадка площадью более 4000м².

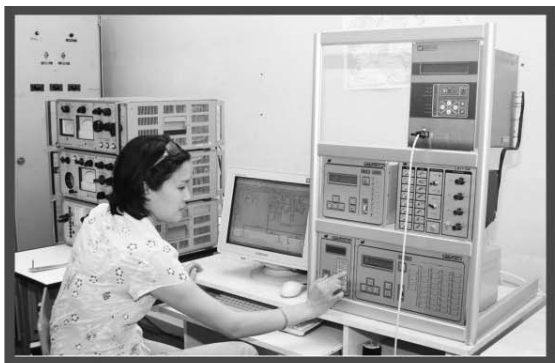
Все это позволяет не только обеспечить необходимые условия учебы, но и занятий спортом (около двадцати спортивных секций), полноценного отдыха, подготовки к занятиям, организации досуга. За учебный год проводится около 200 культурно-массовых и спортивно-оздоровительных мероприятий, среди которых: спартакиады института, соревнования городского и республиканского масштабов, смотры художественной самодеятельности, турниры команд КВН, клуба «Брейн-ринг», дебатной лиги, конкурсы «Мисс АИЭС» и «Мистер АИЭС», смотры на лучшую студенческую группу, на лучшую комнату в студенческих общежитиях, празднование Наурыза, декада первокурсника и многое другое.

Однако в материальной базе для технического вуза решающее значение

имеет лабораторная база и программное обеспечение.

На 21 кафедре института имеется более 60 лабораторий, 30 компьютерных классов, в т.ч. по одному компьютерному классу в каждом из 3-х студенческих общежитий, компьютерно-телевизионный комплекс с доступом в INTERNET из 6 телеаудиторий на 365 посадочных мест, 3 компьютерно-лингфонных кабинета, 3 лекционные аудитории с аудиоккомплексами на 412 посадочных мест. Лаборатории оснащены учебно-лабораторными комплексами ведущих производителей США и Европы (Рисунок 1): DEGEM Systems (Израиль), измерительное оборудование Goodwill и программно-технический комплекс Labview (National Instruments, США); две цифровые АТС «НІСОМ» и четыре мультиплексора SDH (SIEMENS); лаборатория микроконтроллеров І8ХС196КС (INTEL) и сигнальных процессоров на базе TMS320C50 (Texas Instruments); лаборатория источников электропитания на базе Oldham (Франция) и APC (США); ІSDN коммутационные системы SI-2000 и АТС-320 (Iskratel, Словения), TDA-200 (Panasonic), шлюзы ІР-телефонии; новейшее лабораторное оборудование по изучению волоконно-оптических систем, уникальные лабораторные стенды по изучению телевидения, магнитной записи, радиовещания и электроакустики российского производства; профессиональный звукорежиссерский пульт (Behringer, Германия); комплекты радиомодемов AIR-BR350 (CISCO) для организации связи между двумя удаленными пунктами и для беспроводного доступа в Интернет; аналоговые и цифровые приемные станции спутникового телевизионного вещания, настроенные на спутники "ІNTELSAT", "Express" и "HotSird" (прием 500 телевизионных каналов); аналоговые (VHS, video8) и цифровые (miniDV) видео-

камеры и видеомангитофоны (SONY, Panasonic), система нелинейного монтажа телевизионных программ и видеороликов на базе профессиональной видеоплаты MIRO DC30; средства подвижной транкинговой связи (Kenwood); лаборатория сетевых технологий (Региональная сетевая Академия CISCO) и защиты информации; лаборатория электронных систем и радиоавтоматики на базе NI ELVIS (National Instruments Educational Laboratory Virtual Instrumentation Suite); микропроцессорные классы на базе микроконтроллеров І8ХС196КС (INTEL) и сигнальных процессоров на базе TMS320C50 (Texas Instruments); класс компьютерных и сетевых технологий на базе операционных систем Windows 2003 Server, Linux, Windows XP Pro с выходом в Интернет (2 независимых друг от друга канала); языки программирования высокого уровня: Delphi, Visual Basic, NET, C++, C#; программное обеспечение коллективной работы (MS Exchange, Lotus Notes); защита информации на базе оборудования CISCO (Fundamentals of Network Security (FNS), Firewall, VPN); сетевое оборудование CISCO (маршрутизаторы CISCO 1721, 2610 и коммутаторы Catalyst 2950); оборудование Wi-Fi (маршрутизаторы и точки доступа Logynet); подписка на MSDN AA (студенты имеют право пользоваться ПО Microsoft); лабораторией автоматизации технологических процессов, оснащенной тренажерами управления процессами ТЭЦ, стендами монтажа и наладки автоматизированных систем управления технологическими процессами; лабораторией моделирования систем, где установлено специализированное программное обеспечение (Microsoft Visual Basic, Visual FoxPro, Delphi, VisSim, MathCad, MatLab, AutoCad, Electroniks, Workbench); учебно-исследовательские лаборатории по электрическим машинам, трансформа-



Лаборатория “Спутниковые и радиорелейные системы связи”: стенды для изучения принципов работы радиопередающих устройств российского производства БМРЗ “Механотроника” Санкт-Петербург



Лаборатория “Техника высоких напряжений”, оснащенная уникальным испытательным оборудованием производства германской фирмы TUR



Стенды для изучения работы автоматики электроэнергетических систем

Рисунок 1 – Примеры оборудования учебных лабораторий

торам, аппаратам преобразовательной техники; опытно промышленные установки отраслевых лабораторий института; пускорегулирующая аппаратура фирм CHG и VOSSLON SCHWABE GMBH; комплекс учебно-лабораторных стендов германской фирмы "TUR" (Германия) на один миллион вольт со специальным программным обеспечением; заводские стойки релейной защиты; цифровая релейная защита фирмы SIEMENS.

Наличие современной техники, технологий, программных продуктов, используемых в промышленности, позволяют готовить востребованные высококвалифицированные кадры.

Научная деятельность института

Знание современных проблем производства, непосредственное участие профессорско-преподавательского и научного персонала кафедр и лабораторий в решении этих проблем через научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, позволяют поддерживать высокий уровень преподавания дисциплин, быть центром повышения квалификации и переподготовки специалистов в области энергетики и телекоммуникаций для многих промышленных предприятий и организаций республики.

Ежегодно институтом проводятся исследования по 50÷60 договорам на сумму от 100 до 130 млн.тн., что составляет до 400 тыс.тн. на одного преподавателя (один из лучших показателей среди вузов республики).

Наиболее крупными заказчиками НИР являются АО «KEGOC», АО «Алматы Пауэр Консолидейтед», АО «Алматинские электрические станции», АО «Интергаз Центральная Азия», АО «КазТранОйл», Комитет таможенного контроля Министерства финансов Республики Казахстан, Министерство экономики и бюджетного

планирования Республики Казахстан, АО «НК «Казахстан Темир Жолы», Агентство Республики Казахстан по регулированию естественных монополий и др.

Учеными и специалистами института за последние годы были разработаны все действующие методики расчета тарифа на передачу электрической энергии по региональным и межрегиональным сетям (АО «KEGOC»); эксергетический метод распределения топлива на электрическую и тепловую энергию при их комбинированном производстве; создан комплекс «АСКУЭ - таможенный контроль» с технической поддержкой базового программного обеспечения, позволяющий обеспечить коммерческий учет и контроль межгосударственных перетоков электрической энергии; построена экономическая модель энергетического сектора Казахстана на средне-и долгосрочную перспективу (с использованием программного продукта Маркал); система регулируемого теплоснабжения и отопления административных зданий, учебных заведений и офисов организаций и предприятий; инвестиционные программы на средне- и долгосрочную перспективу развития ряда энергетических компаний; оптимизированы водно-химические режимы питательной и котловой воды с применением химического реагента «Халамин» на ряде электростанций Казахстана; созданы ветроэнергетические установки и др.

Ряд преподавателей и сотрудников института являются членами Экспертных Советов по энергетике и телекоммуникациям Агентства Республики Казахстан по регулированию естественных монополий и его Алматинского территориального комитета, Комитета по госимуществу и приватизации Министерства финансов Республики Казахстан, Совета Безопасности Администрации Президента Республики Казахстан, Независи-

мыми директорами АО «KEGOC», АО «Самрук-Энерго», АО «Алматинские электрические станции», АО «Актюбинская ТЭЦ», АО «КазНИИ Энергетики».

При институте действует докторский совет по двум специальностям. Учеными, специалистами, аспирантами и студентами ежегодно публикуются до 200 научных статей, проводятся конференции, симпозиумы, круглые столы, семинары, в том числе совместно и при участии международных организаций.

Перспективы развития института

В этом году институт приступил к строительству еще одного учебного корпуса с актовым залом на 350 мест и спортивного корпуса общей площадью более 7 тыс.м². Завершение строительства в будущем году позволит существенно улучшить условия учебы обучающихся и работы преподавателей и сотрудников.

С 2003 года в институте действует локальная Сетевая академия CISCO, готовящая IT-специалистов по следующим учебным курсам: «Основы информационных технологий» (IT Fundamentals), (CCNA Cisco Certified Network Associate - сертифицированный компанией CISCO специалист по сетям), «Основы сетевой безопасности» (Fundamentals of Network Security), «Беспроводные локальные сети» (Fundamentals of Wireless LANs), «IP-телефония» и «Java –программирование». Около четырехсот студентов нашего института получили сертификаты Академии CISCO и многим из них, наряду с дипломом АИЭС, это позволило занять ключевые позиции в компаниях разных секторов экономики Казахстана.

Сегодня в Казахстане действуют 16 локальных Сетевых академий CISCO. Учитывая растущий спрос на IT – специалистов компания CISCO планирует

открыть в Республике Казахстан еще 12 Сетевых академий. Но только при Алматинском институте энергетики и связи впервые среди вузов Казахстана локальная академия была преобразована в региональную Сетевую академию CISCO. С апреля 2008 года в ней осуществляется обучение инструкторов для преподавания в локальных Сетевых академиях CISCO стран Центральной Азии (Казахстан, Киргизия, Таджикистан, Туркмения, Узбекистан). Безусловно, это большая честь для института. Для выполнения задач региональной академии у АИЭС есть все необходимое оборудование и опытные преподаватели – профессионалы своего дела. Однако предстоит завоевывать авторитет и репутацию уже на новом более высоком уровне, а значит – предстоит немалая работа.

В АИЭС продолжает работать, созданная в 2000 году совместно с Саутгемптонским университетом (Великобритания) кафедра Методологии научного природопользования Би Джи (МНП), основная цель которой состоит в проведении совместных с западными учеными научных исследований в области охраны окружающей среды и развитии престижного экологического образования в Республике Казахстан.

В открытом соревновании с ведущими университетами республики кафедра получила больше исследовательских грантов Европейского Союза, чем какая-либо организация Казахстана. Общая сумма финансирования по выполнению научных исследований превысила 100 млн.тн. Наиболее значимые результаты получены по проектам Твинбас и Биомеркури в рамках 6 рамочной программы Европейского Союза по исследованию ртутного загрязнения Павлодарского ПО «Химпром» и реки Нуры в районе г.Темиртау, проекту МНТЦ К-1240 «Последемеркуризация – эффективное управление ртутным загрязнением

на территории бывшего ПО «Химпром», а также оценка риска для окружающей среды от загрязнения подземных вод и прилегающих водоемов Северной промышленной зоны г.Павлодара» и проекту INCO—516 761 «Gayhyn» - «Управление трансграничными водными ресурсами: по отношению к устойчивому развитию Аральского бассейна».

Важнейшим аспектом работы кафедры является образовательная деятельность. При поддержке компании Бритиш Газ, Дженерал Электрик, Корпуса Мира США, Фонда Сороса, Британского Совета и Посольства Великобритании в Казахстане был создан магистерский курс по специальности «Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды». Экспериментальная одногодичная интенсивная программа магистерской подготовки основана на программе Саутгемптонского университета по специальности «Комплексное изучение окружающей среды».

Высокое качество обучения на магистерском курсе достигается за счет сочетания основных элементов казахстанской высшей школы, а также лучших элементов западного образования. Для проведения учебного процесса привлекаются лучшие преподаватели и специалисты не только АИЭС, но и ведущих университетов г.Алматы, органов госуправления в области охраны окружающей среды и Саутгемптонского университета.

Второе достоинство – в магистратуру принимаются выпускники вузов по различным специальностям: инженеры, химики, биологи, филологи (по английскому языку), но имеющие опыт работы в области охраны окружающей среды.

Выпускники магистратуры (более 100) весьма востребованы и, в первую очередь, в иностранных компаниях: BG Kazakhstan, British Petroleum, Exxon Mobil Kazakhstan inc, Amoco, Agip KCO, HSBC-Kazakhstan, КРО, ShevronMunaiGas, Tengizchevroil и др. Ряд выпускников продолжили обучение в Западных университетах по докторской программе.

Международное сотрудничество в образовательной деятельности с ведущими университетами России, Западной Европы, США, в т.ч. включенное обучение студентов с Томским политехническим университетом (на один семестр), прохождение ознакомительной практики на профильных предприятиях ФРГ и США, получение второго экономического диплома Московского энергетического института студентами технологических специальностей АИЭС, совместная подготовка PhD-докторов с зарубежными вузами – это реальные планы работы коллектива института на ближайшее будущее.

Студенты, преподаватели и сотрудники АИЭС гордятся своим институтом и всегда делали, делают и, надеемся, будут делать все, чтобы не уронить репутацию одного из лучших вузов Казахстана.

ЗАКОН РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН «ОБ ОБРАЗОВАНИИ» И МНОГОУРОВНЕВАЯ ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ТЕХНИЧЕСКИМ СПЕЦИАЛЬНОСТЯМ

Сериков Эрнест Акимович – канд.техн.наук, профессор, проректор по учебно- методической работе Алматинского института энергетики и связи, г.Алматы

«Білім туралы» 2007 жылғы заң жоғары оқу білімінен кейінгі мәселелер бойынша түзетулер мен салалық және ғылыми-педагогикалық магистратураның нақты бөлінуін талап етеді.

Закон «Об образовании» 2007 года требует корректировки по вопросу послевузовского образования и четкого разделения профильной и научно-педагогической магистратуры.

The 2007 Law of the Republic Kazakhstan «On Education» demands updating concerning postgraduate education and clear division of a profile and scientific and pedagogical magistracy.

В Законе 2007 года «Об образовании» зафиксированы положения, учитывающие все то, новое, что появилось в системе образования Казахстана за последние годы. Одновременно в новом законе сохранились многие статьи Закона «Об образовании» 1999 года, и это означает преемственность в образовательной системе Казахстана.

Следует отметить, что подготовка новой редакции Закона «Об образовании» началась задолго до его принятия в 2007 году. К обсуждению различных проектов закона приглашались все работники системы образования. Вместе с тем, Сенат Республики Казахстан принял Закон, на наш взгляд, достаточно поспешно, без обсуждения последней редакции в одной из своих комиссий. Поэтому в новом законе остался ряд вопросов, недостаточно проработанных и требующих определенной корректировки.

Наиболее принципиальными вопросами в системе высшего и послевузовского образования, требующими определенной корректировки в новом Законе, являются:

1. Четкое разграничение содержания и функций профильной и научно-педагогической магистратуры;

2. Роль и место различных видов учебных заведений в системе высшего образования.

Указанные вопросы находятся в жесткой взаимосвязи и поэтому, обсуждая одну из проблем, неизбежно касаешься и второй проблемы.

Реализуемая в Казахстане многоуровневая система подготовки специалистов с высшим образованием включает в себя:

- бакалавриат – подготовка специалистов с высшим базовым образованием;
- магистратуру – подготовка специалистов с послевузовским образованием

по двум направлениям: научно-педагогическому и профильному;

- докторантура – подготовка специалистов высшей квалификации с присуждением ученой степени «доктор философии (PhD)» и «доктор наук по профилю».

В Законе четко проводится граница между вузовским и послевузовским высшим образованием. К системе высшего образования отнесена подготовка специалистов через бакалавриат, а к послевузовской – в магистратуре и докторантуре PhD. Вроде бы все стройно и достаточно логично. Но Министерство образования и науки РК, представляя на утверждение сената новую редакцию Закона, забыло, что в самой магистратуре, да и докторантуре, подготовка специалистов ведется по двум уровням: по профилю специальности и по научному направлению. И представлять себе, что профильная магистратура и магистратура научно-педагогическая суть одно и то же, принципиально не верно. А в Законе записано, что и та и другая магистратура имеет своей целью подготовку научных и педагогических кадров.

Этот вопрос имеет принципиальное значение, так как в 2008 году в Казахстане осуществляется первый выпуск бакалавров по ряду специальностей (в основном технических направлений) и на повестку дня выносятся вопросы о возможности продолжения их дальнейшего обучения.

В Законе «Об образовании» для выпускников бакалавриата предусмотрена возможность дальнейшего обучения в магистратуре по двум направлениям:

- научно-педагогическому – подготовка научно-педагогических кадров;
- профильному – углубленная (специализированная) подготовка кадров по специальности.

Сроки обучения и образовательные программы этих направлений отличаются

друг от друга. По первому направлению вузы Казахстана уже имеют определенный опыт работы. Второе направление начнет впервые реализовываться с 2008 года и требует определенной подготовки и осмысления на основе сопоставления и анализа содержания обоих направлений.

Прежде всего, следует иметь в виду, что исходным уровнем образования для обоих направлений магистратуры является высшее базовое образование, которое дается в бакалавриате. В бакалавриате осуществляется общенаучная и общепрофессиональная подготовка по широкому направлению (специальности). Специализированная подготовка в бакалавриате осуществляется в меньшем объеме по сравнению с дипломированными специалистами (в соответствии с уменьшением продолжительности обучения) без привязки к конкретному заказчику или технологическому производству. Именно академичностью и фундаментальностью образования отличаются бакалавры от дипломированных специалистов с их «точечной», узко специализированной подготовкой.

Таким образом, выпускники бакалавриата являются специалистами с общим высшим образованием по широкому направлению, замещающему собой ряд родственных специальностей подготовки дипломированных специалистов. Работать бакалавры могут лишь на младших должностях, где требуется специалист с высшим образованием, имеющий общенаучную и общепрофессиональную подготовку. По сути дела в бакалавриате решается социальная программа государства, нацеленная на повышение образовательного уровня населения /1/.

В силу широкопрофильной подготовки и сокращенных сроков обучения бакалавры по уровню специальной подготовки уступают дипломированным специалистам. Глубокими специальными

ми знаниями бакалавр не обладает и для работы в конкретной должности, по конкретной специальности и на конкретном рабочем месте в соответствии с запросами заказчика кадров он должен пройти дополнительное обучение.

На Западе такую доводку осуществляют специализированные учебные центры, в которых срок обучения составляет 0,5-2 года /2/. Эти центры обычно создаются как непосредственно на крупном предприятии, так и в виде региональных центров. В условиях Казахстана (разбросанность технологического производства на огромной территории, малая мощность предприятий малого бизнеса и, как следствие, низкая их потребность в специалистах конкретной специальности) создание таких центров экономически нецелесообразно и невозможно в связи с отсутствием соответствующих педагогических кадров. В этих условиях эта «доводка» могут осуществляться в высших учебных заведениях, которые на протяжении десятилетий готовили дипломированных специалистов.

Учет требований заказчиков кадров может быть достигнут при дальнейшем обучении бакалавров в профильной магистратуре по более узким, чем в бакалавриате, направлениям, нацеленным на конкретное технологическое производство (т.е. по одной из специализаций специальности). В этом случае образовательная программа профильной магистратуры по содержанию приближается к образовательным программам подготовки дипломированных специалистов и имеет своей целью подготовку специалистов для практической профессиональной деятельности в различных отраслях экономики, т.е. на уровне дипломированных специалистов.

С учетом вышесказанного многоуровневая система подготовки специалистов

должна решать строго определенные задачи на каждом уровне:

1. В бакалавриате – это решение социальной программы государства, связанной с повышением образовательного уровня населения и подготовкой специалистов с общим высшим образованием по широкому направлению.

2. В магистратуре – подготовка специалистов двух уровней:

- научных и научно-педагогических кадров для работы по избранному научному направлению и для педагогической работы в вузах;
- специалистов с углубленной подготовкой по специальности для практической и управленческой деятельности в соответствующих отраслях экономики.

3. В докторантуре – подготовка научных и научно-педагогических кадров высшей квалификации.

И вот здесь возникает необходимость решения второй проблемы – роли высших учебных заведений в подготовке специалистов различного уровня.

Магистерская подготовка по Закону 2007 года отнесена к системе послевузовского образования, что в определенной мере справедливо для научно-педагогического направления, так как позволяет подключить к этому процессу научные организации. Единственным требованием для этих организаций является обязательное наличие лицензий на образовательную деятельность, так как магистранты должны в обязательном порядке освоить образовательные программы с объемом изучаемых дисциплин в 30-60 кредитов.

В отношении подготовки специалистов в профильной магистратуре привлечение научных организаций следует признать ошибочным, как не соответствующее основному направлению их деятельности. Опытом работы по подготовке специалистов для практической и управленческой деятельности в соот-

ветствующих отраслях экономики сегодня обладают только высшие учебные заведения. Поэтому профильная магистратура должна реализовываться в системе высшего образования, независимо от их статуса (университет, академия, институт).

К сожалению, если вчитаться внимательно в глоссарий Закона, то в институте возможна подготовка только бакалавров. Подготовка магистров в институтах не предполагается: она разрешена только университетам и академиям. Но в чем заключается отличие института от университета в вопросе подготовки специалистов?

Университет, по самому определению, универсальное учреждение образования, ведущее образовательную деятельность по широкому спектру специальностей. В отличие от университета институт (как, между прочим, и академия) является узкоспециализированным вузом, ведущим подготовку специалистов по более узкому направлению. Все остальное у этих учреждений образования примерно одинаково. Ну, может несколько отличаются требования: по острепенности педагогического состава, количеству книг, приходящихся на одного студента и т.д. Но это только проценты. Более существенным отличием является вид научной деятельности: в университете – это фундаментальные научные исследования, в институте – в большей мере прикладные работы.

Если принять нашу точку зрения по вопросу профильной магистратуры, то запрет на магистерскую подготовку в институтах, включая и научно-педагогическую, представляется ошибочным. Следует отметить определенное противоречие в разных статьях Закона по данному вопросу. В разделе послевузовского образования по тексту следует, что подготовка

научно-педагогических кадров осуществляется в вузах (без расшифровки), к которым относится также и институт. То есть, по Закону запрета на участие институтов в подготовке кадров через магистратуру нет и, следовательно, необходимо внести коррективы в глоссарий Закона.

Наше предложение по корректировке Закона «Об образовании» по данному вопросу заключается в исключении из Глоссария (статья 1) определения «институт» и в объединении терминов «академия» и «институт» в одно целое:

«2) академия, институт – специализированные учебные заведения, которые реализуют профессиональные учебные программы высшего и послевузовского образования по одной-двум группам специальностей, осуществляют научно-исследовательскую и педагогическую деятельность, повышение квалификации и переподготовку кадров».

Еще одной проблемой является запрет по Закону на подготовку специалистов в магистратуре по заочной форме обучения.

Жизненные реалии таковы, что не все выпускники дневного бакалавриата по завершении учебы смогут обучаться в магистратуре на очном отделении, не говоря уже о выпускниках бакалавриата заочной формы обучения. В последнем случае это означает, что наши заказчики не смогут получить высококвалифицированных специалистов из числа своих работников. С другой стороны это, в определенной степени, ограничивает право граждан на получение достойного образования. Указанную проблему можно разделить на две: подготовку в научно-педагогической магистратуре можно оставить в редакции Закона, а в профильной – осуществлять подготовку магистров как по очной, вечерней и заочной формам обучения.

С учетом вышесказанного, в Закон «Об образовании» следует внести ряд изменений и корректировок.

Прежде всего, должна быть серьезно переработана статья 36, так как в нынешней редакции система послевузовского образования предназначена только для подготовки «научных и педагогических кадров». Подготовка специалистов с углубленной (специализированной) подготовкой по специальности только обозначена в подпункте 2 пункта 3, но не расписана подробно, и вся статья 36 в основном посвящена научно-педагогической магистратуре.

Ниже приводится полная редакция АИЭС статьи 36. «Послевузовское образование» с выделением жирным шрифтом дополнений и предложений АИЭС.

Статья 36. Послевузовское образование

1. Послевузовское образование приобретает гражданами с высшим образованием в магистратуре и докторантуре высших учебных заведений и научных организаций.

2. Подготовка кадров в магистратуре осуществляется на базе профессиональных учебных программ высшего образования по двум направлениям:

- **научно-педагогическому со сроком обучения два года – подготовка научных и педагогических кадров для работы по избранному научному направлению и для педагогической работы в вузах;**

- **профильному со сроком обучения не менее одного года – углубленная (специализированная) подготовка кадров по специальности для практической и управленческой деятельности в соответствующих отраслях экономики.**

Реализация профессиональных учебных программ магистратуры по военным специальностям осуществляется

в адъюнктуре военных высших учебных заведений.

3. Обучающемуся, успешно прошедшему итоговую государственную аттестацию, присуждается:

1) по итогам публичной защиты магистерской диссертации в научно-педагогической магистратуре – академическая степень «магистра наук»;

2) по итогам защиты выпускной работы в профильной магистратуре – академическая степень «магистр по соответствующей специальности».

4. Подготовка научных и научно-педагогических кадров высшей квалификации докторов философии (PhD) и докторов по профилю осуществляется в докторантуре на базе профессиональных учебных программ магистратуры со сроком обучения не менее трех лет.

5. Послевузовское медицинское и фармацевтическое образование включает резидентуру, магистратуру и докторантуру.

В резидентуре осуществляется углубленная подготовка по клиническим специальностям продолжительностью обучения от двух до четырех лет в зависимости от специализации. Положение о резидентуре утверждается уполномоченным органом в области здравоохранения.

6. Подготовка научных и педагогических кадров может осуществляться путем направления стипендиатов международной стипендии «Болашак» на обучение в зарубежные высшие учебные заведения по очной форме обучения в соответствии с перечнем специальностей, ежегодно утверждаемым в порядке, установленном законодательством Республики Казахстан.

Соответствующие изменения должны быть внесены в пункты 1 и 2 статьи 22 о профессиональных учебных программах:

Статья 22. Профессиональные учебные программы послевузовского образования

1 Профессиональные учебные программы послевузовского образования направлены на повышение профессионального уровня специалистов с высшим образованием:

1) углубленная (специализированная) подготовка кадров по специальности в профильной магистратуре;

2) подготовка научных и педагогических кадров в научно-педагогической магистратуре;

3) подготовка научных и научно-педагогических кадров высшей квалификации в докторантуре.

2. Содержание профессиональных учебных программ послевузовского образования предусматривает теоретическое обучение, включающее базовые и профильные дисциплины, практику, научно-исследовательскую и экспериментально-исследовательскую работу с написанием диссертации (выпускной работы).

Следует отметить, что в Законе 2007 года существует еще ряд неточностей и недоработок, касающихся системы образования Казахстана в целом, однако перечисленные выше вопросы являются наиболее основополагающими и, на наш взгляд, первоочередными для системы высшего и послевузовского образования. Внесение этих поправок потребует от системы высшего и послевузовского образования серьезной переработки нормативной документации и, прежде всего, пересмотра содержания профессиональных образовательных программ высшего и послевузовского образования.

Литература

Сериков Э.А. Многоуровневая подготовка специалистов по техническим специальностям в Казахстане. –Алматы, 2007, 155с.

Сериков Э.А. Проблемы многоуровневой подготовки инженерных кадров в технических вузах. –Алматы, 2003, 183с.

10 ЛЕТ НА РЫНКЕ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

**Аршидинов Маликжан Мамежанович – канд.техн.наук, профессор, декан
ФЗОиПС, Алматинского института энергетики и связи, г. Алматы.**

**Парамонов Сергей Геннадьевич – канд.экон.наук, доцент, зам. декана
ФЗОиПС, Алматинского института энергетики и связи, г. Алматы.**

*Мақалада энергетика және телекоммуникация саласында Қазақстанның өнер-
кәсіптік қәсіпорындарының мамандары үшін біліктілік көтерудің республикалық
және халықаралық курстарын өткізу саласында АЭ ж БИ КЕАҚ СОЖМҚДФ дека-
наты жұмысының он жылдық тәжірибесінің қорытындылары қарастырылған.*

*В статье рассмотрены итоги десятилетнего опыта работы деканата ФЗОиПС
НАО АИЭС в сфере проведения республиканских и международных курсов повыше-
ния квалификации для специалистов промышленных предприятий Казахстана в об-
ласти энергетики и телекоммуникаций.*

*The article present the results of experience made by deans office of the correspondence
course and retraining of specialists faculty of non-profit joint-stock company «Almaty
Institute of Power Engineering and Telecommunication» in conducting republican and
international advancement courses for specialists of industrial enterprises of Kazakhstan
in power engineering and telecommunication.*

Курсы повышения квалификации (КПК) для специалистов в области энергетики и телекоммуникаций начали функционировать в НАО «Алматинский институт энергетики и связи» с сентября 1999 года. Для открытия КПК большую организационную работу провел Рогозовский Л. А., бывший в то время деканом факультета заочного обучения и переподготовки специалистов (ФЗОиПС). Его заслуга состоит в проведении успешных переговоров по привлечению сотрудников крупнейших предприятий Казахстана к участию в КПК; организационной работе с кафедрами института по составлению тематик КПК и определению высококвалифицированных лекторов из числа кандидатов и докторов наук; подбору кадров и обеспечению отделения переподготов-

ки специалистов деканата помещениями и всей необходимой оргтехникой.

Схема работы КПК следующая: в мае текущего года кафедры подают в деканат перечень тем, по которым могут провести курсы в следующем календарном году – деканат формирует План-график курсов на следующий год и в сентябре рассылает его заказчикам (порядка 120 адресов) – институт заключает договора возмездного оказания услуг с предприятиями заказчика – заказчик присылает специалистов на обучение – проведение лекционных, лабораторных и практических занятий – вручение раздаточного материала на CD - дисках и свидетельств о прохождении курсов.

В первый период времени самым крупным заказчиком на КПК был АО

«KEGOC», на сотрудников которого и были, в основном, ориентированы курсы. Большая часть тем читалась кафедрой Электрические станции, сети и системы (профессоры Хожин Г. Х. и Соколов С.Е.).

В дальнейшем, расширение тематики курсов привело к росту числа заказчиков, а значит и к росту количества слушателей. Разделение тем курсов повышения квалификации на телекоммуникационную и энергетическую направленность, вызванную внутренней отчетностью, показало, что почти на всем протяжении работы КПК, доля курсов по телекоммуникациям составляла порядка 30%, а 70% приходилось на курсы энергетической направленности (таблица).

Из таблицы видно, что количество курсов и количество слушателей на них резко по годам не различается. Небольшое снижение указанных показателей за последние 3-4 года вызвано ростом конкуренции на рынке курсов повышения

квалификации. Так, Центр повышения квалификации АО «Казахтелеком» полностью охватил системой обучения свои областные подразделения и не оставил НАО АИЭИ места на рынке обучающих услуг среди своих предприятий. Однако, все слушатели курсов повышения квалификации АО «Казахтелекома» проживают в нашем общежитии гостиничного типа. Более мелкие предприятия, работающие в области связи, в силу своих незначительных возможностей почти не присылают слушателей. За последние 3-4 года некоторые предприятия открыли свои курсы повышения квалификации или отправляют своих специалистов в Российские специализированные институты (НТК «Казахстан темир жолы», Казатомпром, предприятия нефтегазового сектора и другие). В 2008 году АО «KEGOC» также предполагает открыть свои курсы переподготовки специалистов и не заключил с АИЭС договора на обучение.

Годы	Кол-во курсов			Кол-во слушателей		
	телеком.	энергет.	Итого	телеком.	энергет.	Итого
1999 г.	1	4	5	5	65	70
2000 г.	7	24	31	69	279	348
2001 г.	8	25	33	126	310	436
2002 г.	7	24	31	54	278	332
2003 г.	7	21	28	92	303	395
2004 г.	8	21	29	46	266	312
2005 г.	6	20	26	58	280	338
2006 г.	9	22	31	100	323	423
2007 г.	11	20	31	109	300	409

В этих условиях, чтобы не уменьшить количество слушателей, деканат провел соответствующую работу по расширению тематик курсов. Особое внимание, при этом было уделено поиску и удовлетворению индивидуальных заказов организаций. Так, были организованы и проведены три курса для

специалистов Энергетической таможни РК по тематике применения АСКУЭ на границах раздела учета электроэнергии, причем, последние курсы были уже ориентированы уже на нефтегазовый сектор. Для сотрудников Центра обеспечения Правительственной связи КНБ РК было проведено два курса, сотрудники Служ-

бы охраны Президента РК и сотрудники МВД РК обучались - каждый на одних своих курсах. Обучение проводилось с активным участием кафедр и привлечением сторонних высококлассных специалистов. Дважды были проведены курсы для работников Народного Банка по системе гарантированного и бесперебойного электропитания. В 2003-2004 годах деканатом были подобраны высококвалифицированные специалисты сторонних организаций, разработана тематика, достигнут ряд договоренностей с организациями по проведению лекционных и практических занятий по направлению «Защита информации» (12 тем). К сожалению, это направление курсов не нашло своих заказчиков.

В период 2002-2004 годов были проведены пять международных курсов повышения квалификации с привлечением известных ученых Санкт-Петербургского энергетического института, на которых прошли обучение порядка 100 слушателей. Среди них были и сотрудники института, полученные знания которых и раздаточный материал были использованы в учебном процессе.

В настоящее время деканат совместно с кафедрами, провели курсы повышения квалификации в области телекоммуникаций по направлениям: Cisco, D-Link и «Искрател». Для проведения обучения по программе «Искрател» институтом были выделены соответствующие средства для приобретения оборудования, которое было смонтировано в аудиториях кафедры АЭС (заслуга зав. кафедрой Джангозина А.Д.). Трое преподавателей кафедры прошли соответствующее обучение с получением международного сертификата, дающего право на самостоятельное проведение занятий по программе «Искрател». Слушателям, успешно закончившим эти курсы, выдался международный сертификат.

Особое внимание при проведении международных и республиканских курсов повышения квалификации уделяется участию в них сотрудников АИЭС, чтобы они использовали полученные знания в учебном процессе.

Отделение переподготовки специалистов деканата ФЗОиПС имеет две учебных аудитории, одна из которых оборудована полным мультимедийным сопровождением, помещение для проведения кофе-брейка и кабинет персонала.

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ КАЗАХСТАНА

Даукеев Гумарбек Жусупбекович – канд.техн.наук, профессор,
ректор Алматинского института энергетики и связи, г.Алматы

Қазақстан экономикасының өсуі жыл сайын электр энергиясын тұтынуды 5-7% арттырумен жалғасып келеді. Жаңа энергетикалық қуаттарды енгізу, электр және жылу тораптарын дамыту, қолданыстағы энергетика кәсіпорындарын тиімді пайдалану, жоғары білікті мамандар даярлау және энергетика саласын ғылыми-техникалық қамтамасыз ету еліміздің энергетикалық қауіпсіздігін қамтамасыз етудің қажетті шарттары болып табылады.

Рост экономики Казахстана сопровождается ежегодным увеличением потребления электроэнергии на 5-7%. Ввод новых энергетических мощностей, развитие электрических и тепловых сетей, эффективная эксплуатация существующих предприятий энергетики, подготовка высококвалифицированных специалистов и научно-техническое обеспечение энергетической отрасли являются необходимыми условиями обеспечения энергетической безопасности страны.

The economic growth in Kazakhstan is accompanied by annual increasing of power consumption by 5-7 %. Putting new power plants into operation, developing electric and heating systems, effective utilization of existing power engineering enterprises, training highly qualified specialists as well as scientific and technological support of power engineering are essential conditions of providing power safety of the country.

В настоящее время рост экономики республики сопровождается существенным увеличением потребления электроэнергии (5-7% ежегодно). Прогнозные оценки показывают, что в 2015 году электропотребление составит более 100 млрд. кВт/ч. против 76,43 млрд. кВт/ч. в 2007 году.

Для решения стратегических задач электроэнергетической отрасли по обеспечению энергетической безопасности был разработан и утвержден распоряжением Премьер-министра Республики Казахстан от 31 мая 2007 года №147-р «План мероприятий по развитию электроэнергетической отрасли Республики Казахстан на 2007-2015 годы».

На основе прогноза уровней электропотребления и электрических нагрузок до 2015 года определены ожидаемые дефициты мощности южной зоны Единой Энергосистемы Казахстана, вводы мощностей на электростанциях, подготовлены обоснования и предложения по размещению базовой электростанции в южной зоне (Балхашская ТЭС) и предварительная схема выдачи мощности от нее, а также рассчитаны необходимые инвестиции в развитие электроэнергетики Республики Казахстан.

Приказом Министра энергетики и минеральных ресурсов Республики Казахстан утверждены балансы электроэнергии до 2015 года и перечень объектов электростанций.

троэнергетики, подлежащих реконструкции, модернизации и расширению, а также строительства новых энергетических объектов.

Начата разработка новых законопроектов «Об энергосбережении» и «О поддержке использования возобновляемых источников энергии».

Вместе с тем, выполнение масштабных мероприятий по строительству, реконструкции, расширению, ремонту объектов электро- и теплоэнергетики потребует весьма внушительных финансовых инвестиций. Только за счет собственных средств предприятий энергетики таких средств не найти даже в условиях предполагаемого роста тарифов на электричество и тепло. Отпускной тариф для населения, например, в Берлине (ФРГ) 25 евроцентов за 1 кВт/ч., в г.Алматы - 5, или в 5 раз ниже. Но металл, органическое топливо, оборудование, материалы, железнодорожные перевозки – по ценам Европы.

К сожалению, современный уровень изношенности основного оборудования (более 70%), необходимость внедрения современных приборов и систем контроля и учета электро- и теплоэнергии, низкий уровень заработной платы оперативного персонала предприятий энергетики не только остановили развитие электроэнергетической отрасли на уровне 15-летней давности, но по отдельным показателям отбросили ее на уровень начала 70^х годов прошлого века. Только в г.Алматы по состоянию на весну 2008 года дефицит тепла составил - 392 гкал/час, а дефицит электрической энергии – около 400 МВт.

Учитывая, что постоянно увеличивающийся дефицит электрической и тепловой энергии непосредственно и весьма существенно сказывается на рисках и угрозах устойчивому развитию всех отраслей экономики Казахстана, государство должно иметь эффективные рычаги

управления предприятиями энергетики. В частности, при строительстве новых электростанций на основе государственно-частного партнерства доля государства не должна быть ниже 50%+1 акция (например, Балхашская ТЭС и Мойнакская ГЭС). Аналогичные шаги должны быть предприняты при расширении и реконструкции существующих электростанций (Экибастузская ГРЭС-2, Шардаринская ГЭС, Алматинские ТЭЦ-1, ТЭЦ-2, ТЭЦ-3 и др.)

В электроэнергетическую отрасль до 2015 года предполагается привлечь инвестиций свыше 21 млрд. долларов США. Только в текущем 2008 году, как было отмечено заместителем акима г.Алматы Сманкуловым А.С. в ходе общегородского совещания по проблемам энергообеспечения г.Алматы, на решение вопросов теплоснабжения требуется 39,8 млрд. тенге, электроснабжения – 11,8 млрд.тенге. Городские инженерные сети требуют безотлагательного ремонта. Однако отрасль может быть привлекательной для инвесторов только в случае реальных перспектив возврата инвестиций (как правило, заемных средств) в разумные сроки.

Увеличение тарифа на электричество и тепло до уровня, обеспечивающего необходимые инвестиции в предприятия электроэнергетики, неременное условие не только развития электроэнергетической отрасли, но даже просто ее существования. Период сдерживания тарифов по «политическим соображениям» должен закончиться. А поддержка малообеспеченной части населения, отдельных предприятий и/или отраслей экономики должна и может быть осуществлена различными способами, в т.ч. введением дифференцированного тарифа. К примеру, сделать низкий (существующий) тариф для малообеспеченных людей на определенный объем электроэнергии (допустим 50 кВт/ч на 1 человека в ме-

сяц), увеличив его до экономически оправданного сверхлимитного объема.

Низкий тариф на электроэнергию не просто не способствует реализации политики энергосбережения, он экономически не оправдан. Поэтому все разговоры и призывы к экономии электроэнергии у нас остаются пустым звуком, а на Западе - это весьма доходное дело.

Низкий тариф на электроэнергию и тепло не способствует использованию возобновляемых источников энергии (ветра, солнца, недр земли и др.).

Если в той же Западной Европе отпускной тариф на электроэнергию от ветроустановки выше чем от электростанции на угольном топливе (самая дешевая электроэнергия) на 30÷50%, то в Казахстане эта разница в 5-7 раз выше. И при этом в Казахстане нет никаких льгот по присоединению ветроустановок и других нетрадиционных возобновляемых источников энергии к электрическим сетям, льгот по налогообложению, получению кредита владельцам упомянутых источников энергии и много другого, что есть практически во всех странах Западной Европы, США, Индии, Китае. Другими словами, там использовать возобновляемые источники энергии не просто выгодно, а очень выгодно! У нас – не просто не выгодно, у нас – бессмысленно!

Развитие электроэнергетической отрасли невозможно без специализированных кадров с высшим профессиональным образованием. Вредные и опасные условия труда эксплуатационного персонала (запыленность, повышенный шум и вибрация, высокая температура (до 50°C) в цехах, высокое давление (до 300 атм.) и температура пара (550°C) в основном оборудовании электростанций, высокое напряжение (до 1150 кВ) в электрических сетях, наряду с низкой заработной платой не способствуют закреплению существующих высококвалифицированных специ-

алистов и притоку новых. Например, на предприятиях АО «Алматинские Электрические Станции» отток кадров за 2007 год составил 18,5%.

В условиях повсеместного в энергетике Казахстана дефицита высококвалифицированных кадров государственный заказ на подготовку специалистов-энергетиков систематически снижается. Так, подготовка специалистов с высшим образованием в области энергетики по специальностям «Теплоэнергетика» и «Электроэнергетика» по госзаказу ежегодно снижается: в 2004 году – 398 и 906 мест, соответственно, в 2005 – 340 и 500, в 2006 – 300 и 400, в 2007 – 280 и 320 (в 90-х годах прошлого столетия – до 3000 мест).

Более того, после перехода высшей школы республики на многоуровневую систему подготовки кадров с высшим образованием (бакалавры и магистры), аналогом дипломированного инженера будет магистр по профилю. В этом году в Казахстане предполагается первый выпуск бакалавров, последний выпуск дипломированных инженеров и первый набор в профильную магистратуру.

Выпускники бакалавриата являются специалистами с общим высшим образованием по широкому направлению, замещающему собой ряд родственных специальностей подготовки дипломированных инженеров. Например, бакалавр по специальности «Электроэнергетика» замещает следующие специальности дипломированных специалистов: «Электрические станции», «Электрические системы и сети», «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем», «Электроснабжение промышленных предприятий», «Электроснабжение сельского хозяйства», «Электротехнологические установки и системы», «Городской электрический транспорт», «Электропривод и автоматизация технологических комплексов», «Электромеха-

ника», «Светотехника и источники света», «Электроизоляционная, кабельная и конденсаторная техника», «Гидроэнергетика».

Работать бакалавры смогут лишь на младших должностях, где требуется специалист с высшим образованием, имеющий общенаучную и общепрофессиональную подготовку. Даже студенты бакалавриата это понимают. Из 337 студентов выпускного курса Алматинского института энергетики и связи (АИЭС) на вопрос анкеты: «Считаете ли Вы, что знаний, навыков и умений, приобретенных за годы учебы, достаточно в качестве базы для построения карьеры?», утвердительно ответили лишь 111 человек или 33%, «нет» - 153 или 45,5% и «затруднились с ответом» - 73 человека или 21,5%. На вопрос: «Хотели бы Вы еще целых 1,5 года обучаться в магистратуре?» Ответы были следующими: «Нет. Пора работать» - 62 человека или 18,5%, «Только если по гранту» - 106 или 31,5%, «Буду учиться даже платно» - 20 или 6%, «Буду учиться при разумных ценах и уверенности в качестве магистерской подготовки» - 149 или 44% (анкетирование проведено в апреле 2008 года среди 750 студентов выпускного курса бакалавриата АИЭС, 337 (45%) из которых ответили на все вопросы анкеты и взяты для анализа).

В силу широкопрофильной подготовки и сокращенных сроков обучения бакалавры по уровню специальной подготовки уступают дипломированным инженерам (4 года против 5 лет для инженеров).

Глубокими специальными знаниями бакалавр не обладает и для работы в конкретной должности, по конкретной специальности и на конкретном рабочем месте в соответствии с запросами предприятия-заказчика он должен пройти дополнительное обучение.

Учет требований заказчиков кадров может быть достигнут при дальнейшем

обучении бакалавров в профильной магистратуре (1,5 года) по более узким направлениям, нацеленным на конкретное технологическое производство (т.е. по одной из специализаций специальностей). Таким образом, образовательная программа профильной магистратуры по содержанию приближается к образовательным программам подготовки дипломированных инженеров и имеет своей целью подготовку специалистов для практической профессиональной деятельности в различных отраслях экономики.

Если на подготовку бакалавров государством выделяются государственные гранты, хотя и совершенно незначительные для потребностей энергетики Казахстана, то на профильную магистратуру, первый набор которой предполагается с 1 сентября 2008 года государством предполагается выделить госзаказ на все специальности, включая энергетические, в объеме 1250 человек, что составляет около одного (!) процента от выпускников бакалавриата республики. Т.е. бакалавры в этом году могут продолжить обучение в профильной магистратуре только за свои деньги или деньги предприятий-заказчиков.

Выход из сложившегося положения видится в увеличении количества выделяемых государством грантов на специальности энергетического профиля бакалавриата, выделения госзаказа для профильной магистратуры, а, во-вторых, обучении в бакалавриате и профильной магистратуре по договорам предприятий-заказчиков кадров. Последнее особенно актуально еще и потому, что несколько лет назад Правительство Казахстана отменило распределение молодых специалистов, поставив на утрату соответствующее свое постановление, как противоречащее правам человека,

после подписания Казахстаном международных актов о правах человека.

В этих условиях выпускники вузов, обучавшиеся за счет государства, не подлежат распределению и находят себе работу по специальности в любой отрасли экономики, кроме энергетики. Это и понятно – энергетики нужны практически везде и платят им значительно больше, чем на электростанциях и в РЭК-ах.

Комплектование предприятий энергетики высокопрофессиональными инженерными кадрами является важнейшим условием обеспечения энергетической безопасности страны.

Эксплуатация устаревшего оборудования энергетических предприятий с соблюдением технологических и экологических нормативов, развитие и внедрение в энергетику новых энергоэффективных и экологически чистых (особенно энергоугольных) технологий невозможны без проведения фундаментальных и прикладных научных исследований. Вместе с тем, последние 5-7 лет в государственной тематике Министерства образования и науки Республики Казахстан вообще отсутствует отрасль науки «Энергетика» и, соответственно на научные исследования как фундаментального, так и прикладного характера по темам электро- и теплоэнергетики не выделяется государственных средств. Однако, ученые в Казахстане, занимающиеся самыми различными проблемами энергетики, есть, и их потенциал в обеспечение энергетической безопасности республики будет тем больше, чем больше будет государство выделять средств на эти исследования.

Научно-техническое обеспечение энергетической отрасли должно быть внесено в число приоритетов научно-технического развития Республики Казахстан.

Практически во всех развитых государствах меры по энергосбережению являются приоритетной государственной политикой. Даже развивающиеся страны уделяют этому вопросу первостепенное внимание на государственном уровне. Сокращение объемов энергопотребления на 20% к 2010 году объявил Китай. Белоруссия утвердила государственную программу энергосбережения на 2006-2010 годы стоимостью 4,675 млрд.долларов США, в результате реализации которой энергоёмкость ВВП снизится на 26-30 процентов. В России в период 2003-2005 годов в рамках Программы «Энергоэффективная экономика» уже достигнута экономия топлива в объеме около 120 млн.т.у.т.

Стратегия снижения удельной энергоёмкости производств, в основном, должна предусматривать структурную трансформацию ВВП в направлении повышения доли малоэнергоёмких, высокотехнологичных производств.

В Казахстане удельная энергоёмкость внутреннего валового продукта превосходит в 2-4 раза, чем в ведущих развитых странах. Одна из причин – электроэнергия и другие энергоносители неразумно дешевы и, экономить их не выгодно. А вторая – отсутствие всякого финансирования на научные и опытно-конструкторские работы по этой проблеме. Нужна государственная поддержка в виде финансирования НИР и ОКР, разработка нового закона «Об энергосбережении», разработка и выполнение каждым предприятием своей Программы энергосбережения, а также подобные отраслевые программы, развитие энергоаудита и энергоконсалтинга, ведение мониторинга энергосбережения.

Без финансирования науки ждать результатов не стоит – чуда не произойдет.

УДК 621.175.3.001

ПОВЕДЕНИЕ ПЛЕНКООБРАЗУЮЩИХ ПОЛИАМИНОВ НА ТЕПЛОПЕРЕДАЮЩИХ ПОВЕРХНОСТЯХ КОТЕЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ

Карпов Дмитрий Павлович – Директор ТЭЦ-3 АО «Алматинские Электрические Станции», г.Алматы

Календарёв Рахим Нихатович – канд. техн. наук, доцент, научный руководитель Центра «Водные технологии и водно-химические режимы Алматинского института энергетики и связи», г.Алматы

Орлова Раиса Михайловна – химик-технолог ТОО «Молдир Су Групп», г.Алматы

Ситникова Елена Борисовна – аспирант Алматинского института энергетики и связи, г.Алматы

Запорожская Наталья Витальевна – инженер Центра «Водные технологии и водно-химические режимы Алматинского института энергетики и связи», г.Алматы

Барабанды қазанагрегаттарының қазандық және көректендіргіш суын түзетін өңдейтін баламалы реагенттерін пайдалану тәжірибесі қарастырылған. Алынған нәтижелердің дәстүрлі режіммен салыстыруының талдауы жүргізілген.

Рассмотрен опыт применения альтернативных реагентов коррекционной обработки котловой и питательной воды барабанных котлоагрегатов. Проведен анализ полученных результатов в сравнении с традиционным режимом.

Experience of application of alternative reagents of correctional processing boiler and feed water drum-boiler unit is considered. The analysis of the received results in comparison with a traditional mode is carried out.

Существующие методы водоподготовки обеспечивают достаточно полную очистку добавочной воды от примесей /1/. Однако, практически всегда присутствующие присосы охлаждающей воды, являются одним из путей попадания примесей в тракт пароводяных систем. Кроме того, термодинамическая неустойчивость системы металл-вода приводит к тому, что конструкционные материалы при соприкосновении с водой или паром переходят в более устойчивое состояние различных окислов. Учитывая нерасчет-

ный режим работы деаэраторов, основными примесями котловых и питательных вод становятся не соли, а продукты коррозии конструкционных материалов, в основном оксиды железа и меди.

Традиционный водно-химический режим с применением фосфатов, аммиака и гидразина имеет ряд существенных недостатков: необходимость введения нескольких реагентов, что создает сложность эксплуатации и содержания большого реагентного хозяйства, гидразин является сильным канцерогеном, недо-

статочная эффективность. Перечисленные недостатки и обусловили поиск новых реагентов коррекционной обработки котловой и питательной воды барабанных котлоагрегатов.

Широкое распространение не только в странах Запада, но уже и в Казахстане, получили реагенты, представляющие собой смеси в различных соотношениях моно и полиамины различной степени летучести и поликарбоксилаты, получившие общее название пленкообразующие полиамины. Полиамины, обладая эффектом поверхностно-активных веществ, образуют на металлических поверхностях оборудования защитную гидрофобную пленку, препятствующую контакту металла с агрессивной средой. Помимо антикоррозионного действия, защитная пленка препятствует нарастанию кристаллов накипеобразователей на поверхности металла. Поликарбоксилаты, как натриевые соли, вследствие гидролиза приводят к подщелачиванию водной и паровой среды, а в качестве полиэлектролитов, как слабые ионообменники, обладают большим взаимодействием с двух- и трехвалентными катионами, в результате чего образуются более стабильные соли кальция и железа, удаляемые с продувкой. Обладая диспергирующими

свойствами, пленкообразующие амины способны разрушать уже имеющиеся отложения. Высокая стабильность аминов к воздействию давления и температур (550-6000С) и способность переходить в парообразное состояние без разложения обеспечивают возможность защиты от коррозии не только поверхностей нагрева контура котлоагрегатов, но и пароперегревателя, проточной части турбины, как в режиме стационарной работы, так и при простоях оборудования.

С 14.10.03 г. водно-химический режим котлоагрегатов АлЭС ТЭЦ-3 переведен с традиционного гидразинно-фосфатно-аммиачного режима на режим с применением пленкообразующих полиаминов, при этом ввод фосфатов и гидразина был исключен. Целью изменения водно-химического режима была консервация всего пароводяного тракта на ходу, учитывая ежегодные летние простои ТЭЦ-3, а также сопровождающая отмывка поверхностей нагрева. При внедрении нового режима ввод полиаминов осуществлялся по линии ввода гидразина на всас питательных насосов. Однако существующая дозирующая установка не позволяла регулировать концентрацию полиаминов пропорционально расходу добавочной воды и не обеспечивала на-

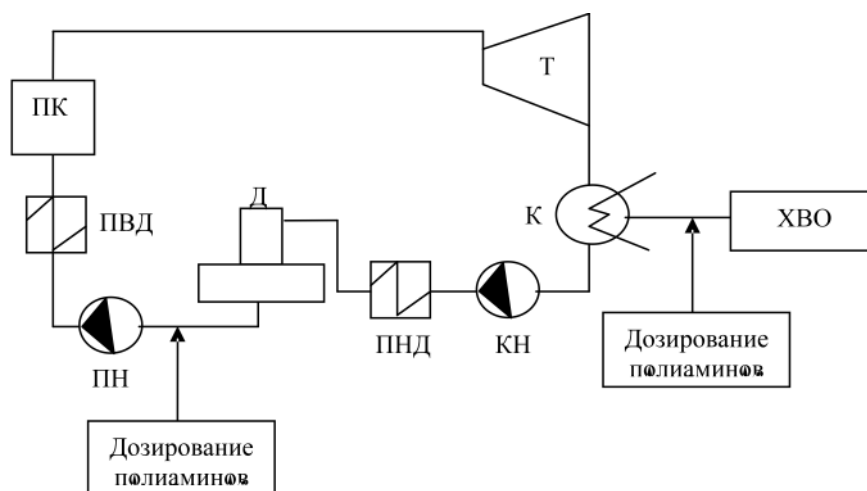


Рисунок 1 - Принципиальная тепловая схема с указанием точек ввода полиаминов

дежного и точного дозирования. Поэтому было принято решение о смене точки ввода, переходе на дозирование в химобессоленную воду и монтаже нового узла дозирования с плавным регулированием расхода рабочего раствора полиаминов в зависимости от расхода обессоленной воды. Принципиальная тепловая схема с указанием точек ввода аминов приведена на рисунке 1.

Наладка режима с применением полиаминов проводилась при постоянном дозировании аммиака. При повышении параметров водно-химического режима проводились периодические продувки по нижним точкам, увеличивался размер непрерывной продувки [2], а также снижалась концентрация полиаминов по тракту. В последующем, дозирование аммиака проводилось периодически, при снижении величины рН питательной воды. Перед остановом в летний простой, первые два года применения полиаминов, проводилась дополнительная консервация поверхностей нагрева. При пуске станции дозирование полиаминов в обессоленную воду осуществлялось

с концентрацией 8 - 10 мг/л и после появления полиаминов по тракту концентрация снижалась до 6 мг/кг. После относительной стабилизации параметров водно-химического режима концентрация полиаминов по пароводяному тракту поддерживалась в диапазоне 2 – 4 мг/кг. Повышение общей жесткости котловой воды за указанное время в среднем достигало 10 – 20 мкг-экв/кг. Концентрация меди в питательной воде в среднем по всем котлоагрегатам изменялась от 3 до 25 мкг/кг, в конденсате в среднем составляла 25 – 50 мкг/кг. Содержание железа в питательной воде достигало 70 мкг/кг, в конденсате в среднем до 60 мкг/кг. За время эксплуатации режима с применением пленкообразующих полиаминов при периодическом дозировании аммиака регулярно отмечалось снижение величины рН питательной воды до 8,5 – 8,7.

На сегодняшний день станция работает круглогодично и достаточно высокая эффективность режима с применением пленкообразующих полиаминов позволила продолжить его эксплуатацию. С 07.09.07 г. был рекомендован переход на

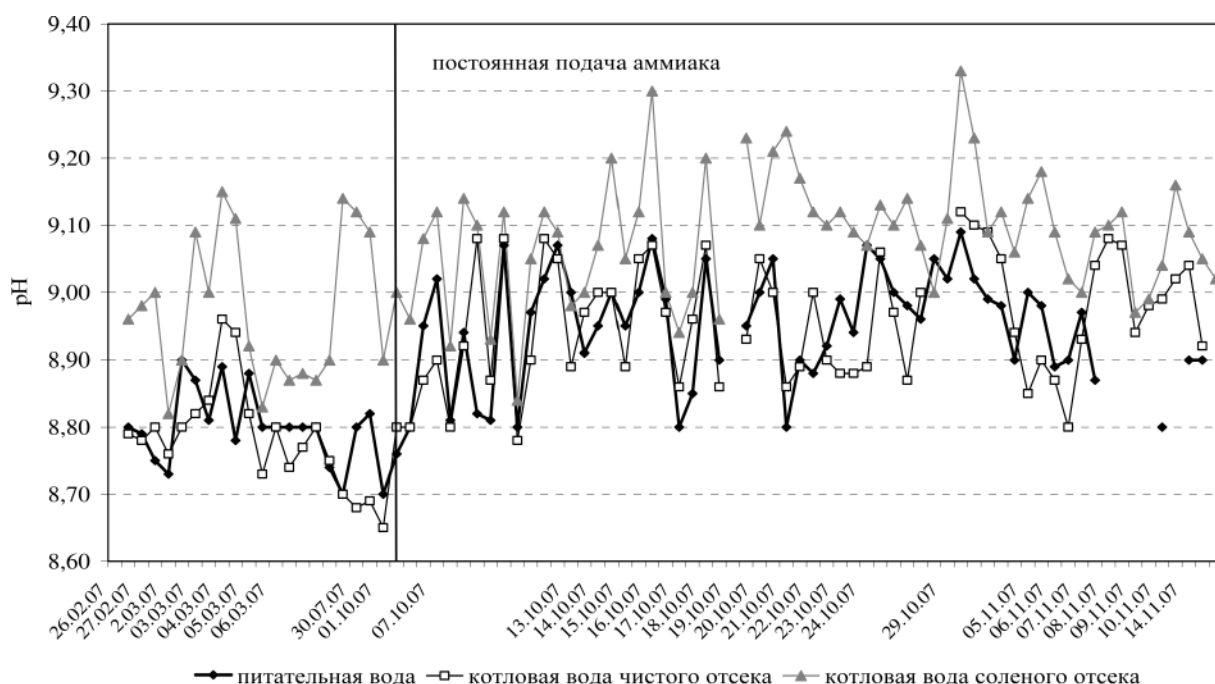


Рисунок 2 – Сравнение стабильности величины рН питательной воды на примере котлоагрегата ст. №1

постоянное дозирование аммиака в количестве 50 – 100 мкг/кг в обессоленную воду. Сравнение стабильности величины рН питательной воды приведено на рисунке 2 на примере котлоагрегата ст.№1.

При постоянной дозировке аммиака, изменение величины рН питательной воды происходило уже в диапазоне 8,91 – 9,07 с периодическим снижением

до величины 8,8. Также, после перехода на постоянное дозирование аммиака, наблюдается снижение концентрации железа в питательной воде всех котлоагрегатов. Изменение концентрации железа в сырой, обессоленной и питательной воде котлоагрегатов показано на рисунке 3.

Концентрация меди в питательной воде за указанный период изменялась в

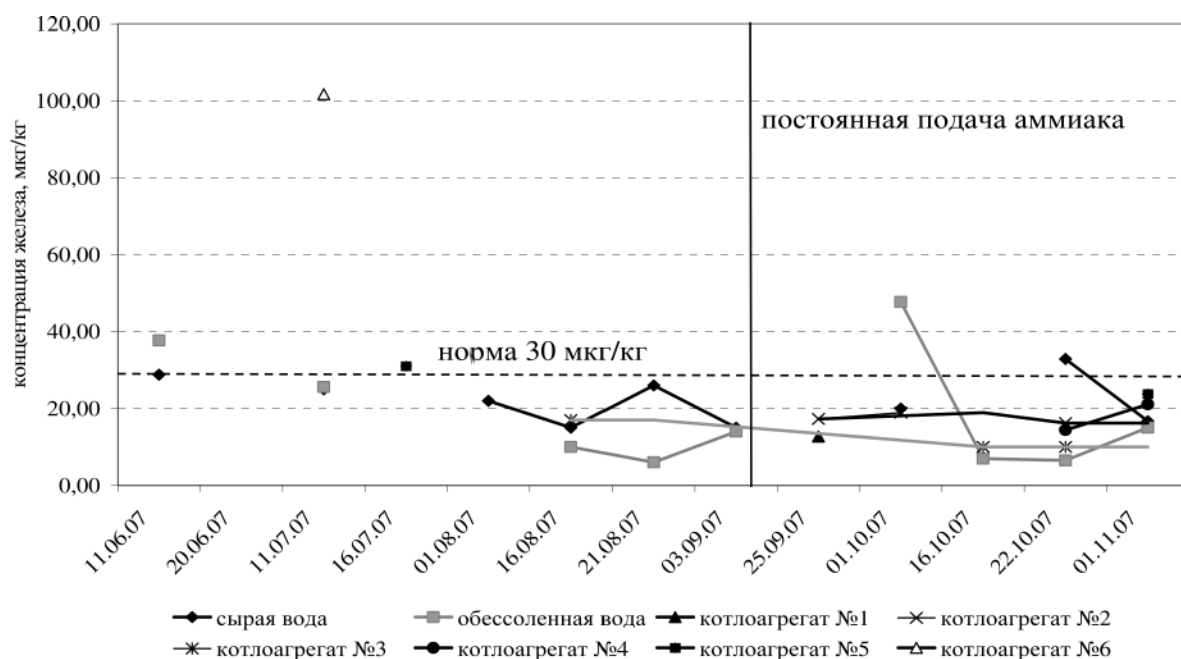


Рисунок 3 - Изменение концентрации железа в сырой, обессоленной и питательной воде котлоагрегатов.

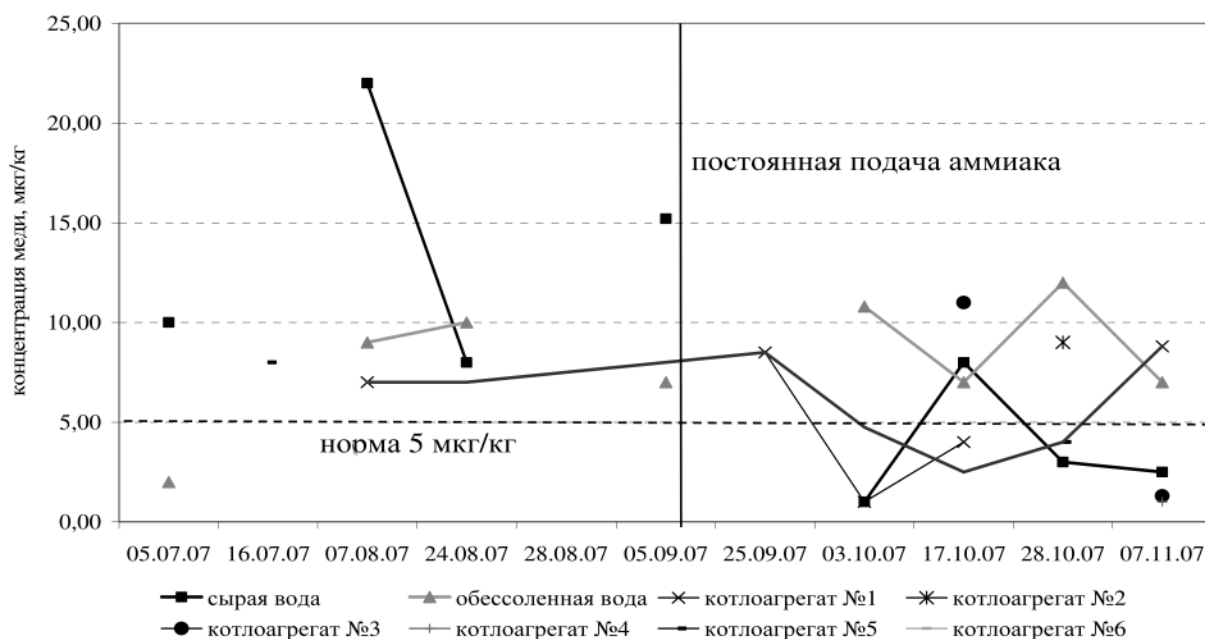


Рисунок 4 - Изменение концентрации меди в сырой, обессоленной и питательной воде котлоагрегатов.

пределах от 1 до 11 мкг/кг. До перехода на постоянное дозирование аммиака, концентрация меди в питательной воде превышала нормируемое значение и составляла в среднем 8 мкг/кг, однако после наблюдается общая тенденция снижения концентраций до нормативного значения и ниже. Изменение концентрации меди в сырой, обессоленной и питательной воде котлоагрегатов приведено на рисунке 4.

При наладке режима с применением аминов, для поддержания показателей качества теплоносителя в нормируемых диапазонах или незначительно выше [3], увеличивался размер непрерывной продувки. На сегодняшний день, несмотря на стабилизацию показателей качества, величина непрерывной продувки сохраняется повышенной в среднем 2 – 3 т/час, что составляет 1,25 – 1,87 % при нагрузке 160 т/час.

В 2007 г. максимальная величина удельной загрязненности по огневой стороне составила 0,0463 г/см² и зафиксиро-

вана на КА ст. № 1, контур 11, труба 18, отметка 18, по тыльной стороне – 0,0216 г/см² на КА ст. № 2, контур 7, труба 1, отметка 12. Средняя удельная загрязненность экранных труб по огневой стороне за 2007 г., по сравнению с данными до внедрения режима с применением пленкообразующих полиаминов, уменьшилась с 0,0382 до 0,025 г/см² (на 0,0132 г/см²), по тыльной стороне с 0,0238 до 0,012 г/см² (на 0,0118 г/см²). На рисунке 5 представлено изменение средней удельной загрязненности котлоагрегатов до и после применения полиаминов.

Анализ повреждаемости поверхностей нагрева, проведенный на основании данных лаборатории металлов, показал, что основными причинами повреждений являются: низкие прочностные свойства металла; длительный перегрев, вызванный нарушениями работы котла; утонение толщин стенки вследствие абразивного износа.

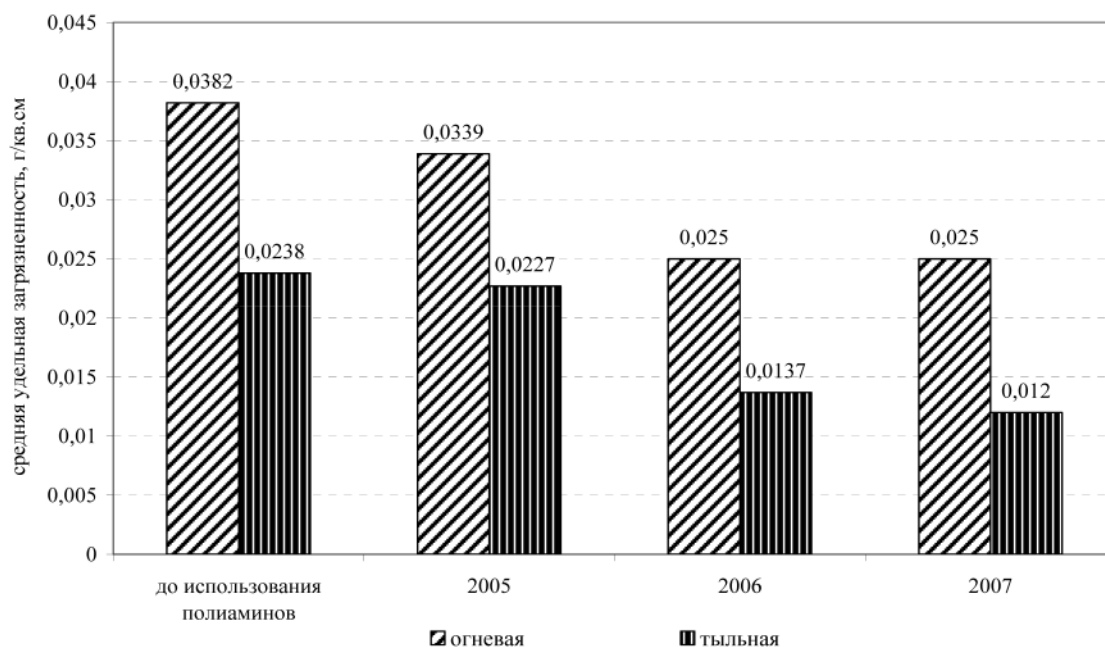


Рисунок 5 - Изменение средней удельной загрязненности котлоагрегатов до и после применения полиаминов.

Выводы

Результатом внедрения водно-химического режима с применением пленкообразующих полиаминов на АлЭС ТЭЦ-3 явилось снижение удельной загрязненности поверхностей нагрева в среднем на 0,0132 г/см² по огневой стороне и на 0,0118 г/см² по тыльной стороне без проведения традиционных химических промывок. Кроме того, новый режим позволил отказаться от проведения традиционных консерваций с использованием канцерогена гидразина - наработка защитной пленки происходила «на ходу». Однако поддержание параметров водно-химического режима в пределах нормируемых значений требует повышенного размера непрерывной продувки, происходящего по нашему мнению из-за загрязненности поверхностей нагрева. Даль-

нейшее продолжение исследовательских работ на АлЭС ТЭЦ-3 предполагает проведение испытаний по оптимизации водно-химического режима в соответствии с показателями качества теплоносителя и состоянием поверхностей нагрева котельных агрегатов.

Литература

Кострикин Ю.М., Мещерский Н.А., Коровина О.В. Водоподготовка и водный энергообъектов низкого и среднего давления. - М.: Энергоатомиздат, 1990-251 с.

О.И. Мартынова, Л.М. Живилова, Б.С. Рогацкин, Н.П. Субботина Химический контроль на тепловых и атомных электростанциях. - М.: Энергия, 1980. – 319 с.

Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Республики Казахстан. 1 – е издание, 2002 – 222 с.

МЕТОДИКА РАСЧЕТА И ЛИНЕЙНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

Пак Михаил Инович – студент Московского государственного университета им. Н.Э. Баумана, г. Москва

Ем Татьяна Михайловна – инженер Алматинского института энергетики и связи, г. Алматы

Пак Михаил Иванович – канд. техн. наук, профессор, кафедры теплоэнергетических установок Алматинского института энергетики и связи, г. Алматы

Тексеру және жобалау есептеулеріне арналған жарамды жылу тораптарының гидравликалық режимдерін есептеудің және сызықтық электрлік үлгілеудің жаңа әдістемесі ұсынылады.

Предлагается новая методика расчета и линейного электрического моделирования гидравлических режимов тепловых сетей, пригодная для поверочных и проектных расчетов.

The new principle of calculation and linear electric modeling of hydraulic modes of the centralized heating supply systems, suitable for verifying and projects calculations is offered.

Система уравнений и поверочный гидравлический расчет

Рассмотрим течение ньютоновской жидкости в линейной многокольцевой трубопроводной системе [1,2]. Предположим, что потери напора в прямых трубопроводах и на местных сопротивлениях подчиняются формуле Д'Арси, и коэффициент трения λ в формуле не зависит от числа Рейнольдса Re (квадратичная область течения). В трубопроводную систему включены насосы, суммарная характеристика которых в интервале максимального $V_{\max}$ и минимального расхода $V_{\min}$ в оптимальном режиме аппроксимирована параболической зависимостью вида $H_0 - S_0 V^2$. Топология трубопроводной системы и обозначения гидравли-

ческих сопротивлений S и расходов приведены на рисунке 1.

Замкнутые контуры обхода, содержащие характеристики насосов, назовем внешними, остальные – внутренними. Данная система содержит $2k$ узлов, k внутренних контуров и $k+1$ внешних контуров. При постоянном расходе жидкости в системе задача поверочного гидравлического расчета режимов течения сводится к определению $k+1$ неизвестных объемных расходов $V_{j,0}$ ($j = 1, 2, \dots, k$) и $V_{j,1}$ ($j = 1, 2, \dots, k+1$). При этом можно получить k уравнений баланса расходов в узлах в виде:

$$V_{j,1} - V_{j+1,1} - V_{j,0} = 0 \quad (1)$$

Поскольку суммарное сопротивление последовательно соединенных гидравли-

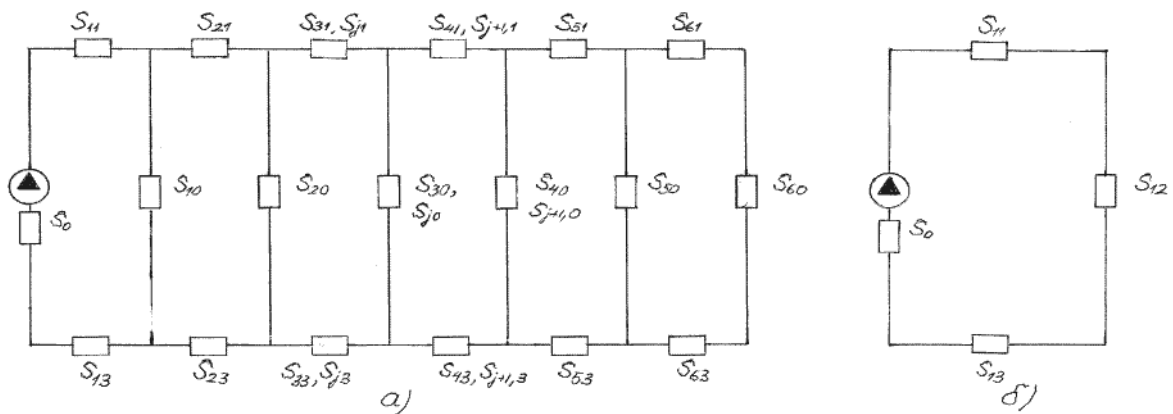


Рисунок 1 – Топология а) и эквивалентная схема б) тепловой сети

ческих сопротивлений и потери напора в контуре обладают свойством аддитивности, то можно получить вторую систему уравнений гидравлического расчета для данной системы в виде

$$H_0 - S_0 V_{11}^2 = \sum S_{j,i} V_{j,i}^2. \quad (2)$$

Здесь и в формуле (1) приняты обозначения: $S_{j,i}$, $V_{j,i}$ - гидравлические сопротивления i – того элемента j – того контура и расходы, проходящие через них.

Линейная многокольцевая трубопроводная может быть сведена к эквивалентной однокольцевой системе путем последовательного определения начиная, с конечного внутреннего кольца, эквивалентного сопротивления контура по формулам [3]:

$$S_{j,2} = \frac{S_{j+1} + S_{j,0}}{(\sqrt{S_{j+1}} + \sqrt{S_{j,0}})^2}, \quad (3)$$

$$S_j = \sum S_{j,i}, j = 1, \dots, k, \quad (4)$$

т.к. проводимость $\sigma = 1/\sqrt{S}$ двух параллельно включенных сопротивлений равна сумме проводимостей каждого сопротивления.

Используя уравнение (2) для контура $j = 1$ можно найти расход V_{11} . Для на-

хождения остальных расходов в системе нужно определить взаимосвязь расходов $V_{j,0}$, $V_{j+1,1}$ с расходом $V_{j,1}$. Эту задачу можно решить двумя путями:

а) можно определить по (3) эквивалентное сопротивление контуров, оставшихся до конечного контура $S_{j+1,2}$ и $S_{j,2}$, затем по (4) найти S_{j+1} и используя очевидное соотношение

$$S_{j,2} * V_{j,1}^2 = S_{j,0} * V_{j,0}^2 = S_{j+1} * V_{j+1,1}^2, \quad (5)$$

$$V_{j,0} = \sqrt{S_{j,2} / S_{j,0}} V_{j,1}, \quad (6)$$

найти искомые формулы связи

$$V_{j+1,1} = \sqrt{S_{j,2} / S_{j+1}} V_{j,1}; \quad (7)$$

б) можно по соотношениям (1), (5) для каждого внутреннего контура получить квадратные уравнений относительно $V_{j,0}$, $V_{j+1,1}$ и из выражений положительного корня уравнения найти соотношения (6) и (7). Поскольку V_{11} определено по соотношению (2) для эквивалентного контура, то находим остальные потоки.

2. Проектный гидравлический расчет

Система уравнений (2), (6), (7) позволяет решить задачу проектного гидравлического расчета линейных многокольцевых трубопроводных систем: по

заданным расходам жидкости в контурах найти гидравлические сопротивления участков системы и определить характеристики насосной станции.

Расчет производится начиная с k – ого узла: из (5) получаем

$$S_{k+1} \cdot V_{k+1}^2 = S_{k,0} V_{k,0}^2, \quad (8)$$

$$S_{k+1} = S_{k,0} \frac{V_{k,0}^2}{V_{k+1}^2},$$

т.к. $V_{k+1} = V_{k+1,1}$ и $S_{k+1} = \sum S_{k+1,i}$, для j – ого узла по соотношениям (3), (4) получим

$$S_{j+1} = S_{j,0} \frac{V_{j,0}^2}{V_{j+1,1}^2}. \quad (9)$$

Значение одной из этих величин можно выбрать на основе технико – экономических расчетов. Из (4), (9) видно, что при определенном выборе $S_{j+1,0}$ можно определить сумму оставшихся сопротивлений.

В практике проектирования тепловых сетей производится начальная гидравлическая регулировка сети по так называемой «горизонтальной дорожке» Чистовича:

$$\varphi_j S_{j,0} V_{j,0}^2 = \Delta H, \quad (10)$$

где ΔH – располагаемый напор на вводе потребителей, принимаемый постоянным для всех узлов, поскольку диаметры подающего и обратного трубопроводов выбираются одинаковыми на $j, j+1$ участке сети, то $S_{j+1,1} = S_{j+1,3}$, т.е. (4), (8) и (10) однозначно определяют гидравлическое сопротивление элементов системы.

Значения φ_j можно определить по пьезометрическому графику тепловой сети:

$$\varphi_j = \frac{\Delta H}{H_j}, \quad (11)$$

где H_j – располагаемый напор в точке присоединения потребителя к тепловой сети.

Отсюда

$$S_{j,0} = \frac{\Delta H}{\varphi_j V_{j,0}^2}. \quad (12)$$

Таким образом для проведения проектного и поверочного гидравлических расчетов линейных многокольцевых трубопроводных систем нужно использовать систему уравнений в виде (1), (2) или (2), (6), (7). Использование системы уравнений (2), (6), (7) рациональнее, т.к. избавляет от необходимости решения k квадратных уравнений для всех внутренних контуров, тем самым упрощает задачу создания компьютерной программы расчета или линейного электрического моделирования.

Рассмотрим случай, когда расход жидкости в трубопроводной системе не остается постоянной: к каждому узлу в подающей линии присоединены потребители жидкости с расходом $V_{j,h}$, но расходы $V_{j,0}$ остаются такими же, как в случае без водоразбора в системе. В этом случае

$$V_{j,1}^h = V_{j,1} + \sum_{h=1}^{k+1} V_{j,h} \quad (13)$$

Для сохранения $V_{j,0}$ необходимо, чтобы выполнялись условия

$$S_{j,1}^h \cdot (V_{j,1}^h)^2 = S_{j,1} V_{j,1}^2$$

Отсюда гидравлические сопротивления на участках подающей линии найдутся по соотношению

$$S_{j,1}^h = S_{j,1} \frac{V_{j,1}^2}{(V_{j,1}^h)^2}, \quad (14)$$

где $S_{j,1}$ гидравлические сопротивления участков сети при постоянном расходе в системе.

График падения напоров в подающей линии в системе в целом не изменится, если характеристики насосов в оптимальном режиме будут удовлетворять условию, которое вытекает из (2):

$$H_0^h + S_0^h (V_{11}^h)^2 = H_0 - S_0 V_{11}^2 \quad (15)$$

Проектные расчеты гидравлических режимов при переменном $V_{j,h}$ и одинаковых диаметрах трубопроводов подающей и обратной линии требуют отдельного исследования.

3. Линейное электрическое моделирования гидравлических режимов

Токораспределение в разветленных электрических цепях постоянного тока подчиняются системе уравнений Кирхгофа. Составим электрическую цепь

по топологии трубопроводной системы, изображенной на рисунке 1. Линейная многокольцевая электрическая цепь и принятые обозначения сопротивлений и токов приведены на рисунке 2.

Система уравнений Кирхгофа в принятых обозначениях приобретает вид:

$$I_{j,1} = I_{j,0} + I_{j+1,1}, \quad (16)$$

$$E - R_0 I_{11} = \sum R_{j,i} I_{j,i} \quad (17)$$

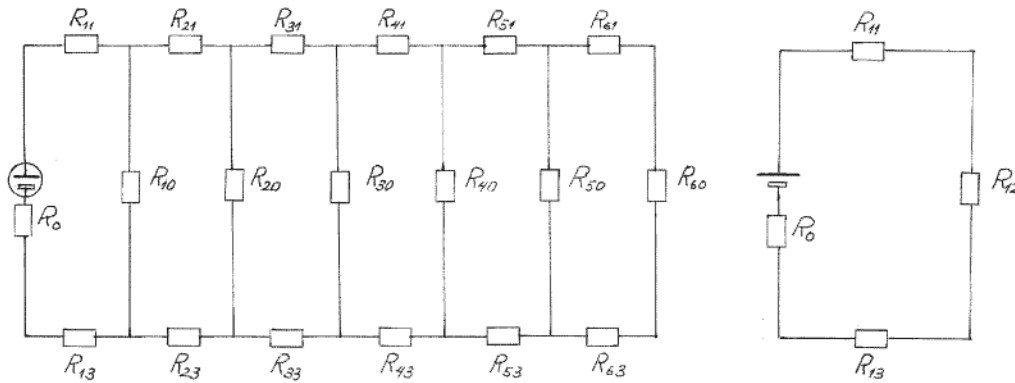


Рисунок 2 – Схема линейного электрического моделирования гидравлического режима тепловой сети

При параллельном соединении сопротивлений складываются их проводимости $\sigma = \frac{1}{R}$ так, что

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}.$$

Линейная многокольцевая электрическая цепь может сведена к эквивалентной однокольцевой цепи путем последовательных преобразований, начиная с k контура

$$R_{j,2} = \frac{R_{j+1} * R_{j,0}}{R_{j+1} + R_{j,0}}, \quad R_j = \sum R_{j,i} \quad (18)$$

Для любого j – ого узла можно записать

$$R_{j,2} I_{j,1} = R_{j,0} * I_{j,0} = R_{j+1} I_{j+1,1} \quad (19)$$

Отсюда

$$I_{j,0} = I_{j,1} \frac{R_{j,2}}{R_{j,0}} = \frac{R_{j+1}}{R_{j,0} + R_{j+1}} I_{j,1} \quad (20)$$

$$I_{j+1,1} = I_{j,1} \frac{R_{j,2}}{R_{j+1}} = \frac{R_{j,0}}{R_{j,0} + R_{j+1}} I_{j,1} \quad (21)$$

Система уравнений (17), (20) и (21) достаточны для определения токораспределения при заданных E , R_0 , $R_{j,0}$, $R_{j,1}$ и $R_{j,3}$.

Система уравнений, описывающая аналогичные процессы, при замене переменных на аналогичные должна быть одинакова во всем, кроме численных значений комбинаций коэффициентов аналогии.

Можно найти два возможных варианта выбора функциональной связи характеристик гидравлической и электрической цепи, при которых потокарас-

пределение и токораспределение в этих цепях будут аналогичны:

$$1. \text{ Выберем } R = aS, \sqrt{I} = bV; E = cH_0, \quad (22)$$

где E – ЭДС электрической системы, a, b, c – коэффициенты аналогии.

Подставив аналогичные величины (22) в уравнение (2), получим:

$$\frac{ab^2}{c} E - R_0 I_{11} = \sum R_{j,i} I_{j,i}, \quad (23)$$

что совпадает с уравнением (17) кроме комбинаций коэффициентов аналогий. Это означает, что по токораспределение в гидравлической сети можно определить по токораспределению в аналогичной электрической сети, аналогом потери напора является напряжение (разность потенциалов) на аналогичном участке электрической цепи.

2. Выберем

$$R = a\sqrt{S}, I = bV; E = c\sqrt{H_0}, \quad (24)$$

Подставив значения по (26) в уравнение (2), получим

$$\frac{a^2 b^2}{c^2} E^2 - (R_0 I)^2 = \sum (R_{j,i} I_{j,i})^2, \quad (25)$$

то есть, если по параметрам гидравлической сети выбрать по (24) параметры электрической цепи, то уравнение (25) будет аналогично уравнению (2), и аналогом потери напора в гидравлической сети служит квадрат напряжения на участках электрической цепи. В соотношениях (23), (24), (25) комплекс коэффициентов аналогии должен удовлетворять условию: то есть два коэффициента могут выбираться независимо (произвольно), выбор третьего коэффициента должен удовлетворять предыдущему условию.

При определении величины сопротивления участков в аналогичной элект-

рической цепи по топологии и величине гидравлических сопротивлений возникают значительные трудности, связанные с тем, что общее сопротивление двух параллельных сопротивлений в гидравлической сети определяются по соотношению (3), а в электрической цепи по соотношению (18). Очевидно, что получить общее решение или рекомендаций для двух вариантов моделирования невозможно [4,5].

Рассмотрим вариант 1.

Потребуем, чтобы гидравлические S и электрические R сопротивления всех аналогичных элементов, участков и эквивалентных систем были связаны соотношением $R = aS$. Из следующих выражений

$$S_j = S_{j,1} + \frac{S_{j+1} * S_{j,0}}{(\sqrt{S_{j+1}} + \sqrt{S_{j,0}})^2} + S_{j,3},$$

$$R_j = R_{j+1} + \frac{R_{j+1} * R_{j,0}}{R_{j+1} + R_{j,0}} \gamma_j + R_{j,3}$$

можно получить

$$\gamma_j = \frac{S_{j+1} + S_{j,0}}{(\sqrt{S_{j+1}} + \sqrt{S_{j,0}})^2}, \quad (26)$$

и в этом случае $R_j = aS_j$. Поскольку $\gamma < 1$, то в электрической цепи сопротивление $R_{j,0}$ должно шунтироваться резистором R_γ (рис.2), величина которого определяется соотношением

$$R_\gamma = \frac{R_{j+1} * R_{j,0}}{R_{j+1} + R_{j,0}} \frac{\gamma_j}{1 - \gamma_j}. \quad (27)$$

В варианте 2 при выборе аналогичных величин должно удовлетворяться соотношение

$$\sqrt{S_{j,1} + S_{j,2} + S_{j,3}} = \beta(\sqrt{S_{j,1}} + \sqrt{S_{j,3}}) + \sqrt{S_{j,2}}, \quad (28)$$

где $S_{j,12}$ находится по соотношению (3). Отсюда

$$\beta_j = \frac{\sqrt{S_j} - \sqrt{S_{j,2}}}{\sqrt{S_{j,1}} + \sqrt{S_{j,3}}} \quad (29)$$

Таблица 1 - Результаты расчетов расходов, потерь напоров и электрического моделирования

Формулы расчета	V_{11}	V_{10}	V_{21}	V_{20}	V_{30}	V_{31}	V_{41}	V_{40}	V_{50}	V_{51}	V_{61}	V_{60}
(2), (6), (7)	7	266268	4,3732	1,8046	2,5686	1,0676	1,5010	0,6325	0,8685	0,4530	0,4155	064155
(20), (21), (22)	7	2,6267	4,3733	1,8047	2,5686	1,0677	1,5010	0,6324	0,8685	0,4530	0,4155	
(20), (21), (24)	7	2,6268	4,3732	1,8046	2,5686	1,0676	1,5009	0,6324	0,8685	0,4530	0,4155	
	ΔH_{11}	ΔH_{10}	ΔH_{21}	ΔH_{20}	ΔH_{31}	ΔH_{30}	ΔH_{41}	ΔH_{40}	ΔH_{51}	ΔH_{50}	ΔH_{61}	ΔH_{60}
(2), (6), (7)	10045	13110	411,85	4884,87	1530,67	1823,63	551,98	720,10	185,56	348,85	36,25	276,22
(20), (21), (22)	10045	13109	4112	4885,3	1530,7	1823,87	551,96	719,4	185,57	348,82	36,26	
(20), (21), (24)	10045	13110	411,85	4884,87	1530,67	1823,63	551,91	720,10	185,56	348,85	36,25	
	γ_1		γ_2		γ_3		γ_4		γ_5			
(26)	0,53113		0,51526		0,51423		0,51237		0,50093			
	β_1		β_2		β_3		β_4		β_5			
(29)	0,29799		0,34784		0,34745		0,34745		0,29933			

Поскольку $\beta < 1$, то сопротивление $R_{j,1}$ и $R_{j,3}$ должны быть шунтированы сопротивлениями R_β так, что

$$R_{\beta 1} = R_{j,1} \frac{\beta_j}{1 - \beta_j} \text{ и } R_{\beta 3} = R_{j,3} \frac{\beta_j}{1 - \beta_j} . \quad (30)$$

При определении токораспределения в электрической цепи, потери напора определяются из уравнений для внешних контуров электрической цепи, в которых нужно принимать, что $R_{j,1}$ находится по значению $S_{j,1}$ соответственно по соотношениям (22), (24).

Предлагаемая методика расчета и электрического моделирования гидравлических режимов линейных многокольцевых трубопроводных систем может, с успехом использована в переходной области течения ньютоновской жидкости, а также при течении неньютоновских жидкостей, если с необходимой точностью падение напоров и характеристики питателей можно представить величинами, пропорциональной V^n , где $1 < n < 2$.

В таблице 1 представлены результаты расчетов гидравлических характеристик течения жидкости в системе, изображенной на рисунке 1, при следующих исходных данных (гидравлические величины приведены в условных единицах, электрические – в системе СИ):

$$\begin{aligned} S_{1,1} = S_{1,3} = 205; S_{2,1} = S_{2,3} = 215; S_{3,1} = S_{3,3} = 232; S_{5,1} = S_{5,3} = 246; \\ S_{6,1} = S_{6,1} = 210; S_{1,0} = 1900; S_{2,0} = 1500; S_{3,0} = 1600; S_{4,0} = 1800; S_{5,0} = 1700; S_{6,0} = 1600. \\ H_0 = 3785,6; S_0 = 95. \end{aligned}$$

По данным таблицы 1 погрешность моделирования по определению расходов не превышает 0,0001 (0,016%) и по определению напоров – 0,7 (0,1%), что определяется погрешностью расчета.

Выводы:

1. Сформулирована замкнутая система уравнений для гидравлического расчета линейных многокольцевых трубопроводных систем в виде уравнений (2), (6), (7). Система уравнений позволяет проведение поверочных, проектных расчетов гидравлических режимов трубопроводных систем при постоянных и переменных расходах в системе.

2. Найдены условия электрического моделирования гидравлических режимов трубопроводных систем на линейных элементах электрической цепи постоянного тока.

Литература

1. Альтшуль А.Д. Гидравлические потери на трение в трубопроводах, М.-Л., Госэнергоиздат, 1963, 256 с.
2. Абрамов Н.Н. Теория и методика расчета систем подачи и распределения воды, М., Изд. Литературы по строительству, 1972, 287 с.
3. Чистович С.А. Автоматизация систем теплоснабжения и отопления, М.: Стройиздат, 1964, 180 с.
4. Зингер Н.М. Гидравлические и тепловые режимы теплофикационных систем. Изд. 2-е, М.: Энергия, 1986, 336 с.
5. Пак М.И., Пак И.М. Устройство для электрического моделирования трубопроводных систем, Патент Республики Казахстан, KZ (A) № 12041, кл. G 06 G 7/50, 2002.

УДК 636:631.3:621.3

ПРОБЛЕМЫ И СОСТОЯНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В КАЗАХСТАНЕ

**Мукажанов Владимир Николаевич – докт. техн. наук, профессор,
проректор по научной работе и международным связям Алматинского
института энергетики и связи, г.Алматы**

Мақалада Қазақстанның түрлі аймақтарының энергиямен жабдықтылуына талдау жүргізілді. Қайта жаңғыртылған энергия көздерін пайдалану мүмкіндіктері қарастырылған және оларды енгізуде кездесетін мәселелер көрсетілген.

В статье проведен анализ энергоснабжения различных регионов Казахстана. Рассмотрены возможности использования возобновляемых источников энергии и показаны существующие проблемы их внедрения.

The Analysis of energy supply in different regions of Kazakhstan were made in this article.

The Possibility of using Renewable sources of energy were considered and the current affairs of their introduction were showed.

Казахстан обладает огромным потенциалом возобновляемых источников энергии (ВИЭ), значительно превышающим запасы всех видов ископаемого топлива в энергетическом эквиваленте. Ресурсы возобновляемой энергии в виде гидроэнергии, энергии солнца и ветроэнергии, общий потенциал которых, за исключением крупных гидроэлектростанций, может составить порядка 6-7 млрд. кВт/ч в год.

В то же время при наличии крупных запасов традиционных энергетических ресурсов (0,5% от мировых балансовых запасов топлива, примерно 30 млрд. тон условного топлива) потребители отдельных районов Казахстана испытывают дефицит электроэнергии. По энергообеспеченности на душу населения, ряд областей республики (Акмолинская, Алматинская, Жамбылская, Западно-Казахстанская, Северо-Казахстанская и

Южно-Казахстанская) попадают в ряд районов, которые можно отнести к энергодефицитным (приходится менее 2 кВт/ч. в сутки на человека, тогда как в среднем по стране этот показатель в 5 раз выше). Это связано с тем, что размеры территории страны и ее географические особенности (пустынные земли отделяют северные территории от южных) вкуче с концентрацией угольных месторождений на севере, требуют крупных капиталовложений в систему линий электропередач со свойственными им высокими потерями и износом. Энергетическая отрасль нуждается в значительной реабилитации и обновлении для обеспечения надежности.

Общая установленная мощность электростанций составляет около 18,5 тысяч МВт. В структуре генерирующих мощностей тепловые электростанции составляют 15,42 ГВт, или 87% от общей

мощности, доля гидростанций – около 12%, другие – около 1%. Ежегодно в атмосферу выбрасывается более миллиона тонн (Г. Дорошин - Зеленая энергетика) вредных веществ и около 70 млн. тонн двуокси углерода (3 место в мире по отношению к ВВП 5,95кг/долл.). Приблизительно экономический ущерб от загрязнения окружающей среды угольной энергетикой составляет порядка 3,4 млрд. долл. США ежегодно.

Таблица 1

Годы	2003	2004	2005	2006	2007	2010	2015
Потребление электроэнергии, млрд.кВт/ч	62,10	63,95	67,50	71,92	76,5	83,00	97,00

Дефицит между производством (76 372,7) и потреблением электроэнергии (76 467) в 2007 году составил 95 млн. кВт/ч.

Существующие генерирующие мощности электростанций имеют значительный срок эксплуатации (25 и более лет) и нуждаются в обновлении. Так, из 18,5 ГВт общей генерирующей мощности, располагаемая мощность составляет около 14 ГВт, что значительно снижает возможности по генерации электроэнергии. В соответствии с Программой развития единой электроэнергетической системы страны на период до 2010 г. с перспективой до 2015 г. для покрытия потребностей в электроэнергии необходимо заменить основное оборудование электростанций общей мощностью 3265 МВт с установкой 3584 МВт новой мощности. Дополнительно потребуется осуществить ввод новой мощности в размере 2300-2550 МВт.

Таблица 2

Период	2005	2010	2015
Потребность в электроэнергии, млрд. кВт/ч	12,5	14,7	17,0
Выработка электроэнергии местными электростанциями, млрд. кВт/ч.	7,75	7,7	8,35
Транзит Север-Юг, млрд.кВт/ч	3,5	7,0	7
Дефицит, млрд.кВт/ч	1,25	0,0	1,67

Производство электроэнергии в Казахстане в 2007 году составило около 76,3 миллиардов кВт/ч. В течение последних лет наблюдается устойчивая динамика увеличения потребления и производства электроэнергии, что связано с подъемом экономики. Предполагается, что уровень производства электроэнергии 1990 года (87,38 млрд. кВт/ч) будет достигнут Казахстаном к 2010г. Рост потребления электроэнергии приведен в таблице 1.

По регионам Казахстана баланс электроэнергии выглядит следующим образом:

Северная зона (Акмолинская, Восточно-Казахстанская, Костанайская и Павлодарская области), где сосредоточены основные генерирующие мощности Казахстана, является энергоизбыточной. Здесь планируется ввод новых мощностей порядка 1035 МВт, в основном, для покрытия местных нагрузок и передачи электроэнергии в энергодефицитные области, а также для экспорта в Россию.

В Западной зоне (Актюбинская, Атырауская и Западно-Казахстанская области) имеется дефицит электроэнергии в объеме порядка 0,84 млрд. кВт/ч. Планируется ввод около 1300 МВт новой мощности на газе. С учетом вступления Казахстана в ВТО и возможных перспектив повышения цен на газ до мирового уровня, стоимость электроэнергии в этом регионе может значительно повыситься.

В Южной зоне (Алматинская, Жамбылская, Кызылординская и Южно-Казахстанская области) имеется дефицит электроэнергии (см. таблицу 2).

Для покрытия дефицита в электроэнергии и мощности в Южной зоне строится вторая линия электропередач ВЛ 500 кВ Север-Юг (запуск в 2009 году). Однако, к 2015 г. с учетом роста потребления электроэнергии, в Южной зоне опять появится дефицит электроэнергии. Жамбылская ТЭС мощностью 730 МВт, работающая на газе, неконкурентна на розничном рынке электроэнергии. В связи с чем, она работает только в осенне-зимний период и субсидируется из государственного бюджета. С учетом тенденций роста цен на газ, необходимость субсидирования Жамбылской ТЭС будет оставаться, что ограничивает возможности ее использования. В перспективе до 2015 г. в Южной зоне планируется ввод новых гидроэлектростанций: Мойнакской ГЭС мощностью 250 МВт, и Кербулакской ГЭС мощностью 50 МВт. Однако их ввод не покрывает дефицита электроэнергии.

В соответствии с прогнозом уровней электропотребления и электрических нагрузок, выполненным АО КазНИПИИ-ТЭС «Энергии», финансирование электрических ВИЭ предполагается начать только с 2011 – 2015 года (кроме пилотного проекта в Джунгарских воротах) в объеме 7,8% (191 млрд.тенге) от общего объема (2453 млрд.тенге) инвестиций в электростанции до 2030 года.

Таким образом, в Западной и Южной зоне имеется дефицит электроэнергии, который будет оставаться до 2015 года с учетом роста потребления электроэнергии. Более того, эти зоны имеют самые лучшие условия для внедрения ВИЭ. Однако, отсутствие государственной программы и финансирования не стимулируют развитие ВИЭ в этих районах.

Одним из вопросов, который касается всех регионов Казахстана, является энергоснабжение отдаленных сельских потребителей. Значительная территория Казахстана и низкая плотность населения в сельской местности обуславливают наличие громадной протяженности сельских линий электропередач, составляющей около 360 тысяч км. Содержание электрических сетей большой протяженности, равно как и значительные потери (25-50%) при передаче электроэнергии в значительной степени повышают стоимость электроэнергии. По оценкам экспертов реальная стоимость транспорта электроэнергии для маломощных отдаленных потребителей может достигать до 5 центов/кВт/ч, что делает электроснабжение отдаленных небольших потребителей экономически нерентабельным.

Казахстан имеет весьма благоприятные географические факторы для развития альтернативной энергетики, он занимает территорию свыше 2,7 млн. км² с благоприятными географическими и климатическими условиями для развития возобновляемых источников энергии. Обширная территория Казахстана с низкой плотностью населения, где более 5 тысяч посёлков и большое количество крестьянских хозяйств, зимовок скота не обеспечены электроэнергией.

Реализация предложений к Стратегии «Эффективное использование энергии и возобновляемых ресурсов Республики Казахстан в целях устойчивого развития до 2024 года» должна привести к достижению следующих результатов:

- повышение доли использования альтернативных источников энергии в Республике Казахстан до 0,05 % к 2012 году, 5 % к 2018 году, 10 % к 2024 году;
- обеспечение замещения альтернативными источниками энергии к 2009 году 0,065 млн. тонн условного топлива,

к 2012 году – 0,165 млн. т у. т., к 2018 году – 0,325 млн. т у. т., к 2024 году – 0,688 млн. т у. т. и к 2030 году – 1,139 млн. т у. т.;

- повышение доли использования возобновляемых источников энергии (без учета крупных гидроэлектростанций) в производстве электрической энергии до 3000 МВт мощности и 10 млрд. кВт/ч электроэнергии в год к 2024 году.

Гидропотенциал Казахстана составляет 163 млрд. кВт/ч в год, технически возможный мощных ГЭС 62 млрд. кВт/ч. Экономически обоснованный потенциал составляет порядка 27 млрд. кВт/ч, а сегодня на ГЭС вырабатывается лишь 8 млрд. кВт/ч (5% от потенциала). Потенциал малых рек 96 млрд. кВт/ч, экономически целесообразный 10 млрд. кВт/ч. Микро ГЭС и малые ГЭС имеют самую низкую себестоимость производства электроэнергии из всех видов возобновляемых и традиционных источников энергии. При их строительстве, в отличие от мощных гидроэлектростанций, экологический ущерб (затопление земель, нарушение рыбозабавления и судоходства, изменение баланса климатических условий местности и т.д.) незначителен. Только по Алматинской области энергоресурсы малых рек составляют более 2 млрд. кВт/ч.

Строительство новых источников электроэнергии в дефицитных регионах Казахстана с использованием гидроресурсов позволит укрепить эти районы энергетически и снизить их зависимость от других энергоизбыточных регионов.

Однако при строительстве малых ГЭС не решен вопрос инвестиций, производства, монтажа, сервисного обслуживания и эксплуатации, отчуждения приватизированных земель вдоль рек, подключение ГЭС к энергосистеме.

Потенциал ветроэнергетических ресурсов составляет 1820 млрд. кВт/ч. В настоящее время разработано большое

количество типового промышленного оборудования ветроэнергетики. В Казахстане на 80-85 % его территории среднегодовые скорости ветра составляют от 3 до 5,0 м/с, и на 2-3 % - более 5 м/с. Европейские ветростанции работают при средней скорости ветра 4–5 м/с. Наиболее эффективна разработка источников ветровой энергии в месторасположении Джунгарских ворот и Чиликских коридоров, где скорость ветров в среднем за год составляет от 7 до 9 м/с и от 5 до 9 м/с. Наиболее значительными являются ветроэнергетические ресурсы Джунгарских ворот 100 ГВт (17 000 кВт/ч/м², где возможно установить ВЭС мощностью 1000 МВт и вырабатывать 3 млрд. кВт ч в год), Ерментау – 3 700 кВт/ч/м² (Акмолинская область), Форт-Шевченко 4 300 кВт/ч/м² (побережье Каспийского моря), Курдай – 4 000 кВт/ч/м² (Жамбылская область) и некоторые другие.

Следует отметить, что относительно внедрения ветроэнергетики произошли подвижки и в Джунгарских воротах планируется к 2009 году установка пилотной ВЭС - 5 МВт. Новым направлением в ветроэнергетике является разработка в АИЭС ветроагрегатов с вертикальной осью вращения ротора турбины, способных принимать ветер с любой стороны. В соответствии с «Программой развития электроэнергетики до 2030 года», утвержденной постановлением Правительства Республики Казахстан от 09.04.1999 года №384, на основании имеющихся метеорологических данных были выбраны первые площадки для сооружения ветровых электростанций (ВЭС): Джунгарская ВЭС - 40 МВт; Шелекская ВЭС - 140 МВт; Сарыозекская ВЭС - 140 МВт; Алакольская ВЭС - 140 МВт; Каройская ВЭС - 20 МВт; Шенгельдинская ВЭС - 20 МВт; Курдайская ВЭС - 20 МВт.

Общая мощность этих ВЭС составит около 520 МВт с годовой выработкой

электроэнергии около 1,8-2 млрд. кВт/ч. Инвестиции в строительство этих ВЭС составляют порядка 500 млн. долларов США.

В то же время, необходимо разработать методику для адаптации существующего оборудования ВЭС к условиям республики Казахстан, так как в ряде случаев, оно не может использоваться в казахстанских условиях, например, резкие порывы ветра, приводящие к разрушению установок и разработать новое оптимальное оборудование.

Солнечная энергетика. Ресурсы солнечной энергии в стране велики - количество солнечных часов составляет 2200–3000 ч в год, а плотность энергии солнечного излучения 1000-1200 Вт/м², при эффективном использовании панелей солнечных батарей начиная с 100 - 120 Вт/м². При этом, например, к северу от Кызылорды земля не пригодна для сельского хозяйства, фактически не бывает дождей и по расчетам канадского ученого Элмера Бейса на площади 320 км² можно построить солнечную электростанцию с фотоэлектрическими ячейками, на которой даже при КПД 10% летом можно выработать 10000, а зимой 5000 ГВт/ч. Однако, чрезмерно высокая стоимость фотоэлектрических панелей и пыльные бури (так называемый «казахстанский дождь») делают создание подобных электростанций проблематичными.

При имеющемся уровне энергии солнечного излучения солнечные нагреватели воды, особенно в южных районах, также весьма эффективны в Казахстане.

Солнечное теплоснабжение основано на использовании энергии солнца с помощью простейших плоских солнечных коллекторов и сегодня сводится в основном к производству низкопотенциального солнечного тепла для горячего водоснабжения, подогрева воды в плавательных бассейнах и, в меньшей степе-

ни, для отопления. В Израиле существует закон, в соответствии с которым каждый дом должен быть снабжен солнечной водонагревательной установкой. 800 000 солнечных коллекторов по всей стране производят около 15 млн. ГДж энергии и обеспечивают 70 % населения горячей водой. В южных регионах Казахстана опыт Израиля вполне может оказаться полезным.

Имеется хороший опыт работ в области низкопотенциальных источников тепла, опреснителей и осушителей. Например, ТОО «Еркин и К» внедрило в производство серию изобретений по солнечным коллекторам и опреснителям, установило более 160 единиц таких устройств с мощностью от 100 до 20 тыс. литров горячей воды в день. Установки позволяют получать горячую воду с температурой до 100°C, максимальное давление в установках до 20 атмосфер, срок службы более 10 лет. Установки имеют небольшой вес, надежны в эксплуатации, недороги.

В АИЭС разработана технология изготовления наиболее дешевых солнечных коллекторов из термостойких пластмасс, в том числе из поликарбоната.

Однако отсутствие законодательной базы и механизма внедрения энергосберегающих технологий не способствуют дальнейшему применению солнечных водонагревательных установок. Кроме того, сильное загрязнение воздушных бассейнов наших городов существенно снижает эффективность использования солнечных приборов, так в Алматы, буквально через 2 часа после очистки солнечных батарей, их КПД снижается на 5-15%.

Биогаз. Подсчитано, что в целом по стране годовой выход животноводческих и птицеводческих отходов по сухому весу – 22,1 млн. тонн, это 8,6 млрд. м³ газа. Растительных отходов в год у нас

накапливается 17,7 млн. тонн, что эквивалентно 14–15 млн. тонн условного топлива, или 12,4 млн. тонн мазута. Это более половины объема добываемой нефти. Переработка этого газа в электрогазогенераторах позволит получать ежегодно до 35 млрд. кВт/час и одновременно 44 млн. Гкал тепловой энергии. Кроме того, если использовать биогаз для производства электроэнергии, себестоимость ее оказывается всего 0,025–0,075 доллара за кВт/ч, в то время как электроэнергия от традиционных источников обходится в 0,1–0,15 доллара за кВт/ч.

Однако, современная технология получения биогаза, необходимость комплексной автоматизации процесса, длительный процесс ферментации и поддержание повышенной температуры в биогазовых установках позволяют эффективно использовать их только для коллективных хозяйств (например, свиноводческих фирм).

Геотермальная энергия. Тепловой насос – машина, позволяющая осуществлять передачу теплоты от менее нагретого тела (окружающей среды – воздуха, грунтовых вод, грунта, вентиляционных выбросов, сбросной теплоты установок и т.д.) к более нагретому телу, повышая его температуру и затрачивая при этом механическую энергию. В классическом случае считается, что, затрачивая на работу 1 кВт электроэнергии, ТНУ может произвести от 3 до 6 кВт тепловой энергии.

В настоящее время в мире работает порядка 90 млн. тепловых насосов различной мощности - от нескольких десятков кВт до сотен МВт. По прогнозам МирЭК к 2020 году доля ТНУ в теплоснабжении составит 75%.

В США 1 млн. тепловых насосов вырабатывает 37% потребности энергии для теплоснабжения. В Швеции свыше 50% всего отопления обеспечивают тепловые насосы. В Японии ежегодно

производится 3 млн. тепловых насосов различной мощности. В РФ действует свыше 300 тепловых насосов - менее 0,1% всего отопления. В Республике Казахстан – менее 30 теплонасосных установок.

Во многих странах выделяются дотации из госбюджета, стимулирующие использование ТНУ. Так, в странах Скандинавии за 1 кВт установленной тепловой мощности ТНУ выплачивается 100 евро. В Германии дотация государства на установку ТНУ составляет в размере 300 евро на каждый кВт установленной мощности. При строительстве новых общественных зданий в США используются исключительно геотермальные тепловые насосы. Эта норма была закреплена Федеральным законодательством США. Так, геотермальный тепловой насос был установлен даже в широко известном небоскребе Нью-Йорка The Empire State Building.

Сравнительный анализ эффективности работы автономных систем отопления:

- эксплуатационные затраты (без амортизационных и экологических отчислений): электрокотел - 873 600 тенге; тепловой насос - 58 968 тенге; дизельный котел - 1 016 640 тенге;

- стоимость 1 Гкал вырабатываемой теплоты: электрокотел - 9 187 тенге; тепловой насос - 510 тенге; дизельный котел - 12 231 тенге;

- срок окупаемости теплового насоса по сравнению: с электрокотлом - 3,3 года; с дизельным котлом - 2,7 года.

В Казахстане Тепловые насосы различных типов разрабатываются в ТОО «Центр искусственного климата» (г. Усть-каменогорск). Алматинский институт энергетики и связи в течение последнего года работает в тесной связи с ТОО «Innovations & Technologies» (ТОО «I&T»), казахстанской компанией, явля-

ющейся официальным представителем в Казахстане и Центральной Азии одного из ведущих в мире производителей тепловых насосов американской компании-производителя FHP Manufacturing.

В то же время внедрение тепловых насосов сдерживается отсутствием государственных программ, направленных на применение ТНУ в системах централизованного теплоснабжения. Кроме того, успех внедрения ТНУ напрямую зависит от наличия в стране высококвалифицированных инженерных кадров, способных грамотно спроектировать и рассчитать систему для каждого здания с учетом его особенностей, осуществить монтаж оборудования в соответствии с требованиями мировых стандартов качества, а затем осуществлять ее техническое обслуживание.

Основной причиной слабого внедрения возобновляемых источников энергии является их неконкурентность по затратам в условиях существующего рынка электроэнергии. К примеру, с учетом возврата инвестиций стоимость электроэнергии от малых ГЭС может составлять порядка 7 - 9 тенге/кВтч, стоимость электроэнергии от ветроэлектростанций – 8-10 тенге/кВтч. Сегодня стоимость электроэнергии на оптовом рынке электроэнергии составляет порядка 2,5 тенге/кВтч, с учетом транспорта электроэнергии по национальной электросети - порядка 3-3,5 тенге/кВтч.

Выводы

Резюмируя вышесказанное можно отметить, что основной проблемой в Казах-

стане является отсутствие государственной программы внедрения ВИЭ, на что в первую очередь обращают внимание иностранные инвесторы, организации и компании, занимающиеся внедрением установок.

В свою очередь, программа должна включать:

- государственное финансирование;
- создание нормативно-правовой базы стимулирующей инвесторов и потребителей в развитии производства и применения ВИЭ;

- создание в правительстве органа, координирующего работу министерств, ответственных за внедрение ВИЭ, а в министерствах и акиматах - ответственных лиц, занимающихся только вопросами внедрения ВИЭ;

- создание (например, на базе Алматинского института энергетики и связи) лаборатории по сертификации всех вводимых в Республике Казахстан альтернативных источников энергии на предмет их соответствия условиям эксплуатации с учетом природных особенностей в каждом из регионов страны;

- разработку системы подготовки специалистов способных рассчитывать, монтировать и обслуживать установки ВИЭ;

- организацию информационно-рекламного обеспечения научно-технических проектов и создание демонстрационных энергоэффективных моделей и установок;

- создание на ТВ, радио и в печатных изданиях образовательных программ для населения и постоянной рубрики “Энергосбережение, нетрадиционные источники энергии”.

ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ ДЛЯ МАЛЫХ КРЕСТЬЯНСКИХ ХОЗЯЙСТВ

Дауменов Тлеухан Дауменович – канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры физики Алматинского института энергетики и связи, г. Алматы
Карсыбаев Марат Шакирович – канд. физ.-мат. наук, профессор, зав. кафедрой физики Алматинского института энергетики и связи, г. Алматы
Мукажанов Владимир Николаевич – докт. техн. наук, проректор по научной работе и международным связям, Алматинского института энергетики и связи, г. Алматы

Бұл жұмыста Қазақстан Республикасының кейбір аудандарында жел және күн энергиясын пайдалану туралы кеңес берілген. Көптеген ауылдардың аймағында жел және күн сәулесін электр энергиясына айналдыратын кондырғылардың өндіретін энергиясы есептелген.

В работе выработана рекомендация по использованию возобновляемых источников энергии в отдельных районах Республики Казахстан. Для окрестностей населенного пункта рассчитана возможность получить электроэнергию с помощью ВЭУ и СЭУ.

The recommendation on use of energy of wind and sun energy in separate regions of Kazakhstan Republic has been suggested. For vicinities of concrete settlement an opportunity of reception of the electric power with the help of wind power installations and solar power installations has been calculated.

Большинство малых крестьянских хозяйств, как правило, расположены в районах децентрализованного энергоснабжения, где основными источниками электроэнергии являются бензо– или дизельные генераторные установки. Сложности с доставкой жидкого топлива, ограниченный ресурс бензиновых и дизельных двигателей, экологические проблемы, связанные с загрязнением воздуха, земли и воды продуктами сгорания – вот далеко не полный перечень трудностей использования традиционных источников энергоснабжения.

Повысить надежность автономного электроснабжения крестьянских хозяйств и при этом сократить расход жидкого топ-

лива и уменьшить вредное воздействие на окружающую среду можно за счет комбинированного использования возобновляемых источников энергии.

Таким образом, в Казахстане, как и в других странах, существует острая необходимость во внедрении энергосберегающих промышленных технологий и развития экологически безопасных энергоресурсов.

В данной работе обсуждаются вопросы возможного использования солнечной энергии и энергии ветра в отдельных крестьянских хозяйствах, расположенных в различных регионах Казахстана. Совместное использование солнечных энергетических установок (СЭУ) и ветроэнергетических установок (ВЭУ) в

большинстве случаев может быть эффективным. Поскольку зимой существует большой потенциал ветра, а летом в ясные дни максимальный эффект можно получить, используя СЭУ, то сочетание этих ресурсов безусловно окажется выгодным для потребителей.

Для исследования возможностей использования солнечных и ветряных энергоресурсов нами выбраны шесть населенных пунктов, в окрестностях которых могут быть расположены малые крестьянские хозяйства. Это – Кап-

чагай (44°), Алаколь (47°), Жангизтобе (49°), Кургальджино (45°), Державинск (51°), Ерейментау (52°) – в скобках указана географическая широта местности. Нами использованы данные по средней продолжительности солнечного сияния (часы), средней месячной скорости ветра (м/с) из метеорологических ежемесячников. Продолжительность солнечного сияния зависит не только от условий облачности, но и от продолжительности светового дня, то есть от широты места и склонения солнца.

Таблица 1 – Средняя продолжительность солнечного сияния (часы)

Местность	Месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Капчагай	121	152	198	225	264	291	332	323	276	238	165	140
Алаколь	145	184	210	242	340	334	353	349	270	206	131	128
Жангизтобе	53	133	170	205	301	314	317	366	204	170	115	75
Кургальджино	81	144	146	199	277	274	379	328	208	196	119	127
Державинск	122	146	138	178	270	255	367	340	196	199	139	139
Ерейментау	114	131	150	218	310	381	381	360	191	191	89	124

Как видно, средняя продолжительность солнечного сияния на всех местностях, за редким исключением, больше

всего в июле. Это обусловлено, главным образом, увеличением длительности дня.

Таблица 2 – Средняя месячная скорость ветра (м/с)

Местность	Месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Капчагай	2,8	2,7	3,2	3,1	3,3	2,5	2,4	2,4	2,5	3,0	3,2	2,6
Алаколь	1,9	1,7	2,5	4,6	4,7	2,3	2,6	2,3	2,5	4,6	6,6	3,3
Жангизтобе	7,4	4,1	7,1	4,2	4,2	2,6	2,8	3,0	3,5	4,3	5,7	6,1
Кургальджино	3,9	4,4	5,8	5,7	4,6	4,4	3,1	2,9	3,8	4,0	3,8	3,4
Державинск	3,4	4,4	5,0	5,8	4,9	3,6	2,9	2,4	3,4	3,0	2,0	1,4
Ерейментау	3,9	4,3	5,1	4,9	4,3	2,6	2,0	1,9	2,6	2,1	2,8	4,8

Из таблицы 2 видно, что максимальное значение средней скорости приходится на март, апрель, май месяцы и осенне-зимние периоды года.

В настоящее время разработаны и усовершенствованы методы оценки месячных сумм суммарной радиации с использованием данных абсолютной про-

должительности солнечного сияния /1/. Для получения более надежных результатов расчета суммарной радиации в указанных методах предлагается учитывать высоту полуденного солнца:

$$\sum Q_{\text{мес}} = 0,0049 \cdot ss^{1,31} + 10,5 (\sin h_n)^{2,1}, \quad (1)$$

где ss - продолжительность солнечного сияния (ч);

h_n - полуденная высота солнца (град).

По мнению авторов книги [2], формула (1) не содержит никаких локальных параметров, что позволяет её использовать на больших территориях южнее 65° северной широты. В формуле (1) влияние полуденной высоты солнца может быть вычислена по формуле:

$$\sin h_n = \cos \omega \cos \varphi \cos \delta + \sin \varphi \sin \delta. \quad (2)$$

Поскольку в полдень часовой угол $\omega = 0$, то формула (2) упрощается

$$\sin h_n = \cos (\varphi - \delta), \quad (3)$$

где φ - широта места;

δ - склонение Солнца, оно в данный день определяется по формуле:

$$\delta = 23,45 \sin \left(360 \frac{284 + n}{365} \right), \quad (4)$$

где n - порядковый номер дня, отсчитанный от 1 января. В качестве обычно берется номер среднего расчетного дня месяца для I – XII месяцев года. Приводим данные для n и δ для среднего дня I – XII месяцев:

$n \dots$	17	47	75	105	135	162
	198	228	258	288	318	344
δ , град	-20,9	-13	-2,4	9,4	18,8	23,1
	21,2	13,5	2,2	-9,6	-18,9	-23.

В таблице 3 приведены результаты расчетов суммарной радиации по формуле (1).

Таблица 3 – Суммарная месячная радиация (мДж/м2)

Местность	Месяцы					
	I	II	III	IV	V	VI
Капчагай	435	646	979	1289	1578	1736
Алаколь	468	699	965	1292	1819	1861
Жангизтобе	199	512	799	1128	1636	1754
Кургальджино	256	529	705	1090	1531	1589
Державинск	355	520	664	1001	1488	1506
Ерейментау	324	464	684	1117	1623	1972
Местность	Месяцы					
	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Капчагай	1871	1719	1341	991	597	463
Алаколь	1909	1769	1264	829	451	391
Жангизтобе	1736	1799	997	677	381	228
Кургальджино	1965	1632	992	746	379	359
Державинск	1902	1662	931	741	427	384
Ерейментау	1942	1722	898	699	278	338

Электрoэнергия, которая может быть выработана с помощью ВЭУ $d_k = 6$ м, d_k - диаметр колеса, приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Электроэнергия, получаемая с помощью ВЭУ (кВт × ч)

Местность	Месяцы					
	I	II	III	IV	V	VI
Капчагай	130,3	116,8	194,5	176,8	213,3	92,7
Алаколь	40,7	29,2	92,7	577,6	616,2	72,2
Жангизтобе	2404,8	409,2	2124,1	439,7	439,7	104,3
Кургальджино	352,0	505,5	1157,9	1099,1	577,7	505,5
Державинск	233,3	505,5	741,8	1157,9	698,2	276,9
Ерейментау	352,0	471,8	787,2	698,2	471,8	104,3
Местность	Месяцы					
	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Капчагай	82,0	82,0	92,7	160,2	194,5	104,3
Алаколь	104,3	72,2	92,7	379,8	1706,2	213,3
Жангизтобе	130,3	160,2	254,4	471,8	1699,1	1347,0
Кургальджино	176,8	144,7	325,6	379,8	325,6	233,3
Державинск	144,7	82,0	233,3	160,2	47,5	16,28
Ерейментау	47,4	40,7	104,3	55,0	130,3	656,3

Расчет электроэнергии, получаемой с помощью СЭУ на единицу поверхности, приведен в таблице 5.

Таблица 5 – Электроэнергия, которая может быть выработана с помощью СЭУ (кВт × ч/м²)

Местность	Месяцы					
	I	II	III	IV	V	VI
Капчагай	30,4	45,2	68,5	90,2	110,5	121,5
Алаколь	32,8	48,9	67,6	90,4	127,3	130,3
Жангизтобе	13,9	35,8	55,9	79,0	114,5	122,8
Кургальджино	17,9	37,0	49,4	76,3	107,2	111,2
Державинск	24,9	36,4	46,5	70,3	104,2	105,4
Ерейментау	22,7	32,5	47,9	78,2	113,6	138,0
Местность	Месяцы					
	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Капчагай	131,0	120,3	93,9	69,4	29,9	32,4
Алаколь	133,6	123,8	88,5	58,0	31,6	27,4
Жангизтобе	121,5	125,9	69,8	47,4	26,7	16,0
Кургальджино	137,6	114,2	69,4	52,2	26,5	25,1
Державинск	133,1	116,3	65,2	51,9	29,9	26,9
Ерейментау	135,9	120,5	62,9	48,9	19,5	23,7

На рисунке 1 приведена зависимость возможной выработанной электроэнергии W1 и W2 соответственно с помощью ВЭУ

и СЭУ в окрестностях населенного пункта Кургальджино (площадь поверхности СЭУ принята равной 8 м^2 , КПД $\sim 20\%$).

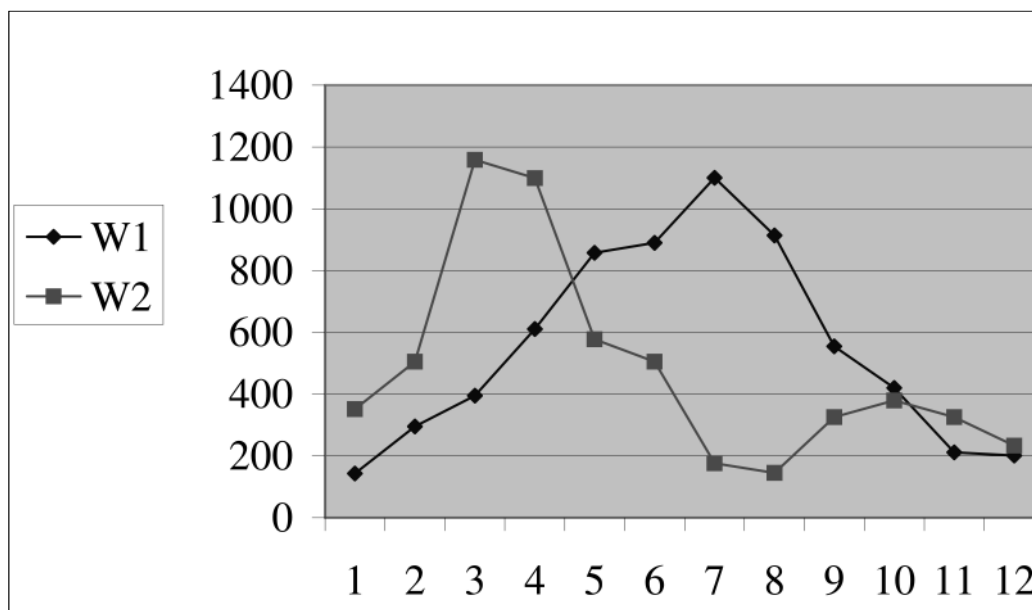


Рисунок 1 Изменение выработанной энергии по месяцам

Из графика видно, что максимально возможная выработанная энергия ВЭУ и СЭУ больше $1000 \text{ кВт} \times \text{ч/месяц}$, однако, в разное время, зимне-весенний период по ВЭУ, летний период по СЭУ. Две горизонтальные линии на графике характеризуют минимальные и максимальные потребности хозяйств в электроэнергии. Правда, здесь не учтены расходы электроэнергии для отопления помещений. Видно, если даже учесть расходы на отопление помещений, то они или совместной работой ВЭУ и СЭУ, или индивидуальной работой каждой из них вполне могут быть компенсированы. Ясно, что нехватка электроэнергии ВЭУ летом, вполне может быть компенсирована СЭУ. В отдельных случаях, когда недостаточна совместно выработанная электроэнергия, может быть задейство-

ван генератор, работающий на жидком топливе.

Выводы

Приведенные выше расчеты показывают, что использование ВЭУ и СЭУ весьма эффективны в особенности для регионов децентрализованного энергоснабжения.

Литература

1. Сивков С.И. Методы расчета характеристик солнечной радиации. — Л.: Гидрометеиздат, 1968, 323 с.
2. Данченко А.М., Заде Г.О. и др. Кадастр возможностей / Под ред. Б.В. Лукутина. — Томск: Издательство НТЛ, 2002, 280 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ ВЕТРА, ПЕРСПЕКТИВЫ ВЕТРОЭНЕРГЕТИКИ КАЗАХСТАНА И МИРОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ

Болотов Альберт Васильевич – Академик международной инженерной академии и Национальной инженерной академии республики Казахстан, докт.техн.н., профессор, кафедры электроснабжения Алматинского института энергетики и связи, г.Алматы

Желдің негізгі қасиеті, энергиятасымалдаушы ретінде жел энергетикалық желдеткіш агрегаттарының энергетикалық сипаттамалары талданған. Тік осьтік желдік трубиалы жел энергетикалық қондырғының жаңа үлгідегі концепциясы құрастырылған, оның ерекшелігі бағаланып, жел энергетикасының Қазақстандағы және әлемдік тенденциядағы дамуының алғы келешектігі көрсетілген.

Проанализированы энергетические характеристики ветроэнергетических пропеллерных агрегатов на основе свойств ветра как энергоносителя. Разработана новая концепция модульной ветроэнергетической установки с вертикально осевой ветровой турбиной, оценены ее достоинства, показаны перспективы развития ветроэнергетики в Казахстане и мировые тенденции.

There have been analyzed energy characteristics of wind-energy propeller aggregate on the base of wind features as energy carrier.

There have been elaborated new conception of module wind energy device with vertical axial windy turbine, estimated its advantages, showed development prospective of wind energy in Kazakhstan and world tendency.

Технологии использования энергии ветра

Энергия ветра на земле неисчерпаема и стоимость ветра равна нулю. Ветроэнергетика способна обеспечить дальнейшее развитие цивилизации, гармоничное сочетание использования всех видов энергетических ресурсов без нарушения компенсационных возможностей атмосферы Земли.

Ветродвигатель вырабатывает энергию, когда ветер оказывает давление на лопасти, как на парус, обеспечивая его движение, или обтекает лопасти крыло-видной формы, создает вращающее уси-

лие так же как возникает подъемная сила крыла самолета.

Чем длиннее лопасть, больше ее площадь и больше количество лопастей, тем большее количество ветра и его энергии может переработать ветродвигатель.

По мере развития теории и наработки практического материала число лопастей уменьшалось и увеличивалась их длина, поскольку, например, при скорости ветра 9 м/с удлинение лопасти в 4 раза (с 15 до 60 м) увеличивает мощность двигателя в 16 раз. Мощность ветродвигателей непрерывно росла: в 80-е годы производились агрегаты мощностью 100-200 кВт, в конце 80-х - середине 90-х годов мощ-

ность агрегатов промышленных станций составляла 300 - 400 кВт. Сейчас в массовом количестве выпускаются ветроэнергетические агрегаты мощностью от 600 до 4500 кВт. Выпущены опытные образцы ветрогенераторов мощностью 6 и 7,5 МВт.

С увеличением мощности увеличивается диаметр ветроколеса, достигая 90 – 126м и высота мачты, на которой устанавливается ветроколесо, также достигает 90 – 120м.

Частота вращения ветроколес зависит от их размеров и соответственно от мощности ветроагрегата, изменяясь от 900 – 1000 об/мин для агрегатов малой мощности до 60 – 40 об/мин у агрегатов большой мощности.

Исторически сложились два направления конструирования ветроагрегатов – большой мощности для работы в составе промышленных энергосистем и малой мощности для обеспечения энергией автономных потребителей.

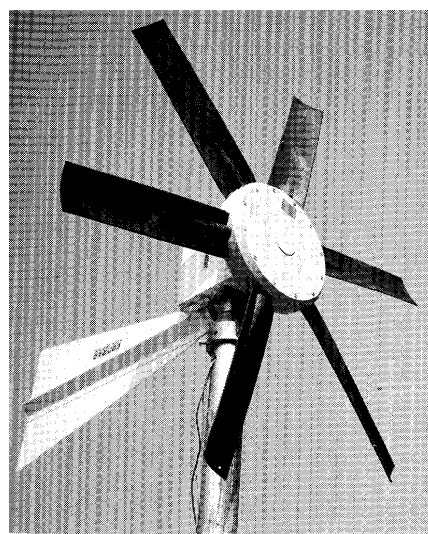


Рисунок 1 - Типы пропеллерных ветроагрегатов

Благодаря новейшим достижениям электроники, материаловедения, машиностроения, электротехники произошло снижение стоимости ВЭУ и цены выработанной ими электроэнергии.

Однако, начиная с 2000г снижение стоимости ветростанций и киловатт-часа вырабатываемой ими энергии приостановилось, как показано на рисунке 2.

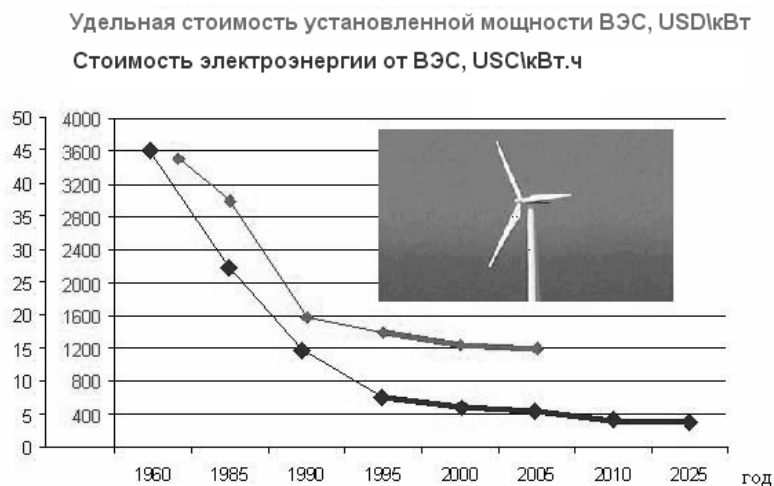


Рисунок 2

Опыт создания и эксплуатации ветроагрегатов показывает, что реально полезной для экономики является не величина их установленной мощности, а удельная выработка электроэнергии каждым киловаттом мощности установленного электрогенератора, определяемая, как это принято называть, коэффициентом использования установленной мощности «КИУМ».

В расчетах величина КИУМ принимается равной 30 – 35%, а на практике дело обстоит иначе. Большее количество ВЭУ, подключенных к энергосистеме, работает с коэффициентом использования установленной мощности от 10 до 22%.

В отдельных местах установки агрегатов, например, в Германии КИУМ имеет разные значения. На открытых, с постоянными ветрами побережьях океанов и морей, где ветер имеет одно направление и незначительное «блуждание» его в пределах $\pm 35^\circ$ – 45° , КИУМ достигает 22%, но снижается до 7–8% по мере удаления ВЭС в глубь материков; среднее значение КИУМ ВЭС в Германии за 1996–2004 год составило 17,9%.

Когда ветер имеет двухвекторную или многовекторную розы ветров, типичные для континентальных районов, происходит снижение КИУМ, например, до 4,8%.

Маломощные установки используются преимущественно для выработки электроэнергии автономным потребителям и имеют КИУМ, не превышающий 4,5–6%.

Конструктивные усовершенствования позволили снизить стоимость ветроагрегатов, а установка сложных систем автоматического управления дала снижение цены выработанной электроэнергии, но значительно повысить коэффициент использования установленной мощности и экономические показатели пропеллерных ветроагрегатов пока не удается.

Причина кроется в свойствах ветра как энергоносителя. *Ветер особый вид носителя энергии.* Он характеризуется несколькими главными параметрами – скоростью, направлением и непрерывные изменения их во времени.

Мощность потока ветра N , кВт определяется выражением

$$N = \frac{\rho \cdot F \cdot v^3}{2 \cdot 102g}, \quad (1)$$

где ρ – плотность воздуха, F – сечение потока, v – скорость ветра, g – ускорение свободного падения.

Развиваемая ветродвигателем мощность растет пропорционально кубу скорости ветра. Так, рост скорости ветра от 4,7 м/с до 14 м/с увеличивает мощность ветродвигателя в 26 раз. С таким же результатом падает мощность при снижении скорости ветра.

Понятие «скорость» в размерности км/час или м/с формируется путем усреднения в течение определенного интервала времени, например 10 минут, мгновенных значений, которые меняются непрерывно, как показано на рис.3.

Направление меняется практически с такой же частотной характеристикой и усредняется в крупных интервалах времени «розами ветров».

Параметр «скорость» реализуется ветроагрегатом в полной мере только тогда, когда плоскость вращения ветроколеса перпендикулярна направлению ветра, а углы установки лопастей также соответствуют его мгновенной скорости.

При отклонении угла встречи потока с плоскостью вращения ветроколеса пропеллерных ветроагрегатов от 90° мощность их уменьшается вплоть до 0.

Влияние соответствия угла установки ветроколеса «на ветер» может быть учтено введением в формулу, определяющую мощность ветроколеса параметра «коэффициент использования направления»

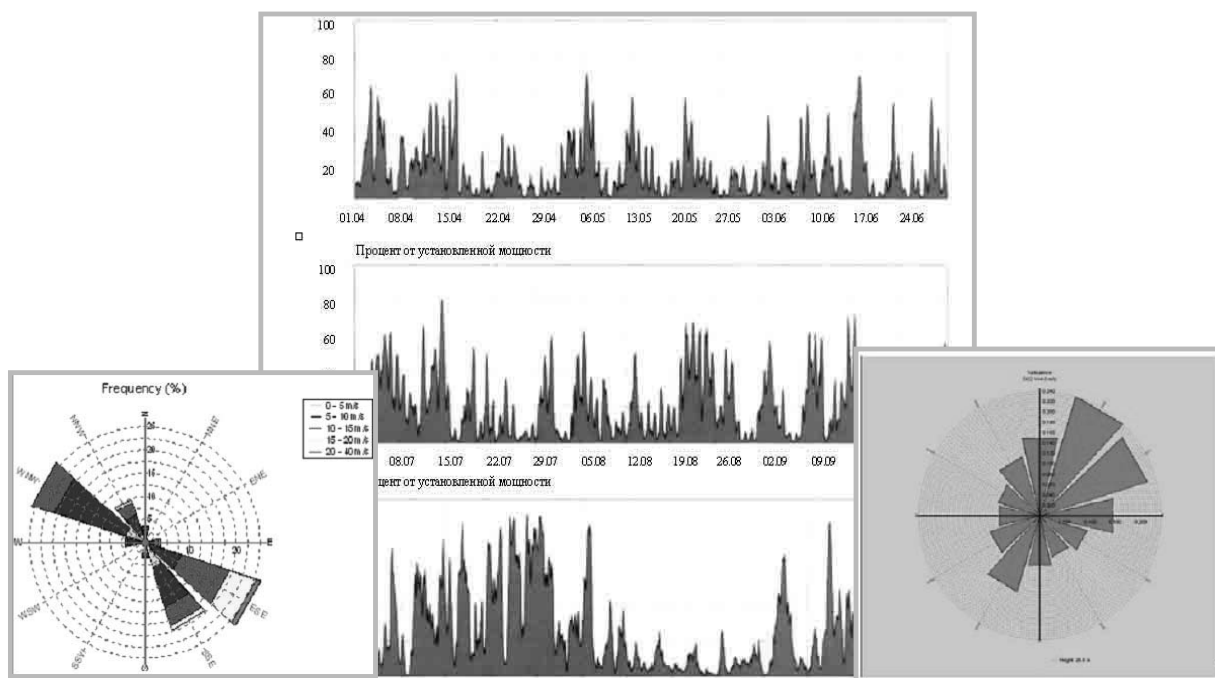


Рисунок 3 - Диаграмма скорости ветра в реальном времени и характерные розы ветров Джунгарских ворот (левая) и свободных территорий (правая)

(КИН) – $\cos v$, изменяющегося от 1 до 0, где v - угол между плоскостью вращения ветроколеса и вектором скорости набегающего потока воздуха, а также «коэффициента использования направления» z , характеризующего изменчивость направления ветра во времени с размерностью %/С и способность ветроагрегата следовать за изменением направления

$$N = \frac{1}{2} \rho V^3 z F \cos v, \text{ кВт}, \quad (2)$$

здесь F – площадь ветровоспринимающей поверхности.

Наличие зависимости мощности от z и $\cos v$ определяет необходимость автоматизации ветроэлектростанций, создания быстродействующих систем слежения за направлением и скоростью ветра, оборудования ветроагрегатов различными устройствами ориентации ветроколеса на ветер. Общим признаком всех пропеллерных ВЭС является наличие специальных механизмов или аэродинамических рулей для установки колеса на ветер. Постановка ветровых турбин большой мощности на ветер осуществ-

ляется с использованием специальных механизмов с электрическим или гидравлическим приводом, потребляющим энергию, вырабатываемую самой станцией или забираемой из электрической системы. Однако, чем мощнее, больше и тяжелее ветроагрегат, тем больше отстает установка его на ветер от мгновенных значений направления и скорости ветра, кроме того производится вывод ветроколеса из работы при высоких скоростях ветра, когда энергия ветра максимальна, что не позволяет оптимально использовать его энергию.

Аэродинамические рули ветроагрегатов малой мощности являются весьма сложными элементами агрегатов и также не обеспечивают оптимальной установки колес на ветер.

Пропеллерные ветроагрегаты, достигнув своего совершенства, не могут в полной мере преобразовывать энергию ветра в электрическую. По этой причине ветроэнергетика в мире находится в сложном положении - безграничная неисчерпаемая энергия ветра и необ-

ходимость поддержки ветроэнергетики со стороны государства.

Для эффективной реализации ветровой энергии необходимы ветроагрегаты не чувствительные к направлению ветра - с вертикальной осью вращения. Среди ветроагрегатов такого типа наиболее известны вертикально-осевые агрегаты

Дарье, однако широкого практического применения они пока не получили.

В Алматинском институте энергетики и связи разрабатывается принципиально новый тип ветроэнергетического агрегата – модульная энергетическая установка с вертикально-осевой ветровой турбиной, показанная на рисунке 4.

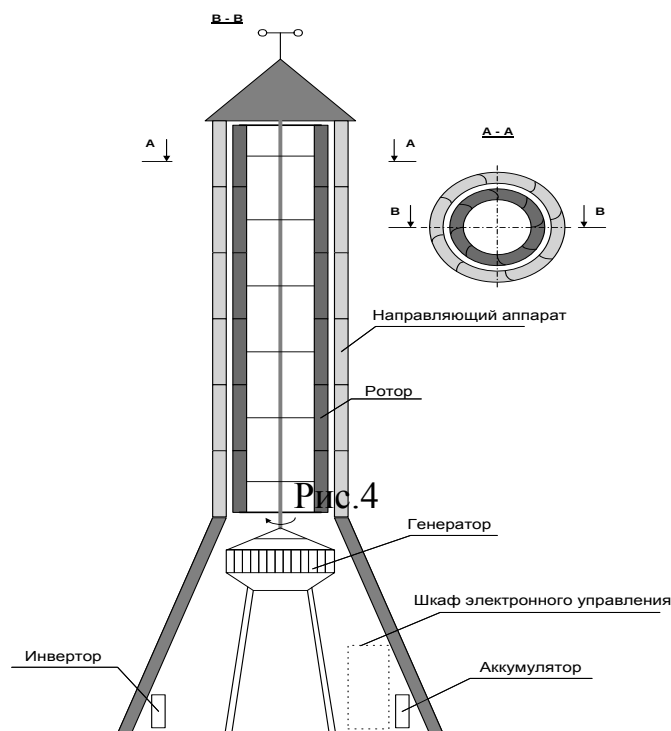


Рисунок 4 - Модульная энергетическая установка на базе вертикально осевой ветровой турбины

Вертикально-осевая ветровая турбина (ВОВТ) имеет неподвижный направляющий аппарат и расположенный внутри него вращающийся ротор, образующие «модуль» турбины. Вал ротора непосредственно соединяется с электрическим генератором.

Для вертикально-осевой турбины величины $\cos \alpha$ и z формулы (2) равны 1, поэтому мощность ее зависит только от скорости и плотности воздушного потока.

Ветростанции с вертикально-осевыми турбинами обладают следующими достоинствами:

- отсутствие зависимости развиваемой мощности от направления ветра;

- способность одинаково работать на ветрах малой скорости, сильных, ураганных и порывистых с быстро меняющимся направлением;

- наличие направляющего аппарата, увеличивающего мощность ротора по сравнению с открытым ротором, особенно при низкой скорости ветра;

- возможность изготовления аэродинамически подобных агрегатов мощностью от единиц ватт до сотен киловатт;

- модульный принцип конструкции позволяет при необходимости изменения мощности ВОВТ независимо изменять число установленных модулей или электрогенератор;

- генератор находится внизу, что удобно при его монтаже и техническом обслуживании;

- электростанции ставятся в непосредственной близости к потребителю, что исключает необходимость строительства линий электропередач и трансформаторных подстанций;

- допускается плотная установка турбин на площадке многоагрегатной электростанции, что обеспечивает высокий уровень использования энергии ветра на территории уникальных месторождений ветровой энергии, таких как Джунгарские ворота;

- для транспортировки и монтажа агрегатов используются общепромышленные транспортные средства и простейшие подъемные механизмы.

Сравнение показателей различных типов ветроэлектростанций проведены на полигоне и подтвердили достоинства вертикально–осевой турбины.



Рисунок 5 - Вертикально-осевая турбина и пропеллерный агрегат мощностью по 2 кВт на испытательном полигоне

В разное время изготавливались опытные и экспериментальные образцы автономных ветроэнергетических установок мощностью 1, 2, 4, 5, 15 и 20 кВт, показавшие соответствие расчетным па-

раметрам, часть из них находится в эксплуатации в течение 5 – 6 лет.



Рисунок 6 – Вертикально-осевая ветровая турбина: 6 модулей, мощность, 15 кВт



Рисунок 7 – Монтаж ветровых турбин

Длительность монтажа одной турбины на подготовленную площадку составляет 1,5 – 2 часа.

Анализ работы ВОВТ показывает, что она способна полностью перерабатывать поступающую энергию ветра, как это видно на рис.8, для зарядки аккумуляторной батареи или выдачи энергии в базовую часть графика работы энергосистемы, обеспечивая высокий коэффициент использования установленной мощности электрического генератора порядка 40%.

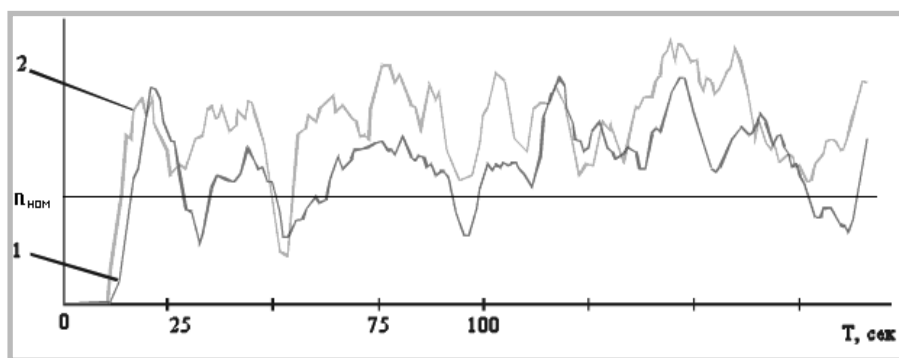


Рисунок 8 - Регистрограммы энергии ветра (верхняя) и вырабатываемой ВОВТ энергии (нижняя) в реальном времени

В лабораторных условиях исследованы турбины большого ряда геометрических размеров при скорости воздушного потока до 40 – 42 м/с;

ВОВТ комплектуется специальными согласованными с ее характеристиками электрогенераторами с возбуждением от постоянных магнитов и с электромагнитным возбуждением. Генераторы мощностью 1; 2; 5; 20 кВт по техническим условиям АИЭС производятся на заводах Российской Федерации, станции комплектуются инверторами, новыми типами аккумуляторов.

Перспективы развития ветроэнергетики в Казахстане

Казахстан исключительно богат ветровыми ресурсами. По некоторым данным теоретический ветропотенциал Казахстана составляет около 1820 млрд. кВт.ч в год. Порядка 10% территории Казахстана имеет среднегодовую скорость ветра 6м/с и выше, что предопределяет хорошие перспективы для развития ветроэнергетики.



Wind atlas of Kazakhstan

Рисунок 9

Стоимость электроэнергии от ВЭС в местах с высоким ветропотенциалом может составлять порядка 5-7ц/кВт.ч, что при происходящем росте тарифов на электроэнергию сопоставимо со стоимостью

электроэнергии от угольных станций. Для районов с хорошим ветровым потенциалом ВЭС могут являться экономической альтернативой строительству новых угольных электростанций и дополни-

тельных линий электропередач, обладая в то же время абсолютным экологическим преимуществами.

Для обеспечения устойчивого социально-экономического развития Республики Казахстан, снижения энергоемкости экономики, сохранения окружающей среды и природных ресурсов, разработанная Национальная Программа развития ветроэнергетики, направленная на вовлечение ветропотенциала в топливно-энергетический баланс страны.

Основными мотивами развития ветроэнергетики в Казахстане являются: а) снижение энергоемкости экономики и сохранение природных ресурсов;

б) сохранение окружающей среды за счет снижения выбросов золы, вредных веществ и парниковых газов;

в) улучшение энергоснабжения энергодефицитных районов и удаленных сельских потребителей;

г) диверсификация энергетики и создание новой высокотехнологичной отрасли – ветроэнергетики;

д) создание новых рабочих мест и улучшение социально-экономического положения населения.

В рамках исследований, выполненных проектом ПРООН, Министерством энергетики и минеральных ресурсов РК при участии Казсельэнергопроекта и автора данной статьи на основе изучения ветрового потенциала, наличия пространства и удобства рельефа для строительства ВЭС, наличия линий электропередач и подстанций для выдачи мощности, наличия транспортных коммуникаций, подготовлен перечень перспективных площадок для строительства крупных ВЭС в Казахстане.

Строительство крупных ВЭС будет осуществляться в соответствии с Программой развития электроэнергетики Республики Казахстан и первоочередными площадками для строительства ВЭС

в Южной зоне являются: Джунгарские ворота, Шелекский коридор, Курдай, Тюлькубас.

Актуальным вопросом является энергоснабжение отдаленных сельских потребителей. Значительная территория Казахстана и низкая плотность населения в сельской местности обуславливают наличие линий электропередач протяженностью около 360 тыс.км. Содержание сельских электрических сетей большой протяженности, равно как и значительные (25-50%) потери электроэнергии в них при передаче значительно повышают стоимость электроэнергии у потребителей, что делает энергоснабжение их. Кроме того, в прошедшие годы часть сельских электросетей пришла в негодность и восстановление этих сетей так же нерентабельно. По данным МСХ РК более 250 сельских населенных пунктов лишены централизованного электроснабжения. В Казахстане насчитывается порядка 180000 крестьянских хозяйств, основная часть которых (90% по данным НППЦ механизации) также не имеет доступа к централизованному электроснабжению. Остро стоит вопрос водоснабжения сельских потребителей. Многие объекты водоснабжения пришли в негодность, в том числе из-за отсутствия энергоснабжения. Отсутствие электроснабжения и водоснабжения значительно ухудшает условия проживания и возможности социально-экономического развития в сельской местности. Мощность, необходимая для покрытия дефицита энергии по удаленным объектам оценивается на уровне 150 – 170 МВт и она не будет получена в обозримом будущем без применения автономных источников энергии, даже в том случае, если к 2015 – 2017 годам будут введены новые генерирующие мощности. Поэтому экономической альтернативой решения проблем энергоснабжения удаленных потребителей

является развитие местных источников энергии на базе возобновляемой энергии.

Потребители ветроэнергетических установок – поселки, фермы, предприятия переработки сельхоз продукции, заповедники, охотничьи и лесные хозяйства, станции катодной защиты трубопроводов нефти и газа, буровые бригады, пункты безопасности движения и автозаправочные станции, железно – дорожные переезды, объекты туризма, радио и телефонная связь, объекты морской и сухопутной пограничной службы.

С целью оказания содействия развитию ветроэнергетики с привлечением отечественного научно-технического потенциала и промышленной базы, реализации планов ввода мощностей ВЭС на период до 2015 г и на перспективу до 2024 г предусматривается проведение следующих мероприятий:

- продолжить работы по определению ветрового потенциала в перспективных местах для строительства ВЭС и уточнению ветрового атласа Казахстана,
- разработать соответствующую нормативную базу и техническую документацию, технические стандарты по проектированию и эксплуатации ветроустановок,
- оказать поддержку производству современных ветроустановок малой мощности на отечественных предприятиях, а также организации центров по техническому обслуживанию ВЭУ путем предоставления долгосрочных льготных кредитов и других форм поддержки,
- организовать подготовку специалистов в высших учебных заведениях по специальности возобновляемые источники энергии.

Развитие ветроэнергетики создаст следующие социальные эффекты:

- условия для социально-экономического развития в удаленных сельских районах, дефицитных по энергии и воде,
- развитие индустриализации страны, науки и техники, освоение современных технологий.

Мировые тенденции в энергетике

В настоящее время около 80 стран мира имеют ВЭС в структуре электроэнергетики. Установленная мощность ветроэлектростанций (ВЭС) составляет порядка 95 000 МВт, или 1,5% мировой генерирующей мощности. В ветроэнергетике происходит постоянный прирост мощности, до 20-30% в год.

Национальные Программы развития ветроэнергетики имеют 43 страны мира с намерением установки сотен и тысяч МВт мощности в ближайшей и среднесрочной перспективе. Программы, как правило, сопровождаются развитием собственной базы ветроэнергетического машиностроения, стремлением наладить производство ветроустановок на своих машиностроительных заводах и снизить их стоимость. Предполагается, что уже к 2013 г установленная мощность ВЭС в мире составит около 170000 - 180000 МВт.

Ветроэнергетика рассматривается не только как экологически чистый источник энергии. Ветроэнергетика поддерживает социально-экономическое развитие стран, энергетическую безопасность и снижает зависимость экономик от цен на топливо.

Интерес к производству и приобретению рассмотренных выше роторных ветроэнергетических установок с вертикально – осевыми турбинами проявляют Россия, а также страны ближнего и дальнего зарубежья Китай, Греция, Грузия, Прибалтийские страны.

Заключение

Ветроэнергетика - энергетический резерв человечества, позволяющий при общем повышении использования энергии сохранить равновесие в окружающей среде. Насущной задачей является повышение технических и экономических показателей ветродвигателей, что может быть достигнуто освоением модульных энергетических установок с вертикально-осевыми турбинами.

Литература

1.Болотов А.В. Технологии возобновляемой энергии, потенциал и перспективы освоения неисчерпаемых энергий и возобновляемых энергетических ресурсов. Труды 5 – ой Международной научно – технической конференции «Энергети-

ка, телекоммуникации и высшее образование в современных условиях», АИЭС Алматы, 2006, с.142- 144.

2.Болотов А.В., Башкиров М.В., Сидельковский В.С. Использование энергии воздушного потока и регулирование ветроэнергетических агрегатов. Труды 5 – ой Международной научно – технической конференции «Энергетика, телекоммуникации и высшее образование в современных условиях», АИЭС,

3..Болотов А.В. Бакенов К.А. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Конспект лекций для студентов всех форм обучения специальности 050718 - Электроэнергетика – Алматы, АИЭС, 2007, 39с.

4.Национальная Программа развития ветроэнергетики в Республике Казахстан, 2008г.

ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЯ – АКТИВИРОВАННЫЙ УГОЛЬ И УГЛЕВОДОРОДЫ ИЗ ОТХОДОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Болотов Альберт Васильевич – Академик международной инженерной академии и Национальной инженерной академии республики Казахстан, докт.техн.н., профессор, кафедры электроснабжения Алматинского института энергетики и связи, г.Алматы

Зертханалық жағдайда ауыл шаруашылық өнімдерінің қалдықтарынан кең ауқымда пайдаланылатын активтендірілген көмір алудағы электр технологиялық процесс пен оны автоматты режимде өндіретін қондырғы құрастырылған. Сонымен қатар түзілген көмірсу газын, химиялық өңдеу және биожанармай алу үшін бағалы шикізат ретінде жинақтау жүргізіледі. Активтендірілген көмірдің қасиеттері мен құрылысы зерттеліп, технологияның экономикалық тиімділігі көрсетілген.

Разработаны в лабораторных условиях электротехнологический процесс получения активированного угля широкого спектра применения из отходов сельскохозяйственного производства и оборудование для его производства в автоматическом режиме. Попутно производится сбор образующихся углеводородных газов как ценного сырья для химической переработки и получения биотоплива. Изучены свойства и структура активированного угля, показана экономическая перспективность технологии.

Electric-technological process of absorbent carbon getting of wide spectrum using from farm wastes and equipment for its production in automatical regime was developped in laboratory conditions. At the same time they gather collection of developped hydrocarbon gases as essential raw material for chemical processing and biofuel getting. There was studied features and structure of absorbent carbon, showed economic prospective of the technology.

В связи с ростом населения Земли, ухудшением экологической обстановки, развитием промышленности потребность в активированном угле постоянно возрастает. Основными производителями активированного угля являются США, Великобритания, Германия, Австралия, Шри-Ланка, Китай, Япония. За исключением России и Белоруссии, страны СНГ и Балтики производствами активного угля в больших масштабах ввиду отсутствия подходящего сырья не располагают, но стоимость угля в многообразных об-

ластях его применения, составляющая от 350000 до 840000 тенге за тонну, свидетельствует о его высокой потребности. Масштабы использования активированного угля постоянно увеличиваются. Одновременно растет и его стоимость. Высокая цена хорошего активированного угля определяется, в первую очередь, стоимостью исходного сырья, которым является скорлупа кокосовых орехов, древесина редких пород, редкие виды ископаемых углей, доступные объемы которых весьма ограничены.

Человечеству катастрофически не хватает питьевой воды. По существующим прогнозам в ближайшее десятилетие более 1,5 миллиарда человек будут испытывать острый недостаток в чистой воде. В то же время, вода, находящаяся в хозяйственном обороте загрязняется промышленными отходами, нефтепродуктами при разливах нефти, бензолом и другими веществами при авариях, попадает в организм человека, животных, растений. Продукция сельского хозяйства становится скрытым «поставщиком» вредных компонентов человеку. Поэтому воду, являющуюся, наряду с энергией, стратегическим ресурсом человечества, надо очищать во всех направлениях применения. Получение воды питьевого качества является глобальной проблемой и эффективным средством для этого является активированный уголь.

Защита органов дыхания и очистка воздуха необходимы не только в производственных помещениях с опасными условиями труда, но и на улицах городов. Современные квартирные и автомобильные кондиционеры уже имеют фильтры очистки воздуха, наполненные активированным углем.

Основным процессом при производстве активированного угля является нагрев сырья до температуры 850-1000 °С и выдержка при этой температуре в течении определенного времени. В современной технологии производства угля используются топочные газы от сгорания угля, мазута или природного газа, применяется громоздкое оборудование, характеризующееся высокой энергоемкостью, выбросами вредных газов, большими потерями готового продукта.

В Алматинском институте энергетики и связи на основе изучения электрофизических свойств перерабатываемого сырья разрабатывается электротехнологический способ производства активи-

рованного угля широкого спектра применения из отходов сельскохозяйственного производства.

В основе нового способа лежит использование электрической энергии с высоким коэффициентом ее преобразования в технологическое тепло, при этом отсутствуют потери сырья и готового продукта на разных стадиях процесса.

Одновременно имеется возможность утилизации образующихся газов как биотоплива для предварительного нагрева сырья или извлечения ценных компонентов в химической технологии с выполнением высоких требований экологии.

Разработанный способ позволяет проводить в одних и тех же аппаратах регенерацию активированного угля, утратившего свои свойства в результате эксплуатации в технологических процессах, вне зависимости от его гранулометрического состава и сырьевого происхождения.

Процесс характеризуется низкой стоимостью исходного сырья, низкой капиталоемкостью оборудования, низким уровнем стоимости энергетической компоненты продукта и возможностью строительства предприятий на разных уровнях производительности.

Использование настоящей технологии может обеспечить создание в Республике Казахстан нового производства с выпуском наукоемкой, востребованной, импортозамещающей и экспортноспособной продукции, а также оборудования для создания заводов по производству активированного угля. Активный уголь широко используется во многих процессах пищевой, нефтеперерабатывающей и других отраслей промышленности, особенно при очистке воды, Активированный уголь, пожалуй, единственное средство поглощения отравляющих и зловонных газов, выбрасываемых предприятиями химической промышленности

Из более 30 направлений применения активированного угля можно выделить главные:

- очистка сточных вод промышленных предприятий и бытовых стоков, защита водоемов от загрязнения органическими соединениями и тяжелыми металлами (Hg, Pb, Cd, Cr и др.);

- получение воды питьевого качества, приготовление напитков, соков вино - водочной продукции, лекарств;

- производство воды для бытовых целей, обесцвечивание и удаление запахов;

- получение чистой воды сельскохозяйственного назначения;

- адсорбция золота и драгоценных металлов в гидрометаллургических процессах;

- очистка воздуха и технологических газов (S, SO₂, HCL HF и др.);

- ликвидация разливов нефти и нефтепродуктов;

- защита органов дыхания в производственных процессах и в случае применения боевых отравляющих веществ (противогазы).

Отличительными особенностями процесса являются:

1. Оптимальный подвод к перерабатываемому материалу тепловой и электрической энергии в автоматическом режиме на всех стадиях процесса, высокий КПД преобразования энергии.

2. Возможность точного соблюдения уровня температур по всему объему сырья и длительности стадий процесса, высокая однородность продукта по объему.

3. Отсутствие потерь сырья и готового продукта.

4. Возможность получения многофункционального активированного угля с любой дисперсностью в пределах размеров зерна с сорбционной способностью, соответствующей стандартным маркам углей.

Сопутствующий экономический эффект

1. Получение газообразных и жидких углеводородов, не извлекаемых другими способами, в объеме 50 – 60% по весу от исходного материала как сырья для химической промышленности и биотоплива с условной ценой 50 - 80 тг\кг.

Повышение экономических показателей сельского хозяйства, получение из отходов сельскохозяйственной продукции новых продуктов с высокой добавленной стоимостью.

Выход из трех тонн исходного сырья одной тонны угля и до полутора тонн углеводородных газов характеризует этот технологический процесс как исключительно рентабельный.

В активированный уголь с извлечением углеводородов могут быть переработаны не имеющие пищевой ценности зерновые материалы, не имеющие применения другие отходы производства, например, рапсовые, скорлупа фруктовых косточек, появляющаяся при производстве кураги и соков.



Рисунок 1 - Скорлупа абрикосовых косточек



Рисунок 2 - Прелая, зараженная грибом пшеница

Технологические результаты достигаются тем, что в дисперсное неэлектропроводное сырьё вводится дисперсный инициатор процесса - электропроводный уголь. При пропуске по нему тока сырьё подвергается вначале косвенному нагреву от дисперсных угольных резисторов и от массивных электродов, нагреваемых тем же током, что протекает через дисперсные проводники, а после карбонизации сырья его частицы, ставшие электропроводными, создают общую объёмную проводимость и подвергаются дополнительно прямому нагреву проходящим по ним током. Соблюдение оптимального электрического и температурного графика процесса нагрева контролируется по показаниям электрических приборов, термопар, расходомера и обеспечивается регулированием плотности тока в объёме материала, открытием кранов подачи газов и наложением вибрационных импульсов на обрабатываемый объём. Эффективное использование образующихся углеродосодержащих газов обеспечивается их сбором и подачей на циркуляцию через объём материала для его активации с последующим выводом на переработку для получения моторного топлива или других продуктов химической технологии.

Реактор для получения активированного угля содержит рабочую камеру с поперечным сечением квадратной, формы с установленными на её огнеупорных стенках массивными теплопроводными электродами. Электроды имеют каналы и отверстия для подачи активирующего агента. Трубы с отверстиями для подачи активатора также установлены в стенках рабочей камеры, выдвижном поду. В объёме нагреваемого материала и на электродах установлены термопары. Реактор имеет огнеупорную крышку с отверстиями для подачи сырья, оборудованную управляемыми кранами, компрессор,

ресивер и расходомер циркуляции активирующего агента, патрубок с краном для вывода газа на переработку, а также огнеупорный выдвижной люк - под для выгрузки продукта.

В процессе нагрева необходимо следить за темпом нагрева и длительностью выдержки угля при температуре активации. Это обеспечивается устройствами автоматического поддержания заданного температурного режима нагрева сырья и регулирования температуры в реакторе. Эти функции на автоматизированной лабораторной установке выполняют регуляторы ХТМ-101, сигнализирующие также о завершении процесса и необходимости выгрузки продукта.

На рисунке 3 показан момент выгрузки горячего активированного угля из реактора в поддон.

Выделение газа в процессе начинается при достижении температуры внутри реактора в пределах $100 \div 180^\circ\text{C}$. В начале процесса газ насыщен водяным паром. С повышением температуры до $300 \div 400$ градусов начинают разлагаться углеводороды, содержащиеся в сырье - белки, жиры, углеводы и газ становится горючим. С повышением температуры до 500 градусов выделение газов возрастает. После достижения температуры 700 – 750 газовыделение прекращается и начинается процесс активации.

В промышленном технологическом процессе технологические газы могут быть использованы для предварительного подогрева и просушки сырья, перед загрузкой в реактор. Это позволит снизить затраты энергии на получение угля, реализовать режим энергосбережения.

Нагрев загружаемого материала - садки - до определенной температуры активации $T_{акт}$, поддерживаемой в течение заданного времени $T_{выд}$ производится с необходимой точностью. Он состоит из этапов, связанных с изменением удель-



Рисунок 3 - Идет разгрузка реактора



Рисунок 4 - Выпуск горючего газа

ного электрического сопротивления садки при повышении температуры. Для поддержания оптимального тока существует необходимость изменения подводимого напряжения путем переключения ступеней трансформатора. Применяемые в установке двухобмоточные автотрансформаторы совместно с сетевым напряжением образуют пять ступеней напряжения – 40, 100, 140, 180 и 220 В. На всех ступенях напряжения, кроме пятой

(220В), под нагрузкой напряжение снижается в связи с потерей напряжения в обмотках трансформаторов и становится соответственно $32 \div 36$, $65 \div 78$, $118 \div 134$ и $165 \div 171$ В. Четвертая и пятая ступени являются стартовыми, обеспечивающими начало процесса, первая, вторая и третья ступени могут настраиваться на другие значения напряжения при обработке разного сырья. В начальный период работы автоматически поддерживается неизмен-

ным ток в реакторе, равный номинальному току трансформатора. После выравнивания температуры по всему объему реактора наступает второй этап процесса – выдержка садки при температуре активации. В этот период осуществляется автоматическое поддержание температуры в режиме позиционного регулирования в диапазоне $T_{акт.мин} \div T_{акт.макс}$ с точностью $\pm 20^{\circ}\text{C}$, осуществляемого с помощью программируемого пирометра. Процесс управления может осуществляться как непрерывным, так и дискретным способом. Это позволяет применить позиционное регулирование. При таком регулировании в качестве исполнительного устройства используется коммутационная аппаратура – электромагнитные пускатели.

Схема автоматического управления состоит из нескольких цепей – это силовые цепи источников питания, цепи трансформаторов тока, оперативные цепи напряжением 380В, оперативные цепи напряжением 220В, цепи индикации, поддержания и выдержки температуры.

Питание силовых цепей осуществляется от сети напряжением 220В через

вводной автомат QF1 двумя двухобмоточными автотрансформаторами. Все цепи разделяются на цепи первой, второй, третьей, четвертой и пятой ступеней.

Первая ступень силовых цепей получает питание от автотрансформатора Т1. Питание реактора осуществляется через силовые нормально открытые контакты пускателя КМ1. Во всей схеме используются пускатели марки LG-smw-20 РВ. В цепи фазного провода устанавливается трансформатор тока ТА1, с коэффициентом трансформации $КТ = 10$. Аналогичные трансформаторы тока устанавливаются во всех остальных цепях.

Вторая, третья, четвертая ступени построены аналогично первой. В этих цепях реактор получает питание от автотрансформаторов Т1 и Т2 с использованием пускателей КМ2, КМ3, КМ4. В цепи каждой ступени устанавливаются трансформаторы тока, соответственно ТА2, ТА3, ТА4.

На пятой ступени реактор получает питание непосредственно от сети 220В. В этой цепи используются пускатель КМ5 и трансформатор тока ТА5.

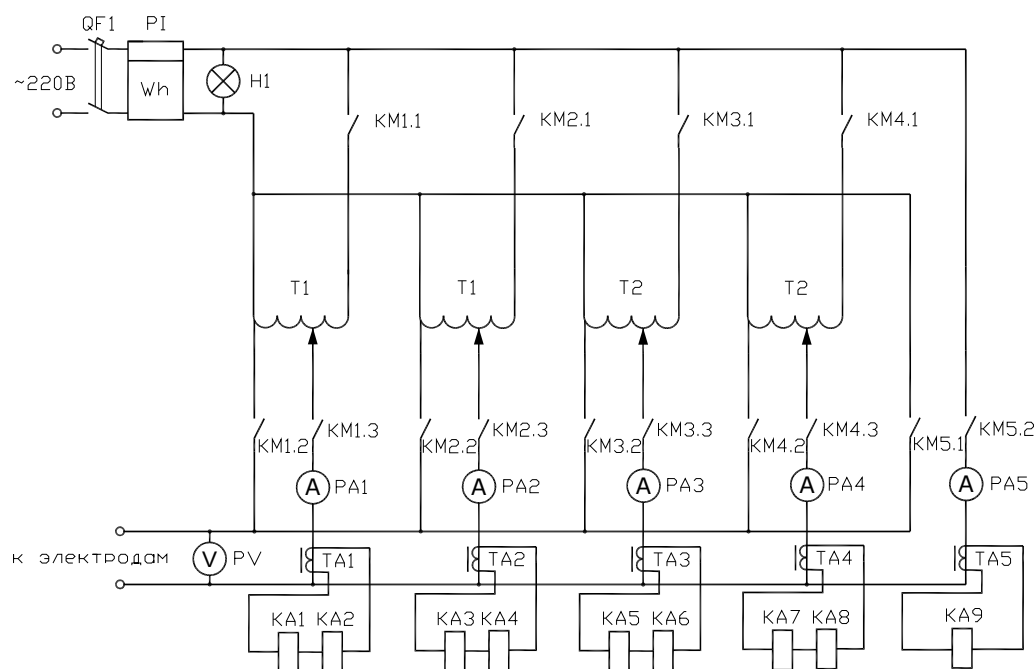


Рисунок 5 - Схема электроснабжения реактора

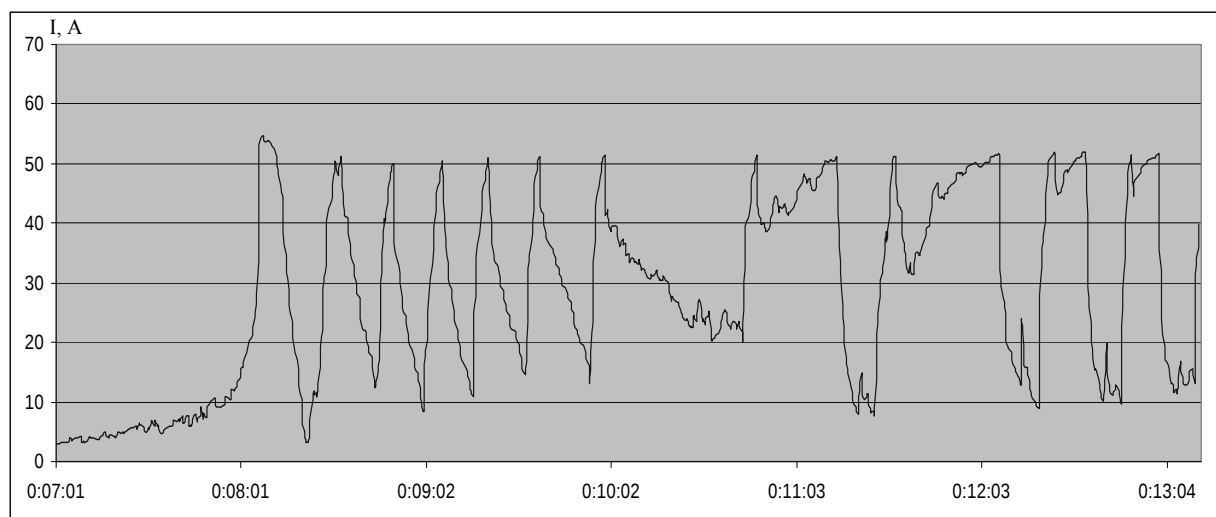


Рисунок 6 - Регистрограмма тока. Ток в начале процесса показан в левой крайней части регистрограммы

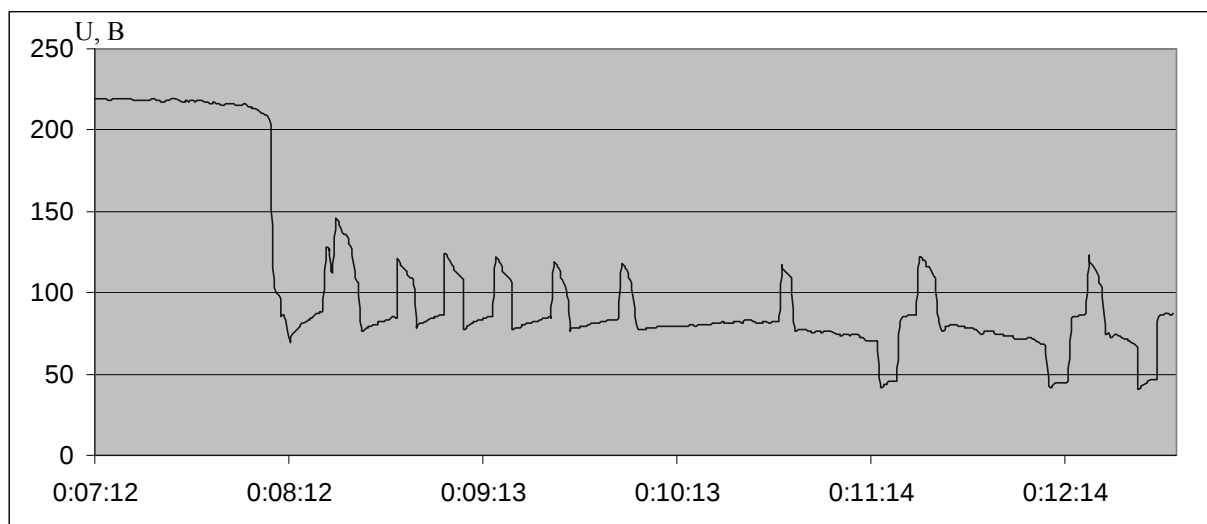


Рисунок 7 - Регистрограмма напряжения. В левой части видно напряжение в начале процесса

Регистрограммы автоматического управления показывают следующее. В течение первых 12с напряжение повышается пятью шагами до 220В. На этом напряжении начинает течь ток, постепенно повышающийся до значения 53А. В этот момент срабатывает реле максимального тока, отключает пятую ступень напряжения и включает в момент 08.21 четвертую ступень с напряжения 140В. На этой

ступени ток достигает 50А, что больше номинального и система автоматики переводит питание реактора на третью ступень 120В. В этом режиме поддерживается ток на уровне 50А. При снижении сопротивления стартового слоя и росте тока выше разрешенного уставкой реле тока, происходят переключения на вторую и первую ступени.

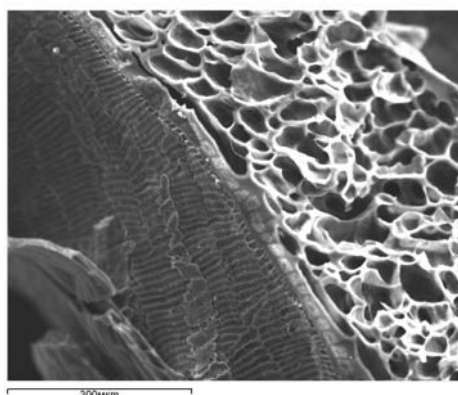


Рисунок 8 - Управление процессом осуществляется одним оператором

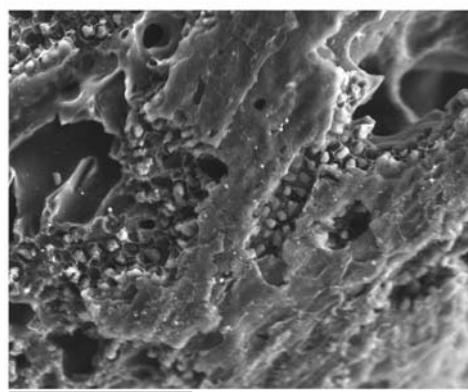


Рисунок 9 - Активированные угли, полученные из рапсовых отходов и засоренной, больной пшеницы (слева направо)

Внутренняя структура получаемых активированных углей изучалась с использованием микросъемки во вторичных электронах.



а)



б)

Рисунок 10 - Электронные фотографии структуры активированного угля, полученного из зерна пшеницы

Соединения тяжелых и щелочных металлов собираются внутри пор и на поверхности частиц (рис.10б), препятствуют дальнейшему усвоению веществ. Уголь «устает».

Возврат работоспособности происходит после промывки угля химическими реагентами - процесс химической десорбции с последующим процессом термической регенерации в электрическом реакторе.

У регенерированного и свежего активированного угля из пшеницы, показанного на следующей электронной фотографии, поры открыты (рис.14.а).

Полученные угли обладают сорбционной способностью, на уровне стандартных углей, хорошо улавливают разлитые на поверхности воды углеводороды.

Разработанный бизнес-план показывает, что производство активированного угля с выпуском готовой продукции объемом 158,4 тонн в год и при полной реализации готовой продукции является прибыльным. Точкой безубыточности фирмы является реализация товара в объеме 125,14 тонн в год. При этом создаются 16 рабочих мест. Цена получаемого угля является конкурентоспособной на мировом рынке активированного угля даже при пессимистическом ее формировании и составляет 175000 тенге за тонну.

Выводы

Изучение электрофизических свойств дисперсного карбонизированного сырья и активированного угля показало возможность разработки технологии производства угля с использованием прямого электрического нагрева.

Предложен способ и реализована схема прямого резистивного нагрева сырья, с учетом изменения электропроводных свойств материала в массе, связанных

с удалением содержащихся в сырье веществ.

Установлена зависимость сопротивления угля от температуры и статического давления, что позволяет использовать вольтамперную характеристику нагреваемой массы при конструировании реакторов и управлении процессом.

На основании теоретических и экспериментальных данных разработана, сконструирована, изготовлена и испытана автоматизированная экспериментальная установка.

Анализ результатов показал перспективность дальнейшего развития разработанного способа производства и регенерации активированного угля из отходов сельскохозяйственного производства.

Полученные материалы могут быть использованы для разработки автоматизированной опытно – промышленной установки по производству активированного угля из новых видов сырья.

Литература

1. Болотов А.В. Получение активированного угля с использованием электрического нагрева, Вестник инженерной академии Республики Казахстан №2 (10) 2003г. С166 -172.
2. Болотов А.В., Болотов С.А., Ногай В.К., Леонтьева Н.С. Способ нагрева активируемой массы при производстве и регенерации дисперсных активных углей и устройство для его осуществления. Предварительный патент РК на изобретение № 14189, Кл. С01Б37/08(7). Бюл. № 4, 2004г.
3. Болотов А.В., Болотов С.А., Ногай В.К. Способ получения активированного угля и устройство для его осуществления. Предварительный патент №14190 по заявке 2002/1233, Бюл. №4, 2004г.
4. Болотов А.В., Леонтьева Н.С., Медеуов Ч.К. Электрический нагрев угля

при регенерации // Сб. трудов по материалам второй международной научно-технической конференции (Энергетика, телекоммуникации и высшее образование в современных условиях) АИЭС, Алматы, 2000, С. 164-167.

5. Болотов А.В. Борашов Д., Буралкинова А., Вершинин А., Тасыбекова А.,

Машкина С.В. Области применения и технико – экономические показатели активированных углей. Труды 5 – ой Международной научно – технической конференции «Энергетика, телекоммуникации и высшее образование в современных условиях», АИЭС, Алматы, 2006, с.286 – 288.



ЧАСТОТНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ С УПРАВЛЯЕМЫМИ ТИРИСТОРАМИ

**Сагитов Пулат Исмаилович – докт. техн.наук, профессор, зав.
кафедрой электропривода и автоматизации промышленных установок
Алматинского института энергетики и связи, г.Алматы**
**Алмуратова Нургуль Канаевна – ст. преподаватель кафедры
электропривода и автоматизации промышленных установок
Алматинского института энергетики и связи, г.Алматы**

*Бұл мақалада жиіліктік түрлендіргіштерінде әртүрлі жартылайоткізгішті
күштік элементтерін тиімділік және үнемділік жағынан пайдаланудың салыстыр-
масы келтірілген.*

*В статье приведены сравнения использования различных полупроводниковых сило-
вых элементов в преобразователях частоты с точки зрения эффективности и эконо-
мичности.*

*This article contains comparisons of the usage of varied transistorized power elements in
transformers of frequency from the effectivity and economical point of view.*

Появление запираемых тиристоров в 90-ые годы 20-го столетия привело к заметному упрощению преобразователей частоты (ПЧ) на основе автономного инвертора напряжения за счет исключения узлов принудительной коммутации и устройств подзаряда коммутирующих конденсаторов, формирователей импульсов для коммутирующих тиристоров и др. Поэтому ПЧ с автономными инверторами напряжения (АИН) на запираемых тиристорах (ЗТ) превосходят по массогабаритным показателям аналогичный преобразователь с АИН на обычных тиристорах.

Целесообразность применения ЗТ в автономных инверторах тока (АИТ) не столь очевидна, как в АИН, поскольку в инверторе тока даже при использовании ЗТ будут оставаться коммутирующие (а

точнее, по названию - компенсирующие) конденсаторы или, в общем случае, некоторые устройства сброса энергии.

Все варианты схем АИТ на ЗТ, сообщения о которых имеются в зарубежных источниках, могут быть сведены к двум наиболее типичным вариантам. Первая схема (рисунок 1) представляет собой обычный трехфазный параллельный инвертор тока, т.е. отличается от АИТ с отсекающими диодами (ОД) применением в качестве управляемых ключей запираемых тиристоров и отсутствием отсекающих диодов. Однако известно, что ОД в АИТ не только обеспечивают высокую коммутационную устойчивость, но и исключают постоянное существование колебательных контуров из конденсаторов и индуктивности короткого замыкания двигателя.

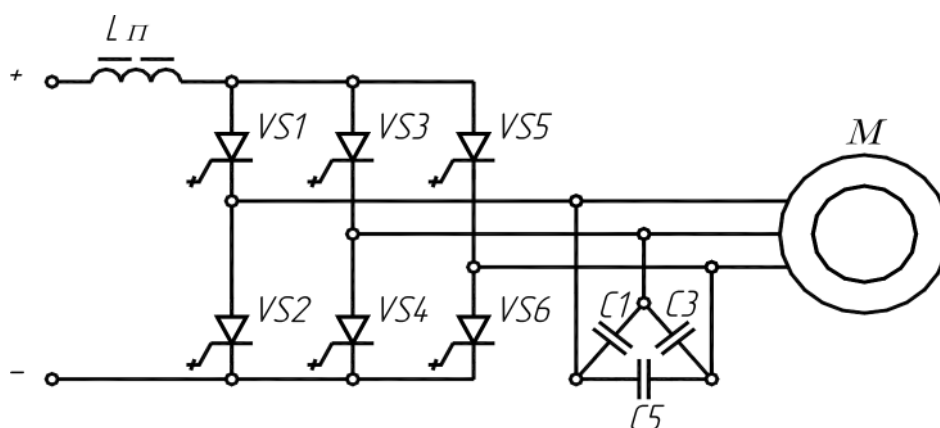


Рисунок 1 - Схема параллельного АИТ на ЗТ.

В параллельном инверторе тока фирмы «Allen Bradley», возможно возникновение высокочастотных колебаний, для борьбы с которыми используются специальные усложнённые алгоритмы управления, например, алгоритм “shoot-through” (сквозное закорачивание плеча инвертора).

Более оптимальный подход к созданию АИТ на ЗТ наблюдается в схеме,

изображенной на рисунке 2. Эта схема, помимо собственно трехфазного мостового инвертора на ЗТ, содержит, в общем случае, устройство сброса энергии, состоящее из диодного моста и конденсатора выполняющего функции ограничителя коммутационных перенапряжений, и устройства возврата энергии в цепь постоянного тока, на 4-х запираемых тиристорах и 4-х диодах.

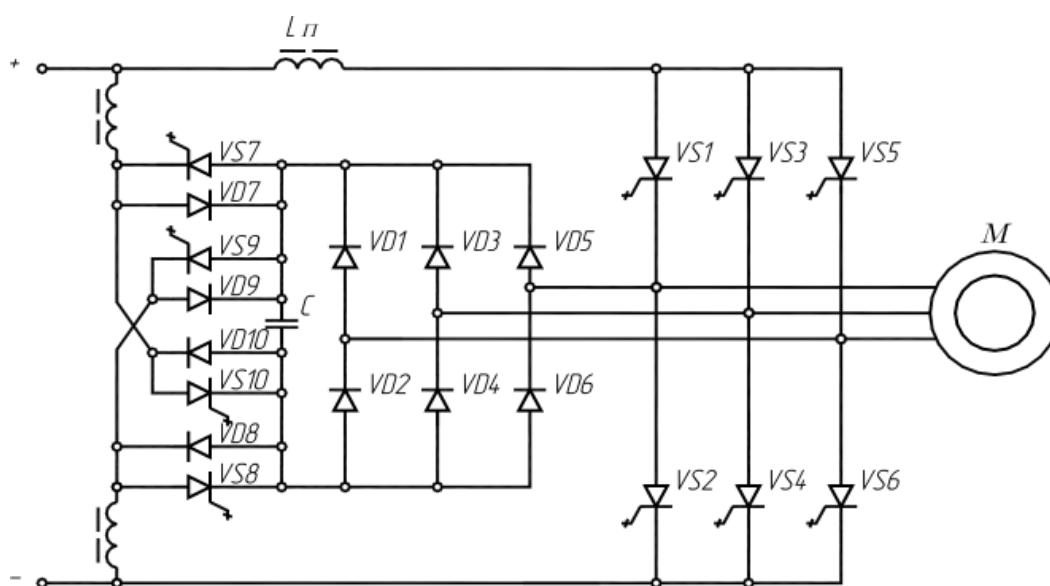


Рисунок 2 - Схема АИТ на ЗТ с устройством сброса.

Проведенный ниже анализ дает возможность определить мощность идеализированного устройства сброса и верхней граничной частоты ПЧ на базе АИТ.

Оценим, энергию, выводимую в идеализированное устройство сброса за один цикл коммутации.

Ток на интервале коммутации меняется по закону:

$$i(t) = I_0 - \frac{U_L}{2L'_1} \cdot t, \quad (1)$$

$$\text{где: } U_L = U_0 - \sqrt{3}E_2 \cos \theta$$

(т.е. при допущении о неизменности э.д.с. двигателя $\sqrt{3}E_2 \cos \theta$ на интервале коммутации - ток меняется по линейному закону). Из (1) получаем, что длительность коммутации:

$$T = \frac{I_0 \cdot 2L'_1}{U_0 - \sqrt{3}E_2 \cos \theta}. \quad (2)$$

Тогда оцениваемая энергия равна

$$\begin{aligned} W_{1 \text{ цикл коммутации}} &= U_0 \cdot \int_0^T i(t) dt = U_0 (I_0 T - \\ &\quad - \frac{U_{L_1}}{2L'_1} \cdot \frac{T^2}{2}) = U_0 \cdot I_0 \cdot \frac{T}{2} = \\ &= \frac{U_0 \cdot I_0^2 \cdot L'_1}{U_0 - \sqrt{3}E_2 \cos \theta} = \frac{I_0^2 \cdot L'_1}{1 - \frac{\cos \theta}{K_{\Pi}}}, \end{aligned} \quad (3)$$

где $K_{\Pi} = \frac{U_0}{\sqrt{3}E_2}$ - коэффициент коммутационных перенапряжений.

Определим мощность устройства сброса:

$$\begin{aligned} P_{\text{СБР.}} &= \frac{I_0^2 \cdot L'_1}{1 - \frac{\cos \theta}{K_{\Pi}}} \cdot 6f = \frac{I_0^2 \cdot L'_1}{1 - \frac{\cos \theta}{K_{\Pi}}} \cdot 6 \frac{\omega_H \cdot \alpha}{2\pi} = \frac{3}{\pi} \cdot \\ &\quad \cdot \frac{I_0^2 \cdot x'_1 \cdot \alpha}{1 - \frac{\cos \theta}{K_{\Pi}}}. \end{aligned} \quad (4)$$

Перейдем к относительным единицам, приняв за базовую установленную мощность инвертора:

$$\begin{aligned} P_{\text{СБР.}}^* &= \frac{P_{\text{СБР.}}}{P_{\text{БАЗ.}}} = \frac{\frac{3}{\pi} \cdot \frac{I_0^2 \cdot x'_1 \cdot \alpha}{1 - \frac{\cos \theta}{K_{\Pi}}}}{\frac{3}{\sqrt{2}} \cdot U_{\text{БАЗ.}} \cdot I_{\text{БАЗ.}}} = \frac{\pi}{6} \cdot \frac{\alpha}{\cos^2 \theta} \cdot \frac{x'_1}{x_1^2} \cdot \\ &\quad \cdot \frac{1}{1 - \frac{\cos \theta}{K_{\Pi}} \cdot \frac{x_0}{x_1}}. \end{aligned} \quad (5)$$

В конечном выражении (5) для сопротивлений в относительных единицах оставлены те же обозначения, что и для сопротивлений в абсолютных единицах в (4).

Проведя расчет величины $P_{\text{СБР.}}^*$ для следующих исходных данных

$$\alpha = 1; \quad K_{\Pi} = 1,2; \quad I_0 = \frac{\pi}{\sqrt{6}} I_{\text{НОМ.}}, \cos \theta = 0,323,$$

получаем $P_{\text{СБР.}} = 0,14$.

Не менее существенным недостатком рассматриваемого инвертора является его многоэлементность; общее количество полупроводниковых приборов - 20 против 12 в АИТ с ОД, в том числе управляемых приборов (в данном случае - ЗТ), требующих формирователей импульсов - 10 против 6-ти в АИТ с ОД. Следует также учесть общие сложности, связанные с применением ЗТ, такие, как необходимость усложнения формирователей импульсов, необходимость применения усложненных защитных РСД-цепей, токоограничивающих реакторов в цепях возврата энергии, повышенные по сравнению с обычными тиристорами падения напряжения и стоимость ЗТ.

Указанные недостатки очевидны, в качестве достоинств предлагаемого АИТ выдвигают не его простоту и высокие массогабаритные показатели, а возможность работы на высоких частотах. Данное утверждение также подлежит оценке.

Поскольку, рассматриваемый АИТ содержит общее для всех тиристорных устройств сброса энергии, предельная длительность интервала коммутации составляет 60° . Тогда (2) можно переписать в следующем виде:

$$\frac{1}{6\alpha_{\text{пред}} \cdot f_H} = \frac{I_0 \cdot 2L'_1}{U_0 - \sqrt{3}E_2 \cos \theta}, \quad (6)$$

откуда, переходя к относительным единицам, получаем:

$$\alpha_{\text{пред}} = \frac{(K_{\Pi} - \frac{x_0}{x_1} \cdot \cos \theta) \cdot \cos \theta \cdot x_1}{\sqrt{2} x'_1}. \quad (7)$$

Рассмотрим режим х.х., в котором изменение величины коэффициента коммутационных перенапряжений K_{Π} существенно влияет на длительность интервала коммутации T , а значит, и на предельную величину $\alpha_{пред.}$

В этом режиме:

$$\alpha_{пред.} = \frac{K_{\Pi} \cdot x_1 - x_0}{\sqrt{2x'_1}}. \quad (8)$$

Данная зависимость $\alpha_{пред.} = f(K_{\Pi})$ приведена на рисунке 3.

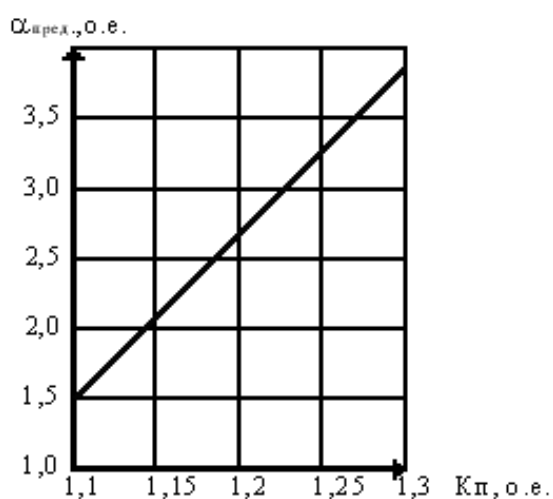


Рисунок 3 - К определению предельной частоты АИТ на ЗТ.

Вывод:

Полученные результаты подтверждают, что применение ЗТ в АИТ вместо обычных тиристоров является спорным, поскольку без явного улучшения функциональных свойств преобразователя, приводит к его существенному усложнению.

Относительно большое разнообразие схем АИТ, предлагаемых в литературе для использования в системах частотно-регулируемого электропривода, требует проведения специального сопоставительного анализа с целью определения наиболее рациональной схемы. В качестве критерия рациональности инвертора необходимо принимать максимальную схемную простоту, высокие показатели технологичности на заводе изготовителе и обеспечение повышенной надежности при эксплуатации.

Условия выбора емкости коммутирующих конденсаторов для схем АИТ с ОД, АИТ с КТ, АИТ с трёхступенчатой коммутацией и АИТ с ускоренным перезарядом, должны учитывать снижение напряжения на конденсаторе и коммутационных перенапряжений на двигателе.

Наиболее перспективным для частотно-регулируемых электроприводов представляется схема АИТ с ОД.

В АИТ тиристоры с «мягким» восстановлением (SRT-тиристоры), позволяют существенно повысить надёжность преобразователя за счёт снижения уровня перенапряжений при выключении полупроводникового прибора.

Литература:

1. Сокол Е.И., Бару А.Ю., Шиднес Ю.Л., Лукпанов Ж.К. Опыт разработки и внедрения ПЧ для регулируемого электропривода насосных агрегатов магистральных нефтепроводов. М – Электротехника, №7, - 2004г. С 47-52.

ОПЫТ РЕЗИСТИВНОГО ЗАЗЕМЛЕНИЯ НЕЙТРАЛИ В СЕТЯХ 6-10 КВ КАЗАХСТАНА

Казыханов Ерген Алтаевич – магистрант кафедры электроснабжения

Алматинского института энергетики и связи, г. Алматы

**Утегулов Нуржан Имангалиевич – канд. техн. наук, профессор,
исполнительный директор корпорации «ZHERSU», г. Алматы**

Қазақстанның 6-10 кВ қалалық кәбілдік электр тораптарында нейтралін жоғары омды резистивті жерлендіруді қолданысқа енгізу және пайдаланудың нәтижесі айқындалуда. Дога сөндіргіш реакторларын баптаудың әртүрлі тәсілінде догалы және резонансты асқын кернеулерін шектеудің тиімділігі анықталған.

Излагаются результаты внедрения и эксплуатации высокоомного резистивного заземления нейтрали в городских кабельных сетях 6-10 кВ Казахстана. Определена эффективность ограничения дуговых и резонансных перенапряжений при различных способах настройки дугогасящих реакторов.

Results of installation and operation of high-resistance resistive grounding of a neutral in city cable networks 6-10 кВ of Kazakhstan are stated. Efficiency of restriction arc and resonant overvoltage is certain at various ways of adjustment reactors.

Виды внутренних перенапряжений и их воздействия на изоляцию

Перенапряжения при дуговых однофазных замыканиях на землю (ОЗЗ).

Большинство повреждений в кабельных сетях 6-10 кВ связаны с возникновением переходных процессов при дуговых однофазных замыканиях на землю (ОЗЗ). ПУЭ и ПТЭ допускают длительное (до 2 часов) существование ОЗЗ в электрических сетях 6-10 и 35 кВ /1/.

Режим заземления городских кабельных сетей 6-10 кВ сопряжен с наличием значительных емкостей фаз, что оправдывает применение в рассматриваемых сетях в качестве заземляющего устройства дугогасящих реакторов (ДГР), компенсирующих емкостный ток при возникновении в сети “металлического” ОЗЗ. Однако необходимо иметь в виду, что в

начальный момент возникновения дугового ОЗЗ через ДГР проходит свободный ток, кратность которого превышает установившееся значение тока “металлического” ОЗЗ. Кроме того, свободный ток дугового ОЗЗ имеет медленно затухающий характер: добротность контура нулевой последовательности кабельной сети с ДГР составляет $X_n / R_n > 50 \dots 100$.

Феррорезонансные перенапряжения (ФП), возникающие как следствие неполнофазных режимов работы трансформаторов внутриквартальных ПС в городских кабельных сетях 6-10 кВ, зачастую сопровождаются протеканием по обмоткам ВН измерительных трансформаторов напряжения сверхтоков (2А и более), что приводит к их быстрому термическому разрушению.

Резонансные смещения нейтрали (РСН). Вероятность возникновения пе-

перенапряжений при РСН вполне реальна в городских кабельных сетях 6-10 кВ, работающих, как правило, с компенсированной с помощью ДГР нейтралью.

Согласно ПТЭ "... дугогасящие аппараты должны иметь резонансную настройку. Допускается настройка с перекompенсацией".

При возникновении на участках сети продольной несимметрии типа "обрыв" (например, перегорание предохранителей в фазах), а также в переходных процессах с пофазным отключением ОЗЗ ("разбежка" во времени отключения полюсов выключателя) в городской кабельной сети 6-10 кВ могут иметь место значительные по величине РСН.

Резистивное заземление нейтрали сети 6-10 кВ – проблемы и решения.

Устоявшимся можно считать мнение авторитетных экспертов [2-4], что режим изолированной нейтрали в сетях 6-10 кВ уже себя изжил.

Ниже излагается опыт внедрения и эксплуатации мер, предложенных и реализованных совместно сотрудниками АИЭС и С-ПБПУ в конце 80-х и начале 90-х годов в кабельных сетях 6-10 кВ гг. Алматы, Талдыкоргана и сетях с.н. электростанций (АТЭЦ-1-3 и др.), по защите от внутренних перенапряжений, на базе высокоомного резистивного заземления нейтрали.

Расчетная схема замещения участка городской кабельной сети, подключенного к секциям сборных шин 6-10 кВ питающей подстанции 110-220/6-10 кВ, приведена на рисунке 1, где L, R – эквивалентная индуктивность и активное сопротивление прямой последовательности источника питания (подстанция 110-220/6-10 кВ и система).

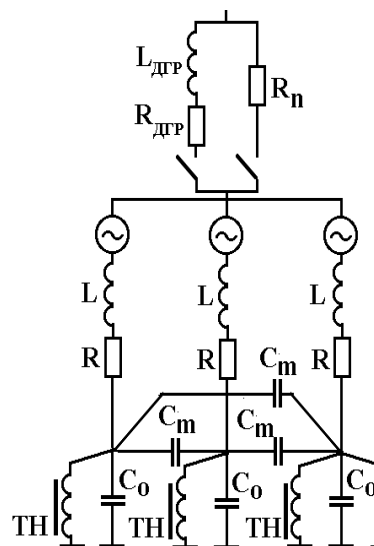


Рисунок 1 – Расчетная схема замещения для анализа дуговых и феррорезонансных перенапряжений в городской кабельной сети 6-10 кВ

Последние определяются следующим образом: параметры трансформатора питающей подстанции 110-220,6-10 кВ – по каталожным данным (номинальная мощность, напряжение к.з. - u_k , потери активной мощности - ΔP_k , и т.п.); C_0 , C_m – соответственно, суммарная емкость кабельных линий участка городской распределительной сети 6-10 кВ относительно земли и между фазами. ТН, Д, ДГР – условные обозначения измерительного трансформатора напряжения (например, трансформатор контроля изоляции типа НТМИ), дугового промежутка и дугогасящего реактора; L_p , R_p , R_n – индуктивность ДГР, его активное сопротивление и сопротивление резистора, устанавливаемого в нейтраль кабельной сети параллельно ДГР.

Расчеты переходных процессов с использованием данной схемы замещения выполнены с помощью программы "RAST" (разработчик – кафедра «Электрические системы и сети» С-ПБПУ), входящей в состав вычислительного комплекса "Triada". Разработчики программы "RAST" сознательно не исполь-

зовали методы моделирования ферромагнитных устройств, базирующиеся на аппроксимации кривой намагничивания (вольт-амперная характеристика стали магнитопровода), т.к. она, как правило, определяется при синусоидальном напряжении, а используется в расчетах при напряжении сложной формы.

Перенапряжения при дуговых ОЗЗ.

Основными факторами, которые характеризуют перемежающуюся электрическую дугу, возникающую в месте ОЗЗ, являются: пробивное напряжение дугового промежутка – $U_{\text{пробив.}}$; число повторных зажигания дуги – $n_{\text{дуг.ОЗЗ}}$, следующих после первичного пробоя; изоляции в месте дугового ОЗЗ; длительность непрерывного горения дуги – $t_{\text{дуги}}$.

В расчетах, результаты которых изложены ниже, использовалась модель дугового промежутка (D) на основе динамического уравнения баланса энергии в дуговом канале заданной длины, учитывающей изменения радиуса ионизированного столба дуги от времени и температуры. Учитывалась и возможность горения дуги в узком щелевом зазоре при интенсивном газовыделении при разложении масло-канифолиевого компаунда кабелей.

Пробивные напряжения канала дуги $U_{\text{пробив.}}$ при первом и последующих пробоях задавались в исходных данных и обычно варьировались от величины $U_{\text{пробив.мин.}}$, равной амплитуде фазного напряжения, до максимально возможной в заданных расчетных условиях величины $U_{\text{пробив.макс.}}$.

Применение в городской кабельной сети 10 кВ г. Алматы регулируемых ДГР типа РЗДПОМ-480/10 У1 при производстве оперативных переключений в сети приводит к неизбежной расстройке ре-

зонанса L-C контура и возникновению перекомпенсации ($X_{\text{ДГР}} > X_C$). Следствием этого является возможность установления длительных повторяющихся пробоев изоляции в месте ОЗЗ при высоком значении пробивного напряжения в месте возникновения ОЗЗ.

На рисунке 2 показаны многократные повторные зажигания дуги в кабельной сети 10 кВ с наиболее часто применяемой в практике эксплуатации перекомпенсацией¹ ДГР ($X_p=90 \text{ Ом}$) при значении пробивного напряжения дугового промежутка, равном $U_{\text{проб.}}=1,5 U_{\text{ф.макс}}$, что характерно для кабелей с высоким качеством изоляции. Время существования тока дуги при этом достаточно малое, равное 1,0 мс.

Опыт внедрения и последующей эксплуатации установок высокоомного резистивного заземления нейтрали в кабельные сети гг. Алматы и Талды-Коргана показали, что с помощью указанной меры можно значительно повысить надежность работы изоляции элементов сети при сохранении всех преимуществ работы сети с компенсацией емкостного тока ОЗЗ.

На рисунке 3 показаны расчетные осциллограммы процесса дугового ОЗЗ в сети с ДГР и током ОЗЗ, равным $I_{\text{ОЗЗ}} = 5 \text{ А}$. Параллельно ДГР включен резистор – $R_n = 1300 \text{ Ом}$. Высокоомный резистор R_n , включенный в нейтраль городской кабельной сети 6-10 кВ параллельно ДГР, обеспечивает стекание заряда нулевой последовательности за время T между ближайшими повторными зажиганиями дуги в месте ОЗЗ (условие повторного зажигания дуги в месте ОЗЗ – $U_{\text{пробив.}} > U_{\text{ф.м.}}$), близкое к полупериоду промышленной частоты. Сопротивление данного резистора выбирается по соотношению:

¹ 100% компенсации емкостного тока ОЗЗ отвечает индуктивное сопротивление ДГР, равное $X_{\text{ДГР}}=100 \text{ Ом}$.

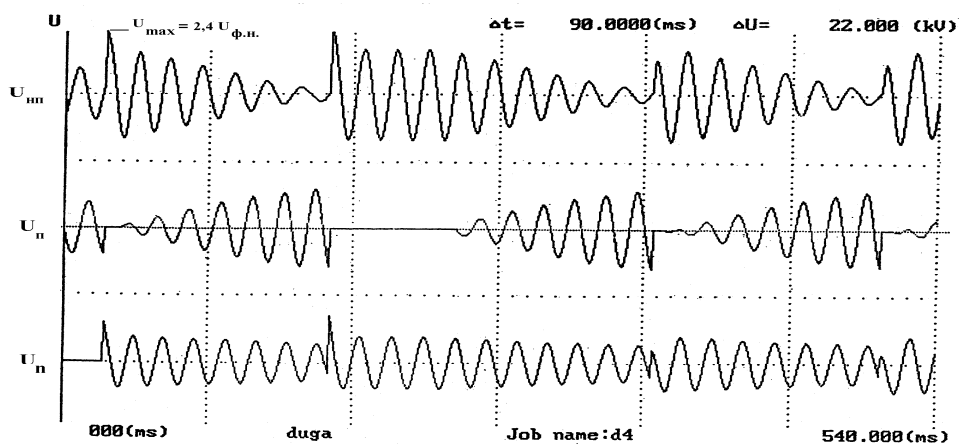


Рисунок 2 - Расчетная осциллограмма процесса дугового ОЗЗ при перекомпенсации (ХДГР=90 Ом – 110%) емкостного тока с помощью ДГР и отсутствия резистора в нейтрали

$$R_n = 3T / (C_0 - L_{ДГР}), \text{ где } 3T \approx 0,01 \text{ с.}$$

Резистор, выбранный из этого условия, создает в месте дугового ОЗЗ активную составляющую тока ОЗЗ, близкую по своему значению величине индуктивного тока при 10% перекомпенсации с помощью ДГР емкостного тока кабельной сети. Действительно, расчетное значение тока “металлического” ОЗЗ равно

$$I_{ОЗЗ} = 3U_{\phi} / \omega(C_0 - L_{ДГР}),$$

а ток резистора, включенного параллельно ДГР – $I_R = U_{\phi} / R_n$.

Из условия $I_{ОЗЗ} = I_R$ получаем соотношение для выбора величины сопротивления, стационарно включенного в нейтраль участка городской кабельной сети резистора.

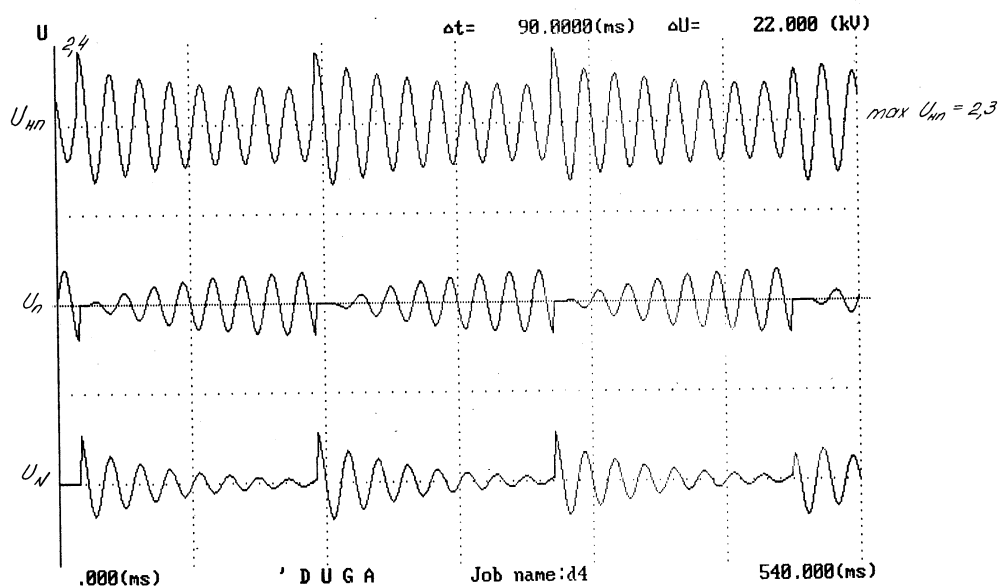


Рисунок 3 - Расчетные осциллограммы процесса дугового ОЗЗ в кабельной сети 10 кВ при включении в нейтраль параллельно ДГР резистора - $R_n = 1300 \text{ Ом}$.

Результаты серии расчетов дуговых ОЗЗ, выполненных при различных степенях компенсации емкостного тока участка городской кабельной сети с помощью ДГР ($X_{\text{ДГР}} = 100 \text{ Ом} - 100\%$; $X_{\text{ДГР}} = 90 \text{ Ом} - 110\%$; и $X_{\text{ДГР}} = 125 \text{ Ом} - 80\%$) и варьировании сопротивления резистора, включенного параллельно ДГР, обобщены на рисунке 4.

Здесь, по оси ординат отмечены кратности K перенапряжений по отношению к базисной величине напряжения смеще-

ния нейтрали U_{xx} , имеющей место в сети при отсутствии ДГР.

Выполненные расчеты процессов при дуговых ОЗЗ показали, что заземление нейтрали через высокоомный резистор $R_n = 1100 \text{ Ом}$ (6 кВ) и $R_n = 1600 \text{ Ом}$ (10 кВ) обеспечивают быстрое (за время не более 0,01 с.) стекание избыточных зарядов емкостей и тем самым ограничивают перенапряжения при ОЗЗ до уровня - $U_{\text{пер. max.}} < 2,3 U_{\text{ф. max.}}^2$.

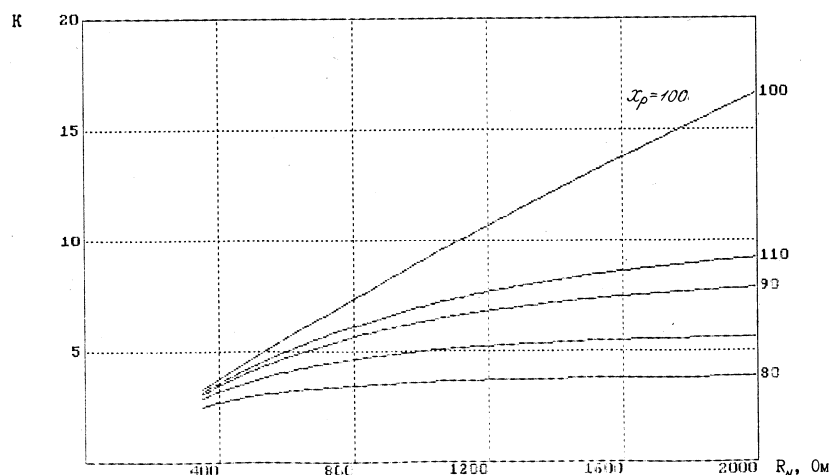


Рисунок 4 – Кратность перенапряжений на нейтрали (K) по отношению к напряжению на нейтрали в отсутствии ДГР в зависимости от величины шунтирующего резистора при различном сопротивлении ДГР

Феррорезонансные перенапряжения в кабельных сетях 6-10 кВ возникают при параллельном и/или последовательном соединении емкости сети с нелинейной индуктивностью со сталью. Резонировать с емкостью участка городской кабельной сети 6-10 кВ, которая может достигать величины, равной 10-20 мкФ и более, могут только силовые понижительные трансформаторы 6-10/0,4 кВ мощностью 400 – 1000 кВА.

Данные силовые трансформаторы имеют трехстержневой магнитопровод и изолированную нейтраль обмотки ВН. Проведем аналогию между феррорезо-

нансными явлениями в кабельных сетях 6-10 кВ и известными в электротехнике статическими преобразователями однофазного напряжения в трехфазное.

Ситуация с однофазным питанием силовых трансформаторов, установленных, например, на внутриквартальных подстанциях 6-10/0,4 кВ городской кабельной сети, может иметь место при перегорании предохранителей, обеспечивающих защиту трансформаторов 6-10/0,4 кВ от сверхтоков к.з. В итоге силовой трансформатор переходит в режим работы рассмотренного выше статического преобразователя.

² По нормам МЭК $U_{\text{исп. однофазн. МЭК}} = 2U_{\text{лин.}} = 3,5 U_{\text{ф}}$, а по нормам, принятым в странах СНГ - $U_{\text{исп. однофазн. СНГ}} = 1,5U_{\text{лин.}} + 1000 \text{ В} = 2,9 U_{\text{ф}}$.

Обычно номинальная индукция в силовых трансформаторах 6-10/0,4 кВ мощностью 250-1000 кВА составляет 1,5 Тл, что при его работе в режиме статического преобразователя соответствует повышению напряжения на третьей фазе на 30-40% сверх номинального значения. Этого более чем достаточно для перевозбуждения измерительных ТН. Кроме того, энергия феррорезонансного контура составляет в рассматриваемом случае десятки киловатт, что приводит к протеканию значительных сверхтоков (2А и более) по обмоткам ВН измерительного ТН.

На рисунках 5 и 6 приведены результаты расчетов феррорезонансных перенапряжений и токи в обмотках ТН типа НТМИ-10, возникающих в кабельной сети 10 кВ при различной степени компенсации емкости сети с помощью ДГР.

На осциллограмме рисунка 5 видно, что процесс однократного ОЗЗ в кабельной сети при наличии реально возможной 80% недокомпенсации ($X_p = 125 \text{ Ом}$) с помощью ДГР типа РЗДПОМ-480/10 ($X_p \text{ ном.} = 100 \text{ Ом}$).

Очевидно, что даже при однократном дуговом ОЗЗ с самоликвидацией пос-

ле прохода тока дуги через нулевое значение процесс возбуждения в ТН типа НТМИ-10 феррорезонансных перенапряжений и броски тока при однократном зажигании дуги достаточно опасны, т.к. величина бросков тока в обмотке высокого напряжения ТН достигает значений 2А. При многократных повторных зажиганиях дуги ОЗЗ (до 2000 за время существования самоликвидирующегося дугового ОЗЗ - до 20 с.) тепловыделения в обмотке ТН приведут к ее термическому разрушению. Очевидно, что процессы возбуждения ТН будут быстро затухать при наличии значительного декремента затухания, обусловленного включением высокоомного резистора в контур нулевой последовательности параллельно ДГР (рисунок 6).

Кроме того, вследствие быстрого стекания через резистор $R_n = 1300 \text{ Ом}$ избыточных зарядов на емкостях неповрежденных фаз восстанавливающееся напряжение в месте ОЗЗ будет меньше электрической прочности дугового промежутка, и дуга ОЗЗ в течение всего нескольких периодов промышленной частоты ликвидируется.

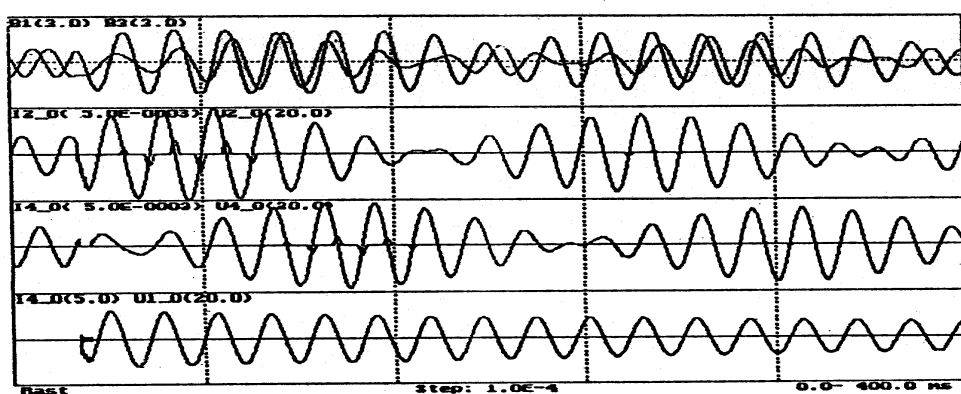


Рисунок 5 - Осциллограмма феррорезонансных перенапряжений при возникновении ОЗЗ в кабельной сети с 80% компенсацией помощью ДГР и токов в обмотках ТН типа НТМИ

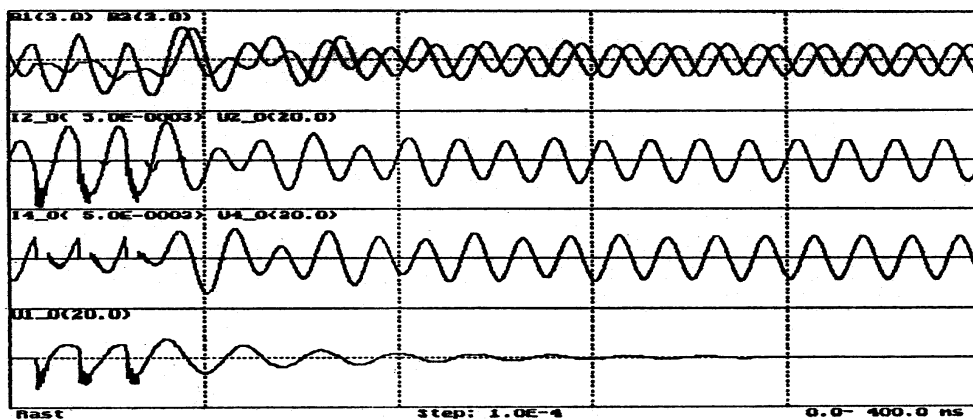


Рисунок 6 - Переходный процесс возникновения и последующей ликвидации феррорезонансных явлений при $R_n=1300 \text{ Ом}$

Продольная несимметрия и резонансное смещение нейтрали сети 6-10 кВ. На рисунке 7 представлена схема замещения участка городской кабельной сети, которая предназначена для выполнения расчетов переходных и установившихся режимов резонансного смещения нейтрали при коммутациях (в широком смысле этого слова) и возникновении в городской кабельной сети 6-10 как следствие данных коммутаций кВ продольной несимметрии.

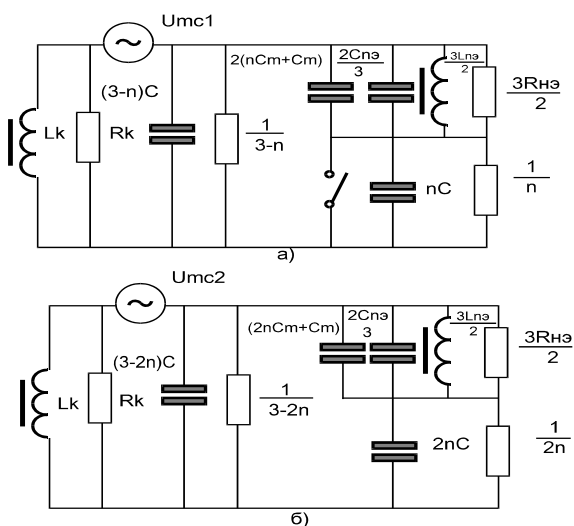


Рисунок 7 - Схема замещения участка городской кабельной сети для моделирования продольной несимметрии на фидере с внутриквартальной ПС-6-10/0,4 кВ

При составлении схемы замещения сети параметры трансформатора внутриквартальной ПС 6-10/0,4 кВ были учтены путем использования его Г-образной схемы замещения, которая дает достаточно точные результаты, если комплексное сопротивление, определяемое активным сопротивлением и индуктивностью рассеяния первичной обмотки трансформатора, значительно меньше сопротивления нагрузки, приведенного к первичной стороне. В режиме нормальной загрузки трансформатора указанное условие соблюдается.

В большинстве практических случаев городских кабельных сетей малыми параметрами трансформатора внутриквартальной ПС 6-10/0,4 кВ можно пренебречь, и тогда определение эквивалентных параметров $R_{н.э}$, $L_{н.э}$ и $C_{н.э}$ нагруженного трансформатора существенно упрощается, что позволяет перейти к однолинейным схемам замещения, представленным на рис.6.

Отметим, что перенапряжение типа резонансного смещения нейтрали имеет глобальный характер, охватывая своим воздействием все присоединения соответствующей питающей подстанции.

Определим величину напряжения на нейтрали U_n с учетом возможной про-

дольной несимметрии в кабельной сети с компенсацией емкостного тока “металлического” ОЗЗ с помощью установки в нейтраль сети ДГР. Вывод искомой формулы U_n выполним по теореме об эквивалентном генераторе, считая известным напряжение на нейтрали $U_{n \text{ х.х.}}$ при отсутствии (отключении) ДГР в нейтрали:

$$U_{nxx} = \frac{Y_{aa}E_{aa} + Y_{bb}E_{bb} + Y_{cc}E_{cc}}{Y_{aa} + Y_{bb} + Y_{cc}}.$$

Вычисления по вышеуказанной формуле выполняются с учетом имеющейся продольной несимметрии в кабельной сети $Y_{aa} \neq Y_{bb} \neq Y_{cc}$.

Согласно теореме об эквивалентном генераторе напряжение на нейтрали при включенном ДГР составит

$$U_n = \frac{U_{nxx}(R_n + j\omega L_n)}{[R_n + j\omega L_n(1-k)]^2},$$

где $k = 1/(3\omega L_n C)$ - коэффициент, отражающий степень компенсации емкостного тока кабельной сети с помощью ДГР.

Для резонансной (100% степень компенсации емкостного тока кабельной сети) настройки ДГР величина коэффициента k равна единице и выражение для модуля напряжения смещения на нейтрали примет вид

$$|U_n| = U_{nxx} \sqrt{1 + (\omega L_n / R_n)^2}$$

Добротность $q = X_n/R_n = 50 \dots 100$ контура ДГР велика, поэтому напряжение смещения на нейтрали при $K=1$ и даже небольшой величине продольной несимметрии в кабельной сети может достигать весьма опасных для изоляции элементов (электродвигатели, кабели, ТН и т.п.) сети величин, т.к. при $K=1$ в первом приближении можно записать напряжение на нейтрали в виде:

$$U_{n(k=1)} \approx q U_{nxx} = (50-100) U_{nxx}.$$

Очевидно, что уменьшение добротности контура нулевой последова-

тельности, например, путем включения, последовательно ДГР низкоомного ($R_n \leq 0,2-0,3 X_{\text{ДГР}}$) резистора обеспечит значительное снижение величин напряжения смещения нейтрали даже при резонансной настройке ДГР:

$$U_n = q * U_{n \text{ х.х.}} = (2-3) * 0,075 = (0,15-0,235) U_{\text{ф.макс.}},$$

здесь $q = X_{\text{ДГР}} / (R_{\text{ДГР}} + R_n) = 2-3$ - добротность контура нулевой последовательности после включения последовательно с ДГР низкоомного резистора.

Выполненные по приведенным выше соотношениям расчеты величин перенапряжений, связанных с возникновением продольной несимметрии в городских кабельных сетях 6-10 кВ, позволили сформулировать следующее:

- при однофазных отключениях небольших участков (емкость однофазно отключаемого фидера меньше 30% суммарной емкости кабельной сети) максимальные напряжения смещения на нейтрали возникают при настройках ДГР, близких к резонансной;

- при наличии в кабельной сети линий, имеющих большую относительную емкость, нужны специальные меры, предотвращающие возникновение резонансного смещения нейтрали.

Выводы:

Заземление нейтрали через высокоомный резистор $R_n=1100$ Ом (6 кВ) и $R_n=1600$ Ом (10 кВ) обеспечивают быстрое (за время не более 0,01 с.) стекание избыточных зарядов емкостей и ограничивают перенапряжения при дуговых ОЗЗ ниже нормируемого МЭК и стандартами стран СНГ уровня - $U_{\text{пер.мах.}} < 2,3 U_{\text{ф.мах.}}$

Сверхтоки в измерительных ТН при феррорезонансных перенапряжениях

быстро затухают при включении высокоомного резистора в нейтраль параллельно ДГР.

Увеличение декремента затухания контура нулевой последовательности путем включения последовательно с ДГР низкоомного ($R_n \leq 0,2-0,3 X_{\text{ДГР}}$) резистора в нейтраль существенным образом ограничивает напряжения смещения нейтрали при возникновении продольной несимметрии в кабельной сети.

Литература.

1. Правила устройства электроустановок. Раздел 1 – Общие правила. Глава 1.2. – 7-е издание – М.: изд-во ЭНАС, 2002 – 184 с.

2. Лихачев Ф. А., Защита от внутренних перенапряжений установок 3-220кВ, изд-во «Энергия», 1968.

3. Беляков Н. Н., Исследования перенапряжений при дуговых замыканиях на землю в сетях 6 и 10 кВ с изолированной нейтралью, «Электричество», 1957, № 5.

4. Вильгельм Р. и Уотерс М. Заземление нейтрали в высоковольтных системах, Госэнергоиздат, 1959.

5. Режимы заземления нейтралей сетей 6-10 кВ - Доклады научно-технической конференции. – Новосибирск, 2000 г.

6. Евдокунин Г.А. Возможные способы заземления нейтрали сетей 6-10 кВ. – Новости электротехники, №6 (24), 2003 г.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ РУДНОТЕРМИЧЕСКОЙ ПЕЧИ РКЗ-4-0-И1

**Абдрахманов Еркеш Абдрахманович – канд.техн.наук, доцент АИЭС,
проректор по производственно-технической работе Алматинского
института энергетики и связи, г.Алматы**

Қайта құрылған және қуаты жоғары трансформатормен жабдықталған РКЗ-4-0-И1 руднотермиялық пешінің корундтық отқатөзімді материалдарды балқытып шығарғандағы электрлік, жылулық және технологиялық жұмыс істеу режимдері зерттеліп, оңтайландырылған.

Исследованы и оптимизированы электрические, тепловые и технологические режимы работы реконструированной руднотермической печи РКЗ-4-0-И1 укомплектованной трансформатором повышенной мощности при выплавке корундовых огнеупорных материалов.

Investigation and optimization of electric, thermal and technologic regime of corundum refractory materials arc melting furnace РКЗ--4-0И1 complected with transformer high power.

В настоящее время производство электроплавящихся огнеупорных материалов в постсоветском пространстве осуществляется в руднотермических печах типа ОКБ-2126, ОКБ-2130, РКЗ-4 и РКЗ-6. В Казахстане на ТОО «Казогнеупор» используется руднотермическая печь РКЗ-4-0-И1, специально разработанная для выплавки корундовых, муллитокорундовых, муллитовых огнеупорных материалов /1/.

Анализ параметров и режимов работы в процессе длительной эксплуатации печи РКЗ-4-0-И1 показал /2,3/, что:

- несмотря на наличие значительного резерва по уровню вводимой мощности из-за недостаточной мощности электропечного трансформатора (4 МВА) руднотермическая печь не обеспечивает достаточной производительности процесса при низких энергетических затратах;

- в связи с отсутствием контроля теплового режима работы футеровки в

определенных режимах случаются прогары футеровки и аварийный выброс расплава из печи;

- контроль процесса плавки проводится по расходу электроэнергии и ее продолжительности, установленных экспериментально, а также визуальным осмотром состояния ванны, что не позволяет объективно оценить стадии плавления и окончания, т.к. протекание технологического процесса зависит от ряда параметров шихты (температуры, влажности и др.);

- из-за высокой вязкости и низкой электро- и теплопроводности расплавов огнеупорных материалов гомогенизация ванны идет практически только путем теплопроводности и термогравитационной конвекции, мало интенсивно. В ванне печи образуются зоны непроплава, температурной, физической и химической неоднородности, особенно, при плавлении поликомпонентных шихт. В результате

затягивается период плавления, увеличивается расход электроэнергии, снижается качество конечной продукции.

Все отмеченное снижает эффективность работы руднотермической печи РКЗ-4-И1.

Исходя из проведенного анализа, для повышения эффективности работы руднотермической печи РКЗ-4-0-И1 были поставлены и решены следующие задачи:

1) теоретическое обоснование и расчет параметров руднотермической печи РКЗ-4-0-И1 для работы с трансформатором повышенной мощности;

2) исследование температурного режима работы футеровки руднотермической печи РКЗ-4-0-И1 с трансформатором повышенной мощности;

3) исследование закономерностей изменения высших гармоник токов и напряжений руднотермической печи РКЗ-4-0-И1 в процессе плавки;

4) разработка системы автоматического контроля стадий плавления руднотермической печи РКЗ-4-0-И1;

5) оптимизация электрических, тепловых и технологических режимов работы руднотермической печи РКЗ-4-0-И1 при работе с трансформатором повышенной мощности;

6) разработка способа и устройства для электромагнитного перемешивания ванны печи РКЗ-4-0-И1.

Для реализации поставленных задач на первом этапе исследований по заданной производительности печи РКЗ-4-И1 были рассчитаны ее геометрические и электрические параметры, требуемая мощность печного трансформатора. Тепловой расчет печи РКЗ-4 позволил установить уровень максимальной мощности, вводимой в печь, определить энергетические характеристики /3/.

С учетом полученных результатов в процессе капитального ремонта печь

РКЗ-4-0-И1 была укомплектована трансформатором повышенной мощности ЭТЦПК-12500/10. Кожух был увеличен с 5 до 5,5 м, распад электродов до 1,2 м, диаметр графитированных электродов был увеличен до 0,3 м. Для исследования теплового режима в футеровке печи были установлены различные датчики температуры – термопары типа ВР-5/20 и ПР-6/30 (рисунок 1).

Проведенные изменения геометрических и электрических параметров печи потребовали исследования и оптимизации электрических, тепловых и технологических режимов работы печи РКЗ-4-0-И1.

В процессе исследований были изучены закономерности изменения спектрального состава и уровней высших гармоник токов и напряжений, температуры и толщины футеровки руднотермической печи типа РКЗ-4-И-01 в процессе выплавки корундовых огнеупоров. Экспериментальные плавки осуществлялись при напряжениях 234, 270 и 318 В и токах 10-13 кА в течение 1-2 смен.

Как видно из графиков рисунка 2, наибольшие значения и колебания коэффициента несинусоидальности кривых напряжения и тока $K_{нс}$ имеют место в начальной стадии плавки. На второй стадии процесса плавки значения $K_{нс}$ высших гармонических в токах и напряжениях каждой фазы на этой стадии изменяются в небольшом диапазоне и не имеют резкого разброса. Содержание высших гармонических в токах и напряжениях каждой фазы на этой стадии уменьшается и достигает своего минимального значения. К концу стадии значения $K_{нс}$ токов и напряжений несколько возрастают. К концу процесса плавки на третьей стадии зависимости $K_{нс}$ по характеру изменения повторяют кривые начальной стадии плавки, но несколько меньше по уровню размаха. Содержание высших

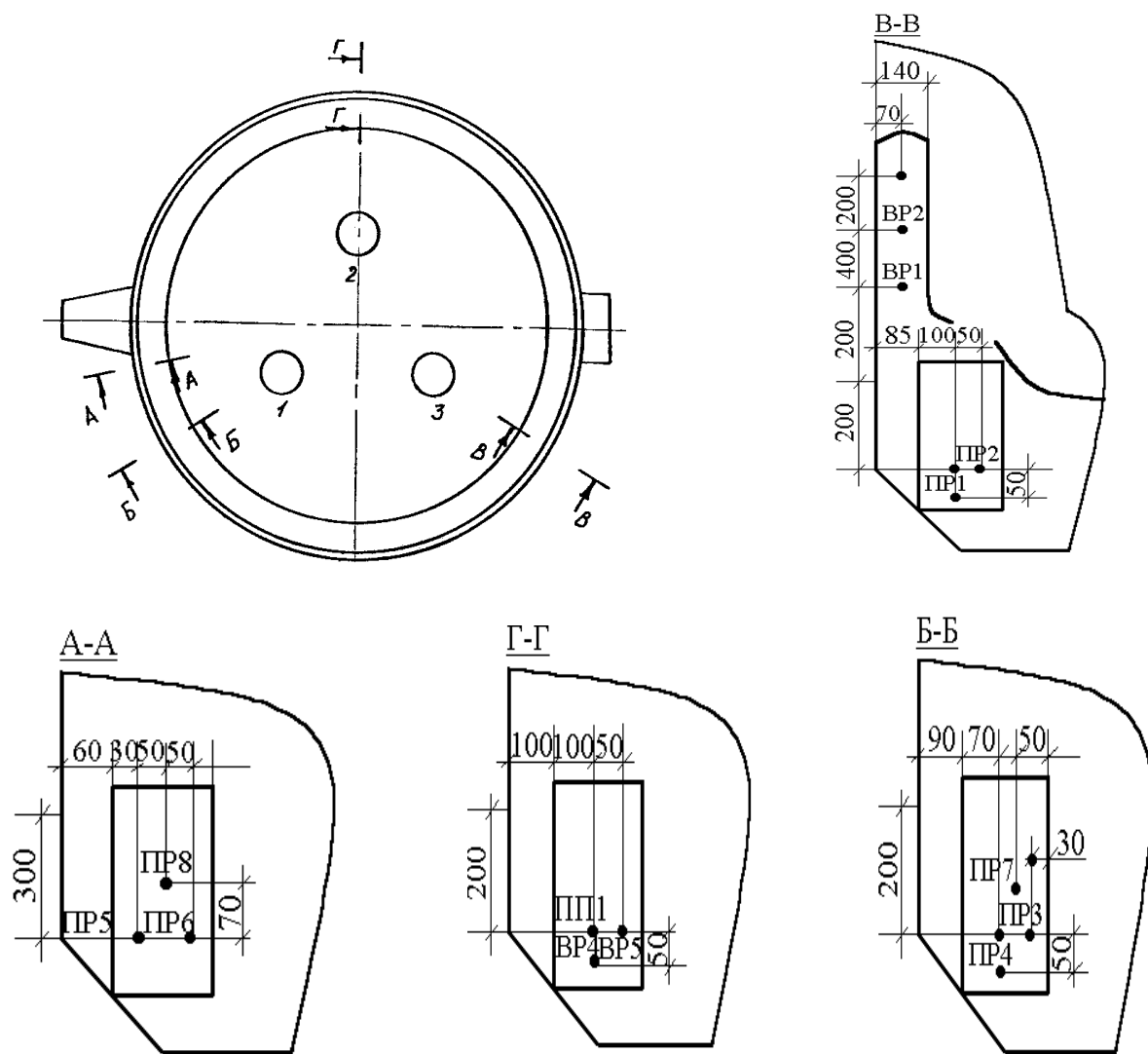


Рисунок 1 - Схемы установки термопар футеровке печи РКЗ-4-0-И1

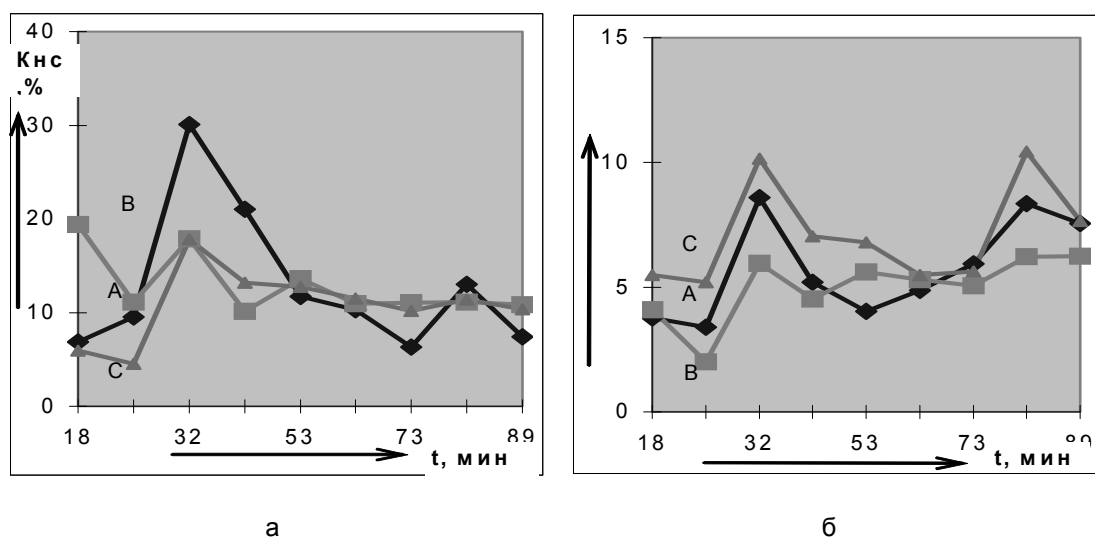


Рисунок 2 - Кривые изменения коэффициента несинусоидальности фазных токов (а) и напряжений (б)

гармонических составляющих в токах и напряжениях увеличивается. Повышается уровень третьей гармоники в токах и напряжениях до 11,6% и 9,3%, соответственно; 5-я и 7-я гармонические составляющие достигают максимального значения 4,3%.

Полученные результаты показывают, что состояние ванны печи (форму, размеры, физическую и химическую однородность, температуру) можно идентифицировать по характеристикам высших гармоник токов и напряжений и использовать их в качестве информативных параметров, определяющих протекание в печи той или иной стадии процесса плавки.

Необходимость исключения прогара футеровки и прорыв расплава через кожух, взрыва требует согласование величины вводимой в рабочее пространство мощности с тепловым режимом футеровки и осуществления непрерывного контроля за ее состоянием.

С увеличением уровня вводимой в печь мощности увеличивается объем и температура жидкой ванны, утончается футеровка и повышается ее температура (рисунок 3). Например, при переходе с 6 ступени напряжения трансформатора $U=270\text{В}$ на ступень $U=318\text{В}$ при равных значениях тока $I=12 \times 103\text{А}$ температура в подлечной зоне растет с $(1450 - 1455)\text{К}$ до $(1510 - 1525)\text{К}$, а при переходе на ступень 234В – она падает до $(1285 - 1300)\text{К}$. Температура футеровки в этой зоне на 5 ступени напряжения $U=281\text{В}$, но токах $I=7 \times 103\text{А}$ составляет $(1340 - 1355)\text{К}$.

Как следует из этого, каждый электрический режим работы печи характеризуется «своей» температурой футеровки.

Зависимость толщины футеровки от ее температуры приведены на рисунке 4.

Уменьшение толщины футеровки сопровождается увеличением ее температуры по линейному закону. Полученная зависимость толщины футеровки от

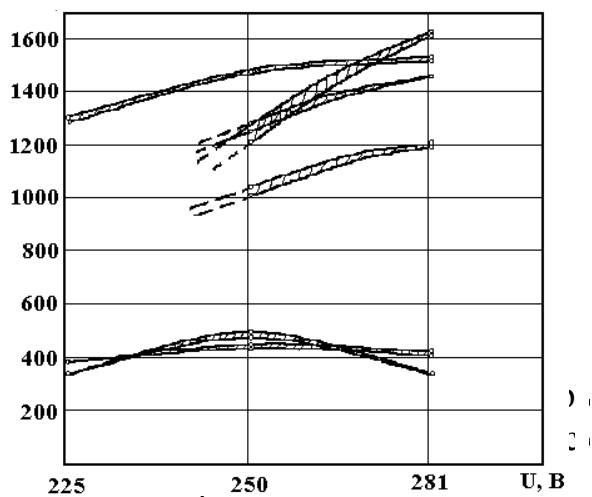


Рисунок 3 - Зависимости температуры футеровки печи РКЗ-4-0-И1 от электрических режимов работы

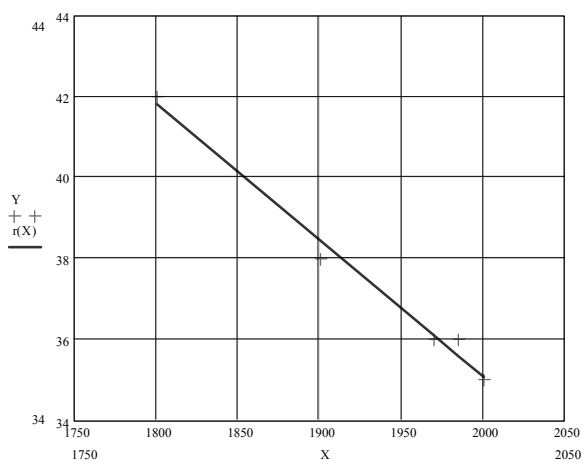


Рисунок 4 - Зависимость толщины футеровки от ее температуры

ее температуры позволяет осуществлять контроль толщины футеровки по ее температуре, измеряемой с помощью термопар, заложенных в футеровку.

С использованием полученной в результате экспериментов информации об изменениях уровней высших гармоник токов и напряжений была разработана микропроцессорная система автоматического контроля стадий плавления огнеупорных материалов на печи РКЗ-4-0-И1 с учетом теплового состояния ее футеровки, объема загружаемой шихты, расхода электроэнергии, времени плавки и др. (рисунок 5) /6/.

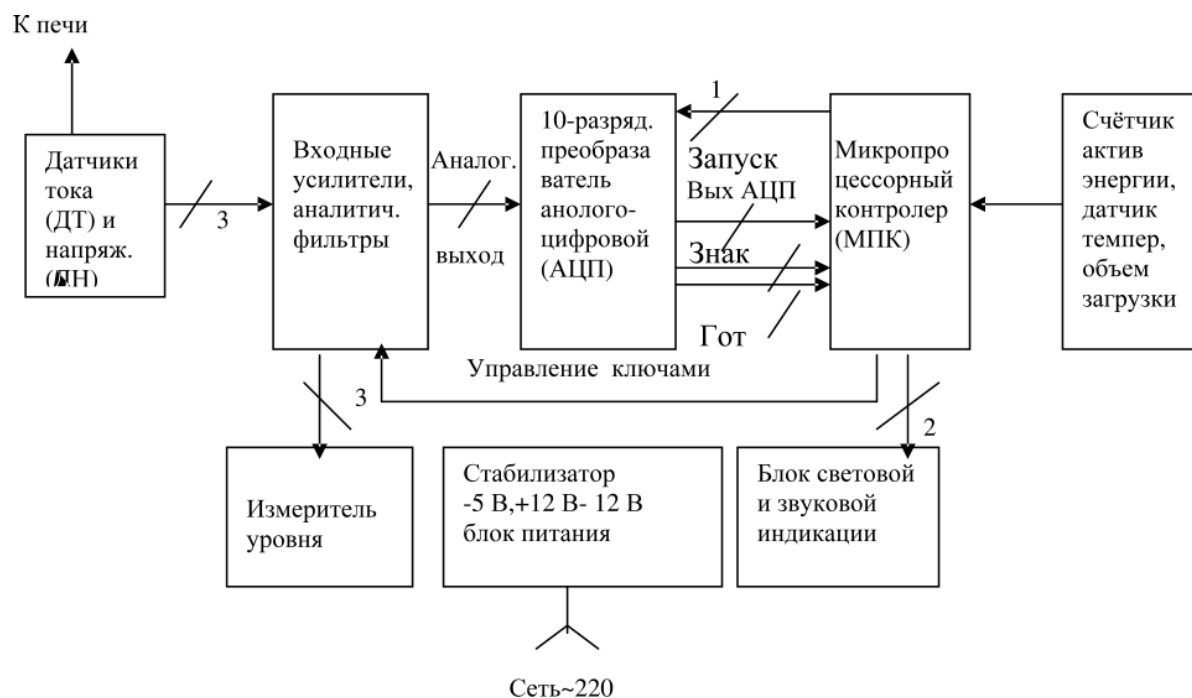


Рисунок 5 - Система автоматического контроля стадий плавления

В процессе работы печи РКЗ-4-0-И1 аналоговый сигнал с датчиков тока и напряжения преобразуется в цифровой код и поступают в микропроцессорный блок для обработки с помощью специальной программы. При достижении высшими гармониками токов и напряжений, характерных для каждой стадий плавления огнеупорных материалов системой выдается звуковой и визуальный сигнал об

этой стадии (начало плавки, режим плавки, окончание плавки). На основе выданных сигналов осуществляются необходимые технологические операции: загрузка шихты, подготовка ванны, корректировка режима, слив расплава и др.

Энергетические и технологические показатели экспериментальных плавки корундовых огнеупоров приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты экспериментальных плавки корундовых огнеупоров на печи РКЗ-4-0-И1 с трансформатором ЭТЦПК-12500/10

Электрические показатели	Напряжение, В	234	270	318
	Ток, кА	10/13	10/13	10/13
1. Расход эл. энергии, W, кВт.ч		66000/52200	49920/64320	61560/66600
2. Время плавки, t, ч		15,55/11,55	11,32/12,30	12,40/11,07
3. Кол-во сливов, n		9/8	8/10	10/10
4. Средний расход электрической энергии на 1 плавку, кВт.ч		7333/6525	6240/6432	6156/6660
5. Среднее время одной плавки, t _{ср} , ч		1,72/1,44	1,42/1,21	1,22/1,16
(ч.мин)		1,44/1,25	1,25/1,13	1,13/1,10

Электрические показатели	Напряжение, В	234	270	318
	Ток, кА	10/13	10/13	10/13
6. Средняя мощность на 1 плавку, $P_{\text{ср}}$, кВт		4244/4519	4394/5270	4965/5756
7. Выход продукции, М, т		4540	4050	5050
8. Расход электродов, т, кг		-/16,53	/19,28	13,64/14,0
9. Производительность, Г, т/сут		7080	8090	9095
10. Удельный расход электрической энергии, $W_{\text{уд}}$, кВт.ч/т		1465/1305	1248/1278	1231/1274
11. Удельный расход электродов, $m_{\text{уд}}$, кг/т		4,0/3,3	-/3,9	2,7/2,3
*Данные из журнала плавов				

Как видно из таблицы 1, с увеличением напряжения и тока производительность печи резко возрастает. Например, при увеличении напряжения с 234 до 318 В при постоянном токе 10 кА производительность печи возрастает с 70 до 90 т/сутки, т.е. в 1,3 раза. Время выплавки при этом сокращается с 1 час 44 мин до 1 час 13 мин, т.е. в 1,4 раза. Резко снижается удельный расход электроэнергии с 1465 до 1231 кВт.ч/т, т.е. в 1,2 раза. С увеличением тока с 10 до 13 кА при постоянном напряжении 270В продолжительность плавки сокращается с 1 час 25 мин до 1 час 13 мин, т.е. почти в 1,2

раза, производительность возрастает с 80 до 90 т/сутки, т.е. в 1,1 раза. Максимальная производительность печи 95 т/сутки достигнута на самой высокой ступени напряжения трансформатора 318В, при токе 13 кА (5,8-6,0 МВт) за счет увеличения в 1,5 раза вводимой в печь мощности. Получено снижение удельного расхода электроэнергии с 1465 (что было до проведения экспериментов) до 1274 кВт.ч/т, т.е. в 1,1 раза.

По результатам экспериментов разработана режимная карта плавки корунда на печи РКЗ-4-0-1 с трансформатором ЭТЦПК-12500/10

Таблица 2 – Режимная карта плавки корунда на печи РКЗ-4-0-И1

Напряжение, В	Ток, А	Мощность, МВт	Время плавки, ч.мин.	Производительность, т/сутки	Уд. расход эл.энергии, кВт.ч/т
234	10	4,0	1,35+5	70	1240
234	13	4,5	1,25+5	75-80	1240
270	10	4,5	1,25+5	75-80	1225
270	13	5,3	1,15+5	90	1230
318	10	5,3	1,15+5	90	1220
318	13	6,0	1,05+5	95	1225

Как видно из таблицы 3, при увеличении нагрузки печи с 10 до 13 кА (вводимой мощности) на 1% роста производительности печи

удельный расход электроэнергии на ступени напряжения 270 В растет в 3 раза меньше, потери в 21,5 раза меньше, а время плавки

сокращается в 1,3 раза больше, коэффициент полезного действия в 6,5 раза больше, чем на ступени напряжения 318 В. Из этого следует, что повышение производительности печи за счет увеличения нагрузки печи более выгодно на ступени напряжения 270 В.

Таблица 3 – Изменение показателей печи РКЗ-4-0-И1 с ростом ее производительности (%)

Показатели	270В/10-13кА	На 1% роста производит-ти	318В/10-13Ка	На 1% роста производит-ти
1.Производительность	100/112,5	+1	100/105,6	1
2. Уд. расход эл. энергии	100/102,4	+0,2	100/ 103,5	0,6
3.Потери	100/102,0	+0,2	100/ 123,8	4,3
4. Уд. расход электродов	100/-	-	100/ 103,7	0,7
5. Время плавки	100/85,2	-1,2	100 / 95,1	-0,9
6. КПД	100 / 98,0	-0,2	100/ 92,5	-1,3

С целью улучшения тепло- и массообменных процессов для устранения температурной, физической и химической неоднородности в ванне печи РКЗ-4-0-И1 с использованием накопленного опыта [7] было разработано специальное электромагнитное устройство для перемешивания расплава (таблица 3).

Электромагнитное устройство размещается в подине печи РКЗ-4-0-И1 параллельно одной из сторон треугольника электродов со смещением его продольной оси от центра печи на 0,15м. (рисунок 6).

Таблица 4 – Параметры электромагнитного устройства

Параметр	Обозначение	Размерность	Величина
1. Длина	l	м	2,2
2. Ширина	b	м	0,9
3. Число полюсов	p	-	2
4. Линейная нагрузка	f	А/м	950
5. Частота тока	U	Гц	50
6. Напряжение	I	В	380
7. Ток	$\cos \varphi$	А	400
8. Коэффициент мощности	P	-	0,14
9. Активная мощность	Q	кВт	60
10. Реактивная мощность	S	кВар	445
11. Кажущаяся мощность		кВА	450

Такое расположение электромагнитного устройства позволяет уменьшить его габариты и вес, что в свою очередь отражается на расходе материалов на

магнитопровод и медную обмотку, снижает индуктивное сопротивление, в конечном счете – его стоимость.

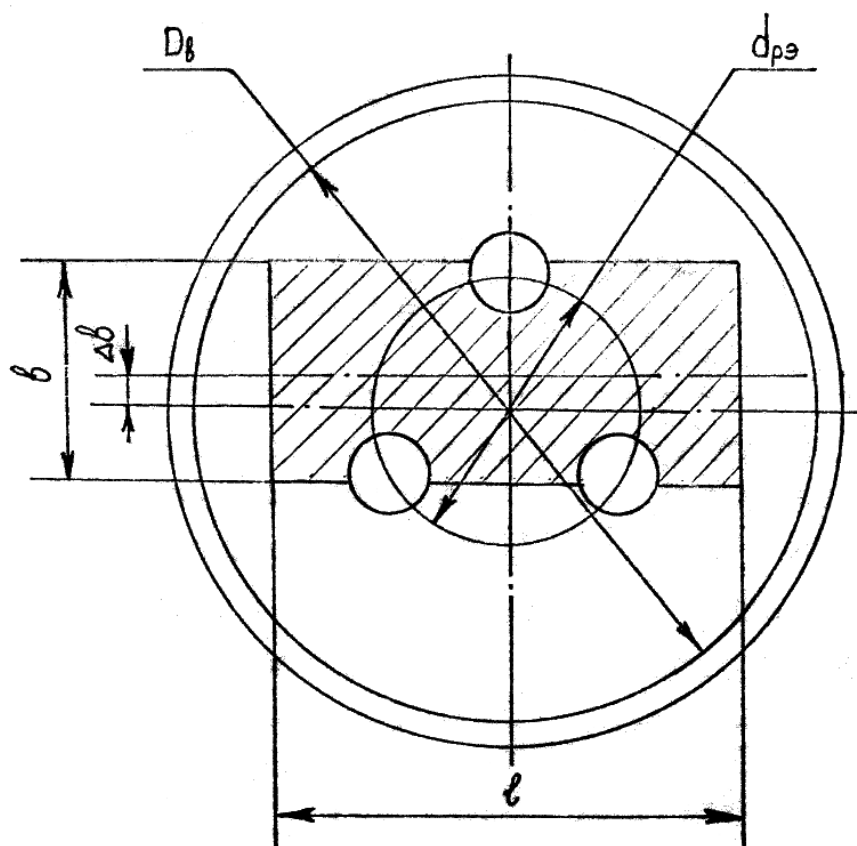


Рисунок 6 - Схема размещения электромагнитного устройства для перемешивания ванны

Выводы

1. В результате анализа режимов работы, проведенных расчетов и реконструкции определен резерв рудонотермической печи РКЗ-И-0-И1 по уровню вводимой в рабочее пространство мощности и возможность использования в качестве источника питания трансформатора повышенной мощности 8 МВА ЭТЦПК-12500/10.

2. Установлена зависимость изменения высших гармоник токов и напряжений, температуры футеровки от стадий плавления в различных электрических режимах работы печи РКЗ-И-0-И1, что позволило разработать микропроцессорную систему автоматического контроля

технологического процесса с использованием этих закономерностей.

3. Оптимизация электрических, тепловых и технологических режимов работы реконструированной печи РКЗ-4-0И1 позволило достигнуть значительного улучшения, ее энергетических и технологических показателей.

Литература

1. Соколов А.Н., Ашимов У.Б., Болотов А.В. и др. Плавные огнеупорные оксиды. - М.: Металлургия, 1988. -232 с.
2. Ашимов У.Б., Абдрахманов Е.А. Исследование электрических и технологических режимов работы печи РКЗ-

4-0-И1 /Тезисы докладов международной научной конференции “Проблемы энергетики Казахстана” – Павлодар: 4-8 июля, 1994, - с.69.

3. Абдрахманов Е.А., Калымбетов Г.П. Исследование причин коррозии и защита кожуха руднотермической печи РКЗ-4-0-И1 /Труды 3-й международной научно-технической конференции «Энергетика, телекоммуникации и высшее образование в современных условиях» - Алматы: АИЭС, -2002г. – с.150-154

4. Абдрахманов Е.А. Руднотермическая печь для плавки оксидных огнеупоров типа РКЗ-4 повышенной мощности /Труды международной научной конференции «Научно-технический прогресс – основа развития рыночной экономики» - Караганда: 1997г. – с.361-364.

5. Абдрахманов Е.А. Особенности генерации высших гармоник токов и напряжений трехфазными электродуговыми печами для плавки огнеупорных материалов /Материалы научно-практическая конфе-

ренция «Современное состояние и перспективы развития энергетики Казахстана». 15-16 июня 2001г. – Екибастуз - с.52-55

6. Ашимов У.Б., Абдрахманов Е.А., Манапова Г.Д. Система управления руднотермической печью с электромагнитным перемешивающим устройством /Сб. научных трудов по материалам второй международной научно-технической конференции «Энергетика, телекоммуникации и высшее образование в современных условиях». - ч.4. «Электротехнология и возобновляемые источники энергии» - Алматы: 2000г. – с.167-169.

7. Абдрахманов Е.А., Калымбетов Г.П. Проблемы электродуговой технологии огнеупоров с электромагнитным воздействием /Сб. тезисов научно-практической конференции «Проблемы развития энергетики и телекоммуникаций в свете Стратегии индустриально-инновационного развития Казахстана» 22-25 сентября, - Алматы: 2005г. – 2005г., с.58.

УДК 621.396

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЯ ДОБРОТНОСТИ ЗЕМНЫХ СТАНЦИЙ С МАЛЫМИ ДИАМЕТРАМИ АНТЕНН

Коньшин Сергей Владимирович - канд.техн.наук, профессор,
заведующий кафедрой телекоммуникационных систем Алматинского
института энергетики и связи, г.Алматы

Шугайып Унзила - ассистент кафедры телекоммуникационных систем
Алматинского института энергетики и связи, г.Алматы

Мақалада соңғы уақытта кең қолданыс алған диаметрлері кіші антенналары бар жерсеріктік байланыс станцияларының таңдампаздылығын өлшеу үшін радиорелейлі байланыс жүйелерінің параметрлерінің өлшеудің технологияларын қолдану мүмкінділіктері қарастырылған. Зерттеудің нәтижесінде диаметрлері кіші антенналары бар жеі станцияларының таңдампаздылығын аса жоғары дәлдікпен, бақылау станциясын қатыстыра отырып және тарату қызметі іске қосылып тұрған жер серігі транспондерін пайдаланып өлшеу жүргізуге ұсыныс жасалды.

В статье рассматриваются возможности применения технологий измерения параметров радиорелейных систем связи для измерения добротности земных станций спутниковой связи с малыми диаметрами антенн, которые в последнее время, получили широкое распространение. В результате исследований предлагается проводить измерения добротности земных станций с малыми диаметрами антенн с более высокой точностью, с участием контрольной станции и с использованием транспондера спутника, занятого рабочими передачами.

In clause the opportunities of application of technologies of measurement of parameters of radio relay communication systems for measurement of good quality of terrestrial stations of satellite communication with small diameters of aerials are considered which have received a wide circulation recently. As a result of researches it is offered to carry spend measurements of good quality of terrestrial stations with small diameters of aerials with higher accuracy, with participation of control station and with use transponders of the companion engaged in working transfers.

В настоящее время используются несколько методов измерения добротности земной станции (G/T), но из них на практике наибольшее распространение получил более простой метод измерений по радиозвезде /1/. Для измерений используются радиозвезды Кассиопея-А, Тау-рус-А или Сигнус-А.

Однако, метод измерений G/T по радиозвезде, в силу своей специфики, имеет ограниченное применение, поскольку: дает недостаточную точность измерений для земных станций (ЗС) с малыми диаметрами антенн; непригоден для ЗС с антеннами, имеющими ограниченные возможности перемещения по азимуту и углу места;

непригоден для ЗС, размещенных в Южном полушарии Земли, где используемые для измерений радиозвезды невидны или видны при малых углах места.

Так как цель данных измерений – это определение величины отношения коэффициента усиления антенны ЗС на частоте приема к суммарной температуре шума приемной системы ЗС, то возможно применение технологии измерений параметров радиорелейных систем связи /2/ для измерения добротности земных станций с малыми диаметрами антенн.

Предлагается проводить измерение добротности ЗС по сигналу со спутника. Тогда из схемы построения спутниковых систем связи следует возможность построения двух вариантов измерений G/T – это вариант с участием контрольной станции (КС) и с использованием транспондера спутника, свободного от рабочих передач и вариант с участием КС и с использованием транспондера спутника, занятого рабочими передачами.

Рассмотрим вариант измерения добротности ЗС с участием КС и с использованием транспондера спутника, свободного от рабочих передач. Для этого потребуется измерительное оборудование: анализатор спектра СВЧ или анализатор спектра ПЧ и преобразователь «вниз».

При этом рассмотрим данный вариант, адаптированный к спутниковым системам. Считаем, что контрольная станция передает немодулированную несущую на установленной частоте и с мощностью, необходимой для проведения измерений. ЗС настраивает антенну по максимуму принимаемого от КС сигнала. ЗС настраивает полосу анализатора спектра на 1 кГц и устанавливает входной шаговый аттенюатор таким образом, чтобы пик испытательного сигнала находился на удобной калибровочной отметке. ЗС настраивает видеофильтр анализато-

ра спектра таким образом, чтобы ограничить неточности при измерении уровня шума и записывает положения шагового аттенюатора. ЗС перемещает антенну по азимуту на 5-10 градусов в сторону, чтобы не принимать никакого сигнала от спутника. ЗС настраивает шаговые аттенюаторы анализатора спектра таким образом, чтобы установить шумовой фон на калибровочной отметке, полученной на 3-м этапе, и записывает положение аттенюаторов. ЗС отключает и включает входной кабель и проверяет показания анализатора. Оно должно быть, по крайней мере, на 20 дБ выше собственного шумового фона анализатора спектра. ЗС рассчитывает разницу положений аттенюатора записанных в 3-м и 5-м этапах. Эта разница равна отношению $(C+N)/N$.

Далее следует привести это значение к значению C/N по формуле:

$$C/N = 10 \lg [10 \exp(\frac{C+N}{10N} - 1)]. \quad (\text{дБ})$$

Если отношение $(C+N)/N > 20$ дБ, то можно считать, что $C/N = (C+N)/N$ (т.к. ошибка будет меньше 0,1 дБ) и, в таком случае, отношение мощности несущей к спектральной плотности шума можно определить по формуле:

$$C/N_0 = C/N + X + 10 \lg(NBW), \quad (\text{дБ Гц})$$

где: X - поправочный коэффициент на результат измерения мощности шума анализатором спектра (определяется по информации производителя прибора); NBW - шумовая полоса анализатора спектра, в Гц; определяется по информации производителя прибора или в результате измерений.

Рассчитать добротность станции (G/T) по следующей формуле:

$$G/T = C/N_0 - 228,6 - \text{ЭИИМ}_{\text{нес.}} + L,$$

где: 228,6 - постоянная Больцмана, дБВт/Гц град;

ЭИИМнес. - ЭИИМ несущей КС со спутника в направлении ЗС, дБВт (значение ЭИИМнес. указывается КС); L - потери на участке спутник-Земля, включая потери в атмосфере Земли, дБ.

При необходимости (или по указанию КС) повторить все этапы для других измерительных частот.

Рассмотрим примерную реализацию второго варианта измерения добротности ЗС с участием КС и с использованием транспондера спутника, занятого рабочими передачами.

Измерения в занятом рабочими передачами транспондере отличаются от измерений в свободном от передач транспондере, т. к. невозможностью увеличить ЭИИМ спутника больше выделенной для данной ЗС величины.

Для этого, потребуется измерительное оборудование: цифровой СВЧ анализатор спектра с возможностью измерения спектральной плотности шума для корректного вычисления отношения мощности сигнала к спектральной плотности шума, что в конечном итоге приведет к повышению точности измерений.

Параметры такого анализатора спектра должны быть не хуже приведенных в таблице 1.

Процедура измерений тогда будет состоять из следующих этапов:

1-й этап

Контрольная станция передает в направлении ЗС немодулированную несущую с известной и достаточной для проведения измерений ЭИИМ.

2-й этап

ЗС настраивает антенну на максимум принимаемого сигнала и измеряет уровень несущей (С) на приеме в полосе RBW, обеспечивающей отношение сигнал/шум не менее 20 дБ, а также спектральную плотность шума N_0 рядом с несущей и сообщает КС по каналу служебной связи измеренные величины и данные установки параметров анализатора спектра.

3-й этап

ЗС повторяет измерение шума при отводе антенны по азимуту в сторону от максимума на 5-10 градусов и сообщает результаты КС.

При применении нецифрового анализатора спектра возможно измерение отношения $(C+N)/N$ компенсационным методом, однако точность измерений будет снижена. При этом соотношение уровней собственного шума анализатора и измеряемого шума должно быть не менее 20 дБ.

Таблица 1 – Параметры предлагаемого цифрового СВЧ анализатора спектра

Диапазон частот входного сигнала	9 кГц-18 ГГц (10 ГГц-150 МГц)
Диапазон мощности входного сигнала	-100 дБм . . . 30 дБм
Входное сопротивление	75 Ом
Динамический диапазон экрана при логарифмическом воспроизведении	больше 60 дБ (без переключения диапазона)
Диапазон регулировки ширины полосы фильтра анализатора на уровне 3 дБ	10 Гц . . . 100 кГц
Диапазон регулировки ширины развертки	3 кГц . . . 150 МГц
Диапазон регулировки частоты развертки	0,01 . . . 50 Гц
Нестабильность частоты	$1 \cdot 10^{-7}$

4-й этап

Рассчитать отношение мощности несущей к спектральной плотности шума антенной системы ЗС по формуле:

$$C/N_0 = C/N + X + 10\lg(NBW), \text{ (дБ Гц)}$$

где: X - поправочный коэффициент на результат измерения мощности шума анализатором спектра (определяется по информации производителя прибора);

NBW - шумовая полоса анализатора спектра в Гц (определяется по информации производителя прибора или в результате измерений).

Примечание: $C/N_0 = (C+N)/N$, если $(C+N)/N > 20$ дБ (т.к. ошибка будет меньше 0,1 дБ) или

$$C/N = 10 \lg \left[10 \exp \left(\frac{C+N}{10N} - 1 \right) \right].$$

5-й этап

Рассчитать добротность антенны ЗС:

$$G/T = C/N_0 - 228,6 - \text{ЭИИМ}_{\text{нес.}} + L, \text{ (дБ)}$$

где: 228,6 - постоянная Больцмана (дБВт/Гц град.);

ЭИИМ_{нес} - ЭИИМ несущей в направлении ЗС (предоставляется КС),

(дБВт);

L - потери на линии «вниз», включая потери в атмосфере (дБ).

Выводы:

1) Использование предлагаемого варианта измерения добротности ЗС с участием КС и с использованием транспондера спутника, занятого рабочими передачами, позволит провести измерения добротности земных станций с малыми диаметрами антенн.

2) Предлагаемый вариант измерения добротности ЗС с участием КС и с использованием транспондера спутника, занятого рабочими передачами, позволит провести измерения добротности земных станций с малыми диаметрами антенн с более высокой точностью, чем при использовании других методов.

Литература

Рекомендация МСЭ-R S.733-1, 783 с.
Системы радиосвязи. Под ред.
Н.И.Калашникова. Радио и связь - М.:
1988, 286 с.

GSM СТАНДАРТЫНЫҢ БАЗАЛЫҚ СТАНЦИЯЛАР ТАРАТҚЫШТАРЫНДА ЭЛЕКТРМАГНИТТІ ӨРІСТЕРДІҢ ЭКРАНДАЛУЫН ЗЕРТТЕУ

**Коньшин Сергей Владимирович - техн.ғыл.канд., профессор, Алматы
энергетика және байланыс институтының телекоммуникациялық
жүйелері кафедрасының меңгерушісі, Алматы қ.**

**Серікжан Гүлім Серікжанқызы - Алматы энергетика және байланыс
институтының телекоммуникациялық жүйелері кафедрасының
ассистенті, Алматы қ.**

GSM стандартының базалық станциясында қызмет көрсететін қызметкерлерге таратқыштардың электромагнитті өрістері әсер ету мәселелері қарастырылады. Қызметкерлерді тиімді қорғау үшін базалық станция таратқышының электр магнитті өрістерін экрандау ұсынылады.

Рассматриваются вопросы влияния электромагнитных полей передатчиков на обслуживающий персонал базовых станций стандарта GSM. Для эффективной защиты персонала предлагается проводить экранирование электромагнитных полей передатчика базовой станции.

The questions of influence electromagnetic fields of transmitters on the attendants of base stations standard GSM are considered. For effective protection of the personnel it is offered to carry spend shielding of electromagnetic fields of the transmitter of base station.

Мобильді байланыс техникасының дамуына байланысты электромагнитті өрістердің әсерінен қызметкерлерді және қоршаған ортаны қорғау мәселелесіне көп мән беріледі. Адам ағзасына қарқындылығы жоғары электромагниттік өрістердің әсері, дене терісінің энергияны жұтуына байланысты. Адамға электрлік өріс қатты әсер етеді. Электромагнитті өрістің әсер ету деңгейі сәулеленудің жиілігіне, қуатына, әсер ету ұзақтығына байланысты. Төменгі жиілікті электрлік өрістің әсері жүйке және жүрек қан-тамыр жүйесінің іскерлігін бұзады. Жоғары және аса жоғары жиілікті электрлік өрістің әсері жылулық эффект түрінде айқындалады. Сонымен бірге, базалық станцияға қызмет көрсететін

жұмысшылардың ұйқысы бұзылуы мүмкін, шаршаңқылық бәсеңдейді, тұрақты бас аурулары және жүрек ауданында аурулар болады.

Жұмысшыларды электромагнитті өрістердің әсерінен қорғау әдістері әртүрлі. Жұмысшыларға алдын ала дабыл беру кезінде станция электромагнитті өрістің жүйесінде жұмыс жасалынады деп ақпараттандырылады, сонымен қоса алдын ала ескертілетін жазбалар және плакаттар қолданылады. Жұмысшыларды жабдықтау дұрыс жұмыс жүйесін тандау-адамның электромагнитті өріс аймағында болу уақытын қысқартады. Базалық станцияны қашықтықтан басқаруды пайдалануы персоналға электрлік өріс аймағынан тыс жерде орналасып, өзіндік

функцияларын орындауға мүмкіндік береді. Экрандау кезінде электромагнитті өрісті жұту және шағылысу құбылыстарын қолданады. Экрандарды дайындау үшін электрөткізгіштігі жоғары (алюминий, мыс, болат) және жұту мен шағылыстыру қасиеті жоғары материалдарды қолданады. Экрандар парақтар немесе ұсақ ұялы тор түрінде дайындалады. Материалдың экрандау эффективтілігі, экранға электромагнитті өрістің ену тереңдігімен сипатталады және ол қандай материалдардың жасалғанына байланысты.

Біздің жағдайда, біз ұялы байланыс жүйесін, толқын ұзындығы 0,33 см 900 МГц жиілігін қолданатын базалық станцияларында қарастырамыз.

Электромагнитті өріс индукция және сәулелену аймақтарын иемденеді, олар ауада элементарлы сәулелендіргіштер (дипольдер) үшін келесі теңсіздіктермен анықталады [1/

$$r \ll \frac{\lambda}{2\pi} \quad (kr \ll 1) \text{ и } r \gg \frac{\lambda}{2\pi} \quad (kr \gg 1),$$

мұнда r -қорек көзінен арақашықтық.

Әдетте, қорек көзінен қашықтықты, үлкен емес толқын ұзындығында-индукция аймағы деп [1/ қабылдайды. Мысалы, $f=10^9$, $f=10^6$ жиіліктері үшін индукция аймағын анықтайтын қашықтық 0,3м және 300м сәйкесінше аз болады. Антенналар үшін сәулелену аймақтарын келесі теңсіздіктермен белгілейді: $r > l^2 / \lambda$ және $r > 3 \lambda$, мұнда l - антеннаның өлшемі.

Өрістің сәулелену аймағында жазық конфигурацияны қабылдайды және жазық толқын түрінде таратылады, оның құраушылары мынаған [2/ тең:

$$\tilde{E} = \dot{E}_m e^{j(\omega t - k_0 x)}; \tilde{H} = \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon_*}} \tilde{E},$$

мұнда $\dot{E}_* = \epsilon - j\sigma / \omega$ ортаның комплексті диэлектрик өткізгіштігі;

E және μ – диэлектрик және магнитті абсолютті өткізгіштігі;

σ – ортаның салыстырмалы өткізгіштігі;

$\dot{k}_* = \omega \sqrt{\mu \dot{E}_*}$ - комплексті толқындық сан.

Магнитті және электрлік өрістердің экрандалуы болады. Ұялы байланыстың базалық станцияларында экранның екі жағында бір диэлектрик орта болады – ауа, және экрандаудың эффективтілігін келесі түрде жазамыз:

$$e = 20 \lg | \operatorname{ch} \hat{k}_* h | + 20 \lg | 1 + 0.5(z_1 / z_2 + z_2 / z_1) \operatorname{th} k_* h |.$$

Осы формула бойынша есепті жүргізу үшін, h экранның қалыңдығынан басқа, k тарату коэффициентін және z импеданстарын білу қажет. Экран металдан жасалғандықтан, тарату коэффициенті және импеданс мынаған тең:

$$k_* = \sqrt{j\omega\mu_2\sigma}; \dot{z} = \sqrt{j\omega\mu_2 / \sigma_2}$$

z_1 импедансы күрделі анықталады. Сәулелену аймағында диэлектрик ортаның аймағында – ауа – тең болады:

$$z_1 = z^{EH} = \sqrt{\mu_1 / \epsilon_1} \approx \sqrt{\mu_0 / \epsilon_0} \approx 377 \text{ Ом}$$

Бірақ, индукция аймағында z_1 импеданс электромагнитті өрістің негізгі құраушының түріне ғана байланысты емес. Ол сонымен қоса, экран құрылымының пішінімен анықталады. Электрлік өрістің экрандалуы кезінде пішінді ескеріп, z_1 импедансты мына түрде жазамыз:

$$z_1 = z_1^E = z_* / jk_1 r_* m = 1 / j\omega\epsilon_1 r_* m.$$

ал магнитті өрісті экрандау кезінде мына түрде:

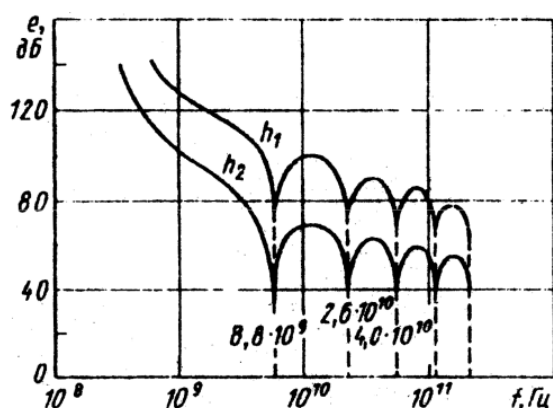
$$z_1 = z_1^H = jk_1 r_* m z_* = j\omega\mu_1 r_* m,$$

мұнда жазық экран үшін $r_* = l/2$ кезінде $m=2$; цилиндрлік экран үшін $r_* = r$ кезінде $m=1$; сфералық экран үшін $r_* = r$ кезінде $m=0,7$. Онда электрлік өрістің эффективтілігі:

$$e \approx 10 \lg \left[1 + \left(\frac{1}{2m} \frac{\sigma_2}{\omega \epsilon_1} \frac{h}{r_*} \right)^2 \right].$$

Бұл тиімділік төменгі жиіліктерде үлкен болады, ал салыстырмалы жоғары жиіліктерінің ауқымында нөлге ұмтылады.

АЖЖ ауданында, дециметрлік, сантиметрлік және миллиметрлік толқындарды қамтитын (1 ГГц жиіліктен жоғары), толқын ұзындығы d экран ұзындығымен өлшемдес. Сонымен, экрандау тиімділігінде құбылмалы сипаттамасы болады (1-сурет).



Сурет 1 – Экрандау эффективтілігінің құбылмалы сипаттамасы

Бұл ауданда цилиндрлік экранмен магнитті және электрлік өрістерді экрандау кезіндегі z_1 импедансын келесі формулалармен анықтау керек:

$$\left. \begin{aligned} z_1 &= z^{EH} j \pi k_1 \rho J_1(k_1 \rho) H_1(k_1 \rho) \\ z_1^E &= z^{EH} j \pi k_1 \rho J_1'(k_1 \rho) H_1'(k_1 \rho) \end{aligned} \right\},$$

мұнда J және H – бірінші және екінші туынды Бессель функциялары, n қатарлы (шімаймен туындылар белгіленген). Бұл қатынастарды ескеріп, экрандау тиімділігін формуламен есептейміз.

Базалық станциялардың радиоэлектронды аппаратурасы үшін экранда тесіктер мен саңылаулар болған кезде, оны құрастыру және жасау технологиясының жетілдірілмеуі салдарынан пайда болатын, экрандаудың орташа тиімділігін

эмпирикалық формула бойынша анықтауға болады:

$$e = 10 \lg \left| \frac{\sqrt{2} z_1}{z_2} \right| + A + 8,686 B,$$

мұнда бөлінетін A және $B = 2\pi h/l$ көпмүшесі экранның герметикалы емесігін ескереді.

Электрмагнитті өрістерден қорғау үшін әдетте, металл парақтарды қолданады, олар материалда өрістің тез өшуін қамтамасыз етеді. Бірақ, көп жағдайларда металл экранға қарағанда сымды торларды, фольгалы және радиожұтатын материалдарды, ұялы торларды тандау экономикалық жағынан тиімді болады. Қалыңдығы 0,01-ден 0,05 мм-ге дейін жұқалтыр материалдардың ассортиментіне, негізінде диамагнитті материалдар кіреді – алюминий, жез, мырыш. Радиожұтатын материалдар икемді және қатты пенопластар, жұқа парақтар, масса және құятын компандар түрінде жасалынады. Соңғы уақытта керамикометаллды композициялар орын алды. Ұялы торлармен экрандау тиімділігі ұя тереңдігінің еніне қатынасынан сантиметрлік ауқымына дейін байланысты.

Қорытынды: электрлік өрістің экрандалуын ескеріп, ұялы байланыстың базалық станцияға қызмет көрсететін қызметкерлер жұмысының қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін қорғаныстық экрандары ретінде, керамикалық композициялар негізінде жасалған жұқа парақтарды пайдалану ұсынылады.

Әдебиеттер тізімі

Переездчиков И.В. Введение в теорию защиты от энергетического воздействия источников гармонических колебаний. – М.: Изд-во МВТУ, 1987, 224 с.

Кугушев А.М. и др. Электродинамика и распространение радиоволн. - М: МГТУ им Н.Э.Баумана, 2001.-368с.

ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ЭКОЛОГИЯ И ЭКОНОМИКА ПО ОТРАСЛЯМ

УДК 551.510.42

ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ИЗОЛЯТОРОВ В УСЛОВИЯХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОТ ХИМИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

**Дюсебаев Марат Канафиевич – докт.техн.наук, профессор, зав. кафедрой
охраны труда и окружающей среды Алматинского института энергетики
и связи, г.Алматы**

**Борисов Владимир Николаевич - канд.техн.наук, профессор кафедры
электрические станции сети и системы Алматинского института
энергетики и связи, г.Алматы**

Осы мақалада жоғары кернеулі электр берілісі желілерін атмосфераның метерологиялық жағдайлары мен ластану дәрежесіне байланысты іске пайдалану мәселелері қарастырылған. Осыған байланысты міндеттерді шешу электр берілісі желілерін және қосалқы стансаны іске пайдаланудың сенімділігін арттыруға, сондай-ақ оқшаулама жағдайын жақсартуға мүмкіндік береді.

В статье рассмотрены вопросы эксплуатации линий электропередач высокого напряжения в зависимости от метеорологических условий и степени загрязненности атмосферы. Решение связанных с этим задач способствует повышению надежности эксплуатации линий электропередач и подстанций, а также улучшению состояния изоляции..

The article describes operation of high-voltage transmission lines depending on weather conditions and air pollution intensity. It proves that by solving these problems, it is possible to facilitate the operational integrity of high-voltage transmission lines and substations and improve the insulation condition.

Высокая энергоемкость современных химических предприятий и требования к обеспечению необходимой надежности электроснабжения приводят к применению сложных схем открытых распределительных устройств с большим объемом внешней изоляции. В целях снижения потерь электроэнергии при передаче ее в производственные цеха, главные понижающие подстанции (ГПП) на предприятиях, производящих желтый фосфор и соединения на его основе размещается в непосредственной близости

от основных производственных цехов в зоне с высокой степенью загрязненности атмосферы.

В процессе эксплуатации подстанционной изоляции химического предприятия, загрязняющие вещества оказывают на нее следующие воздействия:

а) разрушают поверхность изоляторов химически агрессивными веществами и твердыми частицами загрязнений;

б) образуют на поверхности изоляторов сцементированный слой загрязнения различной толщины;

в) снижают электрическую прочность изоляции при взаимодействии с атмосферными осадками в виде тумана и морящего дождя.

В газовой фазе загрязнений, выбрасываемых трубами предприятия, в значительном количестве содержания компонента – P_2O_5 , HF, NH_3 , и в значительно меньших концентрациях CO, CO_2 , SO_2 , SO_3 и др. /1/.

Основным компонентом загрязняющих веществ, пагубно влияющим на глазурованную поверхность изоляторов, является плавиковая кислота (HF) и ее соединения. Разрушение поверхности изоляторов в процессе их работы абразивными веществами – Al_2O_3 , SiO_2 (таблица

1) и воздействие фтористого водорода приводят к тому, что гладкая поверхность изолятора покрывается сетью царапин, ямочек, выпуклостей. Это в значительной мере увеличивает шероховатость поверхности и усиливает процесс адсорбирования загрязняющих веществ. Исследование поверхности изоляторов, находящихся в эксплуатации более одного года (рисунок 1), показало, что, при отсутствии каких-либо мер защиты поверхности изоляторов от воздействия даже слабых концентраций плавиковой кислоты, она разрушается (рисунок 2), при этом значительно увеличивается ее шероховатость и смачиваемость.

Таблица 1 – Состав загрязняющего вещества на поверхности изоляторов

№ п/п	Срок накопления загрязняющего вещества (год)	SiO ₂	K ₂ O	CaO ₂	MgO	P ₂ O ₅	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	NaO	Прочее
1	3	30	0,3	20	2,1	16,09	10	3	0,25	
2	5	42,6	1,8	26,5	1,0	11,7	2,9	1,3	1,1	

Одновременно воздействие на поверхность изоляторов газообразных загрязняющих веществ, твердых частиц загрязнений, а также атмосферной влаги, приводит к образованию на изоляторах прочного цементированного слоя загрязнения.

Основную роль в цементации загрязняющих веществ на поверхности изоляторов играют химические соединения CaO, MgO, P_2O_5 , SiO_2 и Al_2O_3 . Окись кальция при взаимодействии с углекислым газом воздуха и SO_3 , имеющимся в достаточном количестве в выбросах предприятия, образуют кальцит $CaCO_3$ и цементит $CaSO_4$, которые, главным образом, обеспечивают цементацию твердых частиц загрязнения на поверхности изоляторов.

Опыт эксплуатации показал, что очистка изоляторов от загрязнения положительного эффекта не дает.

После очистки изоляторов от загрязнений, поверхность их остается шероховатой и в течение 1-2 месяцев вновь покрывается цементированным слоем загрязняющих веществ.

Обмыв изоляторов водой также оказался не эффективным средством борьбы с перекрытиями изоляции химического предприятия. Опыт эксплуатации показал, что имели место случаи перекрытия изоляторов опорных конструкций после обмыва.

Для увеличения разрядных характеристик разработан «Способ увеличения разрядных напряжений подвесных изоляторов» (Автор. свид. №44714)



Рисунок 1 – Поверхность изолятора ПФ6-В, находившегося в эксплуатации более года

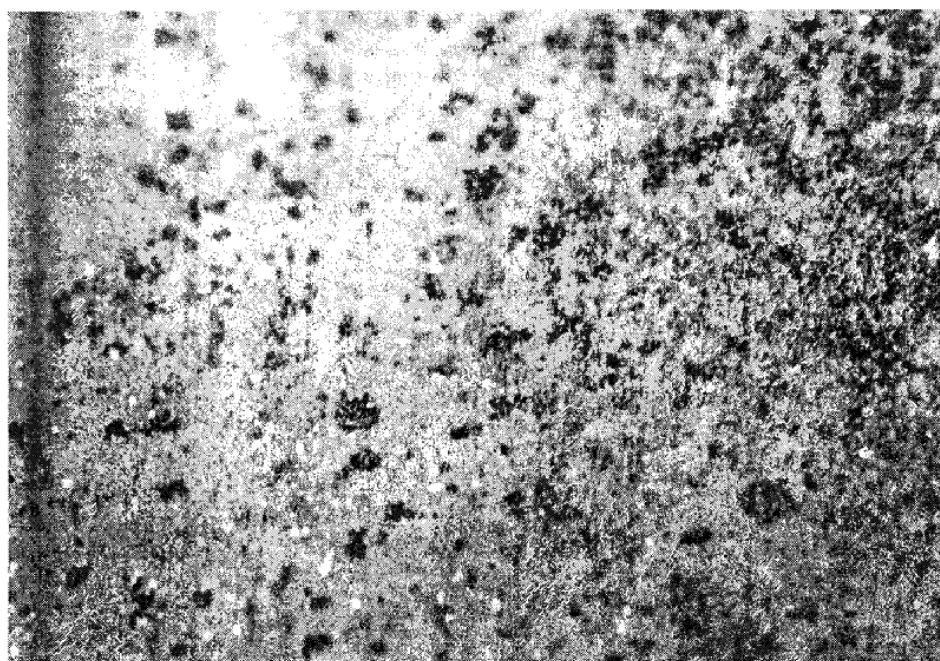


Рисунок 2 – Поверхность изолятора ПФ6-В очищена от загрязнений



Рисунок 3- Поверхность изолятора ПФ6-В, не находившегося в эксплуатации

Изобретение относится к электротехнике, в частности, к передаче и распределению электрической энергии и, может быть использовано в открытых распределительных устройствах, работающих в районах с загрязненной атмосферой, для обеспечения надежности работы высоковольтной изоляции и безопасности обслуживания электроустановок.

Известны эксплуатируемые в открытых распределительных устройствах конструкции подвесных изоляторов, которые имеют армированные металлические части и крепежные элементы. Важнейшей характеристикой изоляторов наружной установки, определяющей их способность длительно без перекрытий выдерживать рабочее напряжение в загрязненных районах, является эффективная длина пути утечки тока.

Известен способ увеличения надежности работы изоляции в загрязненных условиях путем нанесения на поверхности изоляторов гидрофобных покрытий /2/.

Основным недостатком использования гидрофобных покрытий является то, что дополнительное профилактическое мероприятие незначительно улучшает

разрядные напряжения изоляторов, требует периодической замены и не вполне обеспечивает требования безопасности.

Наиболее близким к предлагаемому является способ, при котором увеличение эффективной длины пути утечки изоляции производится за счет увеличения количества элементов, а также заменой на специальные грязестойкие изоляторы с повышенной эффективной длиной пути утечки, или на изоляторы следующего, более высокого, класса напряжения.

Однако увеличение количества элементов изоляторов приводит к необходимости, в свою очередь, увеличению общей длины конструкций изоляторов, что трудно выполнимо из-за недостаточных для этих целей габаритов в открытых распределительных устройствах и на ЛЭП.

К тому же замена подвесной изоляции на специальные с повышенной эффективной длиной пути утечки требует значительных затрат на реконструкцию открытых распределительных устройств.

Цель изобретения – создание более надежного и безопасного, экономически целесообразного способа увеличения эффективной длины пути утечки подвесных

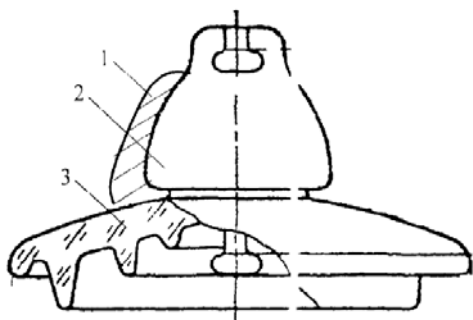


Рисунок 4

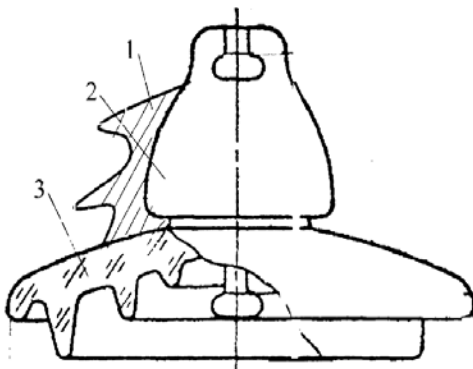


Рисунок 5 - Подвесной изолятор с равномерным диэлектрическим покрытием (разрез)

изоляторов, при сохранении габаритов их конструкций.

Поставленная цель достигается тем, что в способе увеличения разрядных напряжений подвесных изоляторов с металлическими частями и крепежными элементами, заключающемся в увеличении длины пути утечки тока, последнюю увеличивают путем покрытия металлических частей и части корпуса, прилегающие к металлическим частям, диэлектриком с большим электрическим сопротивлением, стойким к атмосферным воздействиям и имеющим высокую адгезию к металлу и корпусу, что обес-

печивает надежность работы и безопасность обслуживания электроустановок, при этом покрытие может быть выполнено в виде ребер.

На рисунке 4 изображен подвесной изолятор с равномерным диэлектрическим покрытием (разрез).

Диэлектрическое покрытие 1 выполняется из стойкого к атмосферным воздействиям диэлектрика (полиамидные, циклоалифатические, кремнийорганические, эпоксидные смолы и т.д.) имеющего высокую степень адгезии к металлу 2, фарфоровому корпусу 3.

На рисунке 5 покрытие 1 с дополнительными ребрами получают путем формирования каждого ребра отдельно, затем производят надежное покрытие, металлических частей 2 и корпуса 3 связывающей смолой.

Выводы

Использование данного способа, увеличения эффективной длины пути утечки подвесных изоляторов обеспечивает повышение надежности их эксплуатации и безопасности обслуживания электроустановок при увеличении загрязненности атмосферы, не требует увеличения количества элементов и замены изоляторов на другие типы.

Литература

Руководящие указания по выбору и эксплуатации изоляций в районах с загрязненной атмосферой. М., СЦНТИ, 1975, с. 29-30.

Руководящие указания по выбору и эксплуатации изоляции в районах загрязненной атмосферой. М., СЦНТИ, 1975, с.27-28

ВЛИЯНИЕ КОЛИЧЕСТВА АВТОТРАНСПОРТА Г. АЛМАТЫ НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ ГОРОДСКОЙ АТМОСФЕРЫ

**Бегимбетова Айнур Серикбаевна - ассистент кафедры охраны труда
и окружающей среды Алматинского института энергетики и связи,
г.Алматы**

*Автокөліктен шығатын газдарға байланысты Алматы қаласы бойынша экологиялық
жағдайдың төмендеуіне әсер ететін негізгі факторлар қарастырылған.
Қозғалыстағы ластау көздерін төмендету механизмі ретінде нормативтік
шектеудің енгізілуіне талдау жүргізілген.*

*Рассмотрены основные факторы, влияющие на ухудшение экологического состоя-
ния города Алматы, связанные с выбросами автотранспорта.*

*Произведен анализ введения нормативных ограничений как механизм снижения вы-
бросов передвижных источников.*

*Examined main factors of influence on deterioration ecological condition state Almaty,
coupled with exhausts of auto transport. Make analysis of introduction regulate
limitations how mechanism of lowering exhausts movable springs*

На сегодняшний день проблема загрязнения города Алматы вредными веществами, выбрасываемыми автотранспортом, является наиболее актуальной. Непрерывное увеличение объема автотранспорта и в целом промышленного производства во всем мире влечет за собой возрастающее загрязнение атмосферы. Во всех экономически развитых странах проблемы охраны воздушного бассейна городов от загрязнений рассматриваются в тесной связи с ограничением вредных выбросов автотранспорта. Мировой автопарк выбрасывает в атмосферу около 200 млн. тонн вредных веществ /1/. Среди них - свинец, окись углерода, окись азота, сернистый газ и другие. По данным Департамента природных ресурсов и регулирования природопользованием, автотранспорт является основным источником загрязнения атмосферного воздуха г. Алматы (более 80 %), объем выбросов, от которого со-

ставляет 170 тыс. т, что является самым высоким показателем по республике. Обнаружено превышение ПДК вредных веществ по диоксиду азота в 1,2...4,2 раза, окиси углерода в 1,08...1,44 раза, пыли в 1,02...2,1 раза и по свинцу в 4,0...7,6 раза. В 2005 году по сравнению с 2004 годом, отмечается незначительное повышение уровня загрязнения атмосферного воздуха г. Алматы за счет увеличения концентрации формальдегида, взвешенных частиц и оксида углерода, индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) составил 15,23 (15,03 в 2004 г.). Средняя за год концентрация формальдегида составила 6 ПДК, диоксида азота 1,9 ПДК, взвешенных веществ (пыли) более 1 ПДК. Содержание диоксида серы, оксида углерода и фенола находилось в пределах допустимой нормы. Так как город расположен у северного подножья Заилийского Алатау, в котловине, плохо продуваемой ветрами, то происходит накопление в ат-

мосфере вредных веществ. Проблему загрязнения города усугубляет тот факт, что количество транспортных средств растет с каждым годом. По данным Управления

дорожной полиции на 01.06.2007 года в городе Алматы зарегистрировано 468467 единиц автотранспортных средств (таблица 1).

Таблица 1 - Сведения по годам выпуска автотранспортных средств, эксплуатируемых в городе Алматы

№ п / п	Год выпуска автотранспортных средств	Количество, шт.	Процент от общего количества, %
1	1960-1979	18739	4
2	1980-1989	84324	18
3	1990-1997	271711	48
4	1998-2007	93693	30
5	Всего	468467	100

Интенсивный рост количества автотранспорта и общего объема движения по городским улицам приводит к увеличению вклада ряда вредных веществ, выбрасываемых автомобилями, в общее загрязнение атмосферы. Поэтому, несмотря на проведение целого ряда мероприятий по сокращению вредных выбросов автотранспорта, вклад последнего в загрязнение воздушного бассейна растет из года в год. Положение усугубляется еще и тем, что выхлопные газы выбрасываются автотранспортом в приземном слое воздуха, что способствует созданию значительных концентраций вредных примесей на уровне дыхания человека.

Помимо этого, сопутствующими факторами, ухудшающими состояние экологической обстановки города, является применение некачественного бензина, горюче-смазочных материалов. Количество и состав выхлопных газов зависит от типа двигателя, качества используемого горючего, технического состояния автомобиля и скорости его движения /2/.

Уровень загрязненности атмосферного воздуха по районам и автомагистральным улицам колеблется в больших пределах. Так периодические очаги высокого загрязнения расположены вдоль автома-

гистралей города, а проспекты Сейфулина, Рыскулова, Райымбека, Тимирязева - источники постоянных выбросов.

Рост автомобилизации, ухудшение состояния воздушного бассейна городов привела к тому, что с начала 70-х годов ограничение вредных веществ в автомобильных выбросах в виде нормативов стало применяться всеми экономически развитыми странами. Одной из основных мер по снижению токсичности автомобильных выбросов в атмосферу является нормирование отработавших газов. Было установлено, что причиной смога является образование продуктов трансформации отработавших газов автомобилей под действием ультрафиолетовых лучей. При этом с ростом автомобильного парка требования стандартов непрерывно ужесточаются. В настоящее время в нормативах расширена номенклатура вредных веществ, выброс которых ограничивается предельно допустимыми нормами /3/; испытательные циклы приближены к действительным условиям эксплуатации; регламентируются пробеги автомобиля; введены статистические методы контроля стабильности и качества производства сертифицированной по экологическим параметрам автотранспортной техники.

Удельные нормы выбросов вредных веществ были разработаны в стандартах «Евро-2», «Евро-3», «Евро-4», в которых были предусмотрены новые требования к нормативам для автомобильных выбросов. При проведении сравнения

этих стандартов выявлено, что в нормах «Евро-3», «Евро-4» (таблица 2) предусматривается изменение цикла испытаний с учетом работы двигателей на неустановившихся режимах /4/.

Таблица 2 - Удельные нормы выбросов вредных веществ в атмосферу от автотранспортных средств по «Евро-3», «Евро-4»

Год введения	Нормы	Выбросы, г/км, автотранспортом, на неэтилированном бензине			Выбросы, г/км, автотранспортом, на дизельном топливе			
		моно-оксид углерода	углеводороды	оксиды азота	моно-оксид углерода	суммарный углеводорода и оксиды азота	оксиды азота	твердые частицы
2000	«Евро-3»	2,3	0,2	0,15	0,64	0,56	0,50	0,05
2005	«Евро-4»	1,0	0,1	0,08	0,50	0,30	0,25	0,025

В настоящее время в экономически развитых странах из существующих экологических нормативов (ПДК, ПДВ и т.д.) более эффективными по праву признаны удельные нормативы. Особое внимание уделяется экологическим показателям эксплуатации транспорта, а также стандартам, определяющим технические требования к ним. Опыт их показывает, что наиболее удачным показателем экологического совершенства промышленного оборудования и автотранспорта следует считать величину удельного выброса вредных веществ.

Проведенный анализ эксплуатируемых в городе автотранспортных средств по годам выпуска показал, что 70 % эксплуатируемых автомашин являются морально и технически устаревшими и не соответствуют даже требованиям Евро-2, введенным в действие на территории Евросоюза в 1996 году, тогда как в настоящее время в Европе действуют стандар-

ты Евро-4. Автомашин выпуска ранее 1997 года изначально не соответствуют по своим характеристикам требованиям Евро-2, поэтому тем более необходимо содержать их в идеальном техническом состоянии.

В 2007 году специализированной лабораторией департамента природных ресурсов и природопользования города исследование автотранспортного топлива на 89 автозаправочных станциях позволило установить, что во всех марках бензина используются смешанные присадки для повышения октанового числа. Анализ дизельного топлива показал, что содержание серы в нем зачастую превышает установленные нормы. С учетом перехода на европейские стандарты нормирования токсичности отработанных газов автомобилей, актуальной становится проблема контроля качества и очистки горюче-смазочных материалов непосредственно на заправочных пунктах, т.к.

качество топлива в существенной мере зависит от срока и условий их хранения и транспортировки.

При существующем парке автомашин в Алматы необходимо создание четкой системы технического обслуживания автотранспортных средств, так как низкий уровень технического обслуживания автотранспортного средства или полное его отсутствие приводят к расстройству узлов и систем автомобиля. В результате выбросы вредных веществ у таких автомобилей возрастают, намного превышая установленную для данного типа автомобиля норму.

Низкий уровень технического обслуживания автотранспортного средства или полное его отсутствие приводят к расстройству узлов и систем автомобиля. В результате выбросы вредных веществ у таких автомобилей возрастают, намного превышая установленную для данного типа автомобиля норму. Все это приводит к тому, что эффективность мероприятий, осуществляемых заводами изготовителями по обеспечению требований стандартов, снижается, а нередко вообще сводятся на нет. Автомобильный транспорт и объекты его обслуживания (автопарки, автобазы, автосалоны, шиномонтажные пункты, автозаправочные станции, автомойки и другие хозяйствующие субъекты) являются наиболее опасными с точки зрения охраны окружающей среды в городах. Существующая в городе сеть станций технического обслуживания технически слабо оснащена, за исключением специализированных (Тойота центр, Мерседес центр и др.). Следует принять во внимание большое количество стихийных станций технического обслуживания, открывающихся по месту жительства, где абсолютно отсутствуют какие-либо контрольно-измерительные приборы. Эти объекты юридически не зарегистрированы, и контроль их деятельности невозможен.

В этих условиях актуальной является задача регламентации деятельности станций технического обслуживания, повышения уровня контроля за своевременностью и качеством проведения технического обслуживания всеми владельцами транспорта, а также практическая реализация современных производств на основе отходов производства и потребления объектов автосервиса. Необходимо в ближайшее время в Алматы ввести в силу нормы токсичности Евро-2, Евро-3, что значительно снизит количество выбросов от автотранспорта. В связи с этим 29 декабря 2007 года постановлением правительства был принят регламент по требованиям выбросов вредных веществ транспортных средств, который предполагает переход с 2009 года на стандарт Евро-2, с 2011 года на Евро-3 и с 2014 года на стандарт Евро-4. Помимо этого, департаментом природных ресурсов и природопользования города предложено увеличить налоги на транспортные средства, не отвечающие вышеуказанным стандартам, запретить ввоз в республику машин со сроком эксплуатации более 7 лет.

В настоящее время задача выбора или обоснования оптимального варианта достижения планируемых нормативных уровней чистоты атмосферного воздуха на основе нормирования затрат в природоохранные мероприятия решается при некоторых допущениях и ограничениях. Эти допущения и ограничения обусловлены в основном тем, что выбросы загрязняющих веществ в атмосферу являются результатом воздействия многих факторов, не все из которых можно определять с достаточной достоверностью и тем самым обосновать по ним однозначное решение. При этом существующие нормативные ограничения на выбросы передвижных источников не в полной мере соответствуют мировым стандар-

там и мало удовлетворяют современным требованиям /5/.

Кроме того, одним из действенных решений для уменьшения загазованности воздуха автомобильными выхлопами, принятыми городскими властями, является строительство развязок. Целью развязки является организация беспрепятственного движения транспорта. В настоящее время завершается строительство двух и начато строительство четырех транспортных развязок на пересечении улиц: Абая-Жандосова, Жандосова-Сатпаева, Райымбека-Пушкина, Райымбека-Розыбакиева. Строительство этих развязок существенно снизит транспортную нагрузку в городе и улучшит экологическую обстановку.

Выводы:

Таким образом, в силу специфической природной особенности г. Алматы, слабого проветривания его воздушного бассейна, город входит в десятку самых загрязненных городов мира. Выявлено, что быстрый и бесконтрольный рост парка автомашин (с ежегодным приростом до 30%) приводит к тому, что главным загрязнителем атмосферы города является автотранспорт. Установлено, что на

сегодня нормативные ограничения на выбросы загрязняющих веществ автотранспорта являются основным, действующим из многочисленных известных путей их снижения. Проблема усовершенствования методов установления и технологии их практического использования остается приоритетной.

Литература

1. Протасов В.Ф. Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России: Учебное и справочное пособие. - 2-е изд. - М.: Финансы и статистика, 2000. - 672 с.
2. Луканин В.Н., Трофименко Ю.В. «Промышленно-транспортная экология». Уч. для вузов. М.: Высшая школа, 2001 г, 296 с.
3. Инструкция по нормированию выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду (под рук. Омарова С.): Утверждена МПР и ООС РК от 19.12.2001 г., №340-П. г. Астана, 89 с.
4. Гальговский В.Р. и др. Проблемы выполнения и влияния нормативов «Евро-2». М., Ж. Автомобильная промышленность, №3, 1998, с.7-13.
5. Горелик Д.О., Конопелько Л.А. Мониторинг загрязнения атмосферы и источников выбросов. М.: Изд-во стандартов, 1992. с.432.

ИННОВАЦИИ В ВЫСШЕМ ОБРАЗОВАНИИ, ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И СОЦИАЛЬНО-ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

УДК 544.773.432:62

ОБЩАЯ ТЕОРИЯ АНАЛОГА ЗАКОНА ФАРАДЕЯ ДЛЯ КОЛЛАПСА ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТНЫХ ГИДРОГЕЛЕЙ

**Сулейменов Ибрагим Есенович – профессор, зав. кафедрой
Автоматическая электросвязь Алматинского института
энергетики и связи, г.Алматы**

**Мун Грегорий Алексеевич – доцент, зав. кафедрой Высокомолекулярных
соединений, Казахстанского Национального Университета
им. Аль-Фараби, г.Алматы**

**Проскура Константин Андреевич – магистрант Казахстанского
Национального Университета им. Аль-Фараби, г.Алматы**

**Сакенулы Алибек – бакалавр Алматинского института
энергетики и связи, г.Алматы**

**Рева Юлия Ивановна – аспирант Алматинского института
энергетики и связи, г.Алматы**

*Фарадей заңы көмегімен коллапсты бейнелеу. Полиэлектrolитті гидрогельдерді
техникада қолдану.*

*Описане коллапса с помощью закона Фарадея. Дальнейшее применение полиэлектро-
литных гидрогелей в технике.*

*Description of the collapse with Faraday's law. Application of polyelectrolyte hydrogels in
technics.*

Явление коллапса полиэлектролитных гидрогелей под воздействием электрического тока изучается уже несколько десятилетий /1-3/. Можно ожидать, что интерес к данному явлению в ближайшем будущем усилится, так как гели, поведение которых управляется электрическим током находят применение в информационной и вычислительной технике, как это было показано недавно /4/. В настоящее время уже реализованы печатающие устройства на основе полиэлектролитных гидрогелей, разработан принцип дейс-

ствия как трехмерных, так и плоскостных телевизионных экранов, ячейки которых вместо жидких кристаллов используют гидрогель /5/ и т.д. Особо стоит упомянуть возможность создания искусственного нейрона и нейронных сетей, также использующих шитые полимерные сетки в качестве основного материала.

Из перечисленных выше возможностей наиболее близким в практической реализации является принтер на основе полиэлектролитных гидрогелей, служащих аналогом картриджа. В таких принтерах

чернила отделяются от геля в пределах отдельного пикселя под воздействием электрического тока.

Соответственно, встает задача отыскания фундаментальных закономерностей, описывающих коллапс геля в случаях, когда он заполнен средами различного состава, ионной силы, термодинамического качества и т.д. Ранее экспериментально /6/ и теоретически /7/ было установлено, что коллапс геля под воздействием электрического тока описывается аналогом закона Фарадея. Однако доказательство справедливости указанного закона было дано только на примере геля, набухшего в воде и для частного случая плоскопараллельного образца /7/.

В данной работе показано, что коллапс образца полиэлектrolитного геля произвольной формы, набухшего в среде произвольного состава, также подчиняется аналогу закона Фарадея, который, тем самым приобретает фундаментальный характер для всей электрохимии высокомолекулярных соединений.

На рис.1 схематически показано распределение токов в случае, когда образец неправильной формы подвергается воздействию электрического тока. Линии тока показаны пунктирными стрелками, идущими от положительного электрода к отрицательному (в соответствии с техническим направлением тока). Для определенности рассматривается отрицательно заряженная стека, коллапсирующая при контакте с положительным электродом, и находящаяся в растворе 1:1 соли.

Покажем, что аналог закона Фарадея, описывающий коллапс геля, можно получить, не прибегая к анализу конкретного механизма контракции сетки (относительно которого в настоящее время нет общепринятого мнения). Для решения задачи достаточно принять во внимание только условие баланса потоков низкомолекулярных ионов на границе раздела гидрогеля и окружающего раствора.

Выделим область Ω , полностью захватывающую часть поверхности образца, через которую протекает электрический ток.

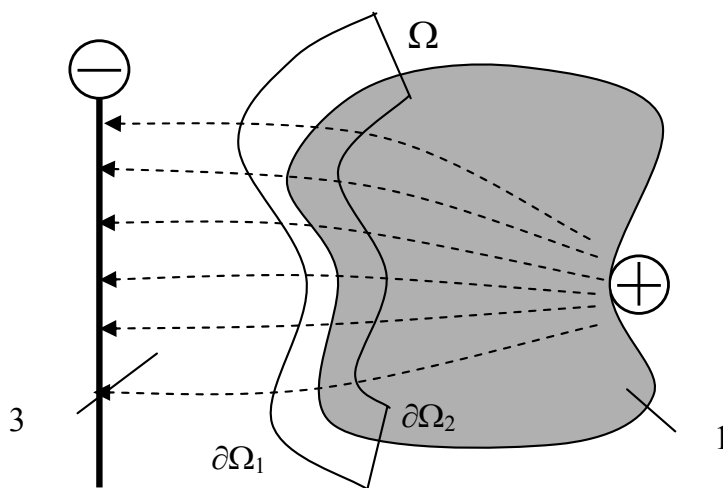


Рисунок 1 – К выбору поверхности интегрирования; 1 – гель, 2 – раствор.

Запишем уравнения неразрывности для положительных и отрицательно заряженных подвижных ионов:

$$\frac{\partial N^{\pm}}{\partial t} = \nabla \mathbf{j}^{\pm}, \quad (1)$$

и произведем интегрирование по области Ω , предполагая, что изменение полного числа ионов в пределах Ω обусловлено движением границы геля вследствие контракции.

В течение начальной стадии коллапса сжатие сетки происходит только в непосредственной близости от противоположно заряженного электрода. Оставшаяся часть образца движется как целое. Поэтому можно считать, что концентрация ионов обоих знаков $n_i^\pm$ внутри области Ω приближенно остается постоянной. Концентрации подвижных ионов вне геля $n_i^\pm$ также будем считать постоянными по всему объему раствора.

В состоянии равновесия концентрации $n_i^\pm$ и $n_e^\pm$ связаны друг с другом в соответствии с распределением Доннана. В неравновесных условиях характер зависимости может изменяться, но, как будет ясно из дальнейшего, это не сказывается на делаемых выводах.

Изменение полного числа положительных ионов в области при сделанных предположениях удовлетворяет соотношению:

$$(n_e^+ - n_i^+) \frac{\partial V}{\partial t} = I_i^+ - I_e^+, \quad (2)$$

где величина I_e^+ определяется как интеграл от плотности тока по части границы $\partial\Omega_1$ области Ω , лежащей в пределах раствора:

$$I_e^+ = \int_{\partial\Omega_1} \mathbf{j}^+ d\mathbf{S}. \quad (3)$$

Величина I_i^+ определяется также, но для части границы $\partial\Omega_2$ области Ω , лежащей в пределах образца геля

$$I_i^+ = - \int_{\partial\Omega_2} \mathbf{j}^+ d\mathbf{S}. \quad (4)$$

Знаки в (2)-(4) выбраны с учетом ориентации нормали к границе. По физическому смыслу величина I_i^+ представляет собой совокупный поток положительно заряженных ионов, протекающий внутри геля, а I_e^+ – снаружи.

Выражение (2) показывает, что изменения объема образца ∂V за время ∂t влечет за собой уменьшение полного числа

частиц в области Ω на дифференциал $n_i^+ \partial V$ (ионы покидают рассматриваемую область вместе с гелем). Но в то же время ионы поступают в оставленный гелем объем вместе с раствором, что отвечает увеличению полного числа частиц на дифференциал $n_e^+ \partial V$.

Пусть поверхность $\partial\Omega_1$ находится достаточно далеко от границы геля (т.е. она удалена более чем на толщину двойного электрического слоя, формирующегося на поверхности образца в соответствии с /8/). Тогда можно считать, что плотность тока определяется только направленной составляющей, а вкладом диффузии можно пренебречь

$$\mathbf{j}_e^+ = eb^+ n_e^+ \mathbf{E}_e, \quad (5)$$

где b^+ – подвижность частиц соответствующего знака, e – элементарный заряд. Подставляя (5) в (3), имеем:

$$I_e^+ = eb^+ \int_{\partial\Omega_1} n_e^+ \mathbf{E}_e d\mathbf{S}. \quad (6)$$

Аналогично, для границы $\partial\Omega_2$:

$$I_i^+ = -eb^+ \int_{\partial\Omega_2} n_i^+ \mathbf{E}_i d\mathbf{S}. \quad (7)$$

Сходным образом, на основании уравнения неразрывности (1) для отрицательно заряженных ионов имеем:

$$(n_e^- - n_i^-) \frac{\partial V}{\partial t} = -I_i^- + I_e^-, \quad (8)$$

где

$$I_e^- = eb^- \int_{\partial\Omega_1} n_e^- \mathbf{E}_e d\mathbf{S}, \quad (9)$$

$$I_i^- = -eb^- \int_{\partial\Omega_2} n_i^- \mathbf{E}_i d\mathbf{S}. \quad (10)$$

Соотношения (9) и (10) выписаны отдельно, чтобы подчеркнуть характер выбора знаков.

При сделанном предположении о постоянстве концентраций подвижных ионов в пределах области Ω величины (6) и (9) тесно связаны друг с другом. Вынося

концентрации $n_e^\pm$ из-под знака интегралов, получаем:

$$I_e^+ = eb^+ c_e \int_{\partial\Omega_1} \mathbf{E}_e d\mathbf{S} = eb^+ c_e \langle E_e S \rangle \quad (11)$$

$$I_e^- = eb^- c_e \int_{\partial\Omega_1} \mathbf{E}_e d\mathbf{S} = eb^- c_e \langle E_e S \rangle \quad (12)$$

При записи соотношений (11) и (12) учтено условие нейтральности раствора, которое для 1:1 соли приобретает вид:

$$n_e^+ = n_e^- = c_e, \quad (13)$$

где c_e - концентрация 1:1 соли в растворе над гелем.

Сходным образом можно преобразовать и соотношения (7) и (10), однако, для среды внутри геля условие нейтральности переходит в

$$n_i^+ = n_i^- + n_0 = c_i + n_0, \quad (14)$$

где c_i - концентрация 1:1 соли в объеме геля, n_0 - плотность заряженных функциональных групп сетки, которая в пределах области Ω также предполагается постоянной и равной равновесной концентрации указанных групп (напомним, что сжатие сетки протекает непосредственно вблизи катода).

Имеем:

$$I_i^+ = -eb^+(c_i + n_0) \int_{\partial\Omega_2} \mathbf{E}_i d\mathbf{S} = eb^+(c_i + n_0) \langle E_i S \rangle, \quad (15)$$

$$I_i^- = -eb^- c_i \int_{\partial\Omega_2} \mathbf{E}_i d\mathbf{S} = eb^- c_i \langle E_i S \rangle. \quad (16)$$

Изменение знака в (15) и (16) учитывает ориентацию нормали.

Подставляя соотношения (11), (12), (15) и (16) в (2) и (8), имеем:

$$(c_e - c_i - n_0) \frac{\partial V}{\partial t} = eb^+(c_i + n_0) \langle E_i S \rangle - eb^- c_e \langle E_e S \rangle, \quad (17)$$

$$(c_e - c_i) \frac{\partial V}{\partial t} = -eb^- c_i \langle E_i S \rangle + eb^- c_e \langle E_e S \rangle. \quad (18)$$

Величина $\langle E_e S \rangle$ непосредственно связана с током во внешней цепи, точнее:

$$J = e^2(b^+ + b^-)c_e \langle E_e S \rangle. \quad (19)$$

Поэтому из выражений (17) и (18) целесообразно исключить величину $\langle E_i S \rangle$, в которую входит неизвестное поле внутри геля. Умножим (17) справа и слева на $eb^- c_i$, а (18) – на $eb^+(c_i + n_0)$. Имеем

$$\begin{aligned} b^- c_i (c_e - c_i - n_0) \frac{\partial V}{\partial t} &= \\ &= eb^- c_i b^+ (c_i + n_0) \langle E_i S \rangle - eb^- c_i b^+ c_e \langle E_e S \rangle, \\ b^+ (c_i + n_0) (c_e - c_i) \frac{\partial V}{\partial t} &= -eb^+ (c_i + n_0) \rightarrow \\ &\rightarrow b^- c_i \langle E_i S \rangle + eb^+ (c_i + n_0) b^- c_e \langle E_e S \rangle. \end{aligned}$$

Складывая последние два уравнения, получаем искомую связь между скоростью изменения объема геля и величинами, непосредственно задаваемыми током во внешней цепи

$$\begin{aligned} &[b^- c_i (c_e - c_i - n_0) + b^+ (c_i + n_0) * \\ &* (c_e - c_i)] \frac{\partial V}{\partial t} = eb^- n_0 b^+ c_e \langle E_e S \rangle. \end{aligned}$$

Откуда, используя (19), получаем:

$$\frac{\partial V}{\partial t} = \frac{n_0 b^- b^+ / e(b^- + b^+)}{b^- c_i (c_e - c_i - n_0) + b^+ (c_i + n_0) * (c_e - c_i)} J. \quad (20)$$

Выражение (20) показывает, что скорость изменения объема геля прямо пропорциональна протекающему через образец току, что можно трактовать как обобщенный закон Фарадея, распространяемый на описание коллапса полиэлектролитных сеток. Коллапсу геля соответствует положительный знак производной, что изначально было заложено в уравнение баланса (2) и (8).

Установленная закономерность носит общий характер и, как это было ранее показано в [7], хорошо согласуется с экспериментальными данными. Рассмотрим важный частный случай, отвечающей ситуации, когда концентрация низкомолекулярной соли в растворе, окружающем

гидрогель, мала, а в сам гель дополнительно не вводятся какие-либо присадки, в частности, краситель. В данном случае имеет место

$$c_i \ll c_e \ll n_0. \quad (21)$$

Выполнение первой части неравенства (21) отвечает эффекту перераспределения концентраций /9/. Как показано в цитированных работах в слабом солевом растворе гель преимущественно поглощает чистую воду. А солевые примеси остаются в окружающем растворе.

При выполнении неравенств (21) соотношение (20) переходит в

$$\frac{\partial V}{\partial t} = \frac{b^-}{c_e e (b^- + b^+)} J = b^- e \langle E_e S \rangle. \quad (22)$$

Выражение (22) согласуется с выводами, сделанными ранее в /7/ для частного случая плоского образца.

Вывод

Таким образом, налог закона Фарадея может быть получен в общем случае (для образцов произвольной формы) на основании анализа одного только баланса токов на границе гидрогель – раствор. При этом общая форма (20) охватывает ситуации, которые могут возникнуть при наполнении гидрогеля окрашивающими растворами и/или другими веществами, т.е. указанная форма применима для широкого круга частных случаев.

Литература

1. Doi, M., Matsumoto, M. and Hirose, Y. Deformation of ionic polymer gels by electric-fields,. *Macromolecules* (1992), 25, pp. 5504-5511.
2. Hirai, M., Hirai, T., Sukumoda, A., Nemoto, H., Amemiya, Y., Kobayashi, K. and Ueki, T. Electrically-induced reversible structural-change of a highly swollen polymer gel network,. *J. Chem. Soc.-Faraday Trans.* (1995), 91, pp. 473-477.
3. Osada Y., Gong J. P., Sawahata K. Synthesis, Mechanism, and Application of Electro-Driven Chemomechanical System Using Polymer Gels // *J. Macromol. Sci.-Chem.*, 1991, A28, P. 1189-1205.
4. Сулейменов И.Э., Джумадилов Т.К., Копишев Э.Е., Сулейменова К.И., Бектуров Е.А. Полимерные ИТ-материалы. Алматы. 2007. 180 с.
5. Reva Yu.I., Proskura K., Semeniakin N.V. et.al. Polymeric hydrogels as means of volume representation of the visual information. *Prog. Int. Young Sci. Conf. "Modern problems of polymer science"*, St.Petersburg, April, 15-17,2008, 4-P-45.
6. Budtova T.V., Suleimenov I.E., Frencl S.Ya. ElectrocINETICS of the contraction a polyelectrolyte hydrogel under constant electric field.// *Polymer Gels and Networks*. 1995, V.3, P.387-393.
7. Suleimenov I., Pereladov I. and Bekturov E. Theoretical description of polyelectrolyte hydrogel collapse in electric field // *Euroasian Chem. Tech. J.*, 2002, №4. P.243-247.
8. Будтова Т.В., Сулейменов И.Э., Френкель С.Я. Применение диффузионного подхода для описания набухания полиэлектrolитных гидрогелей // *Высокомол.соед. Б.*1995, Т.37. №1, С. 147-153
9. Budtova T.V., Bel'nikovich N.G., Suleimenov I.E., Frencl S.Ya. Concentration redistribution of low molecular weight salt of metals in presence of strongly swelling polyelectrolyte hydrogels // *Polymer*.- 1993.- Vol 34.- P. 5154-5156.

ВЛИЯНИЕ ОБЛУЧЕНИЯ НА НЕКОТОРЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ИЗОЛЯЦИОННЫХ ПОЛИИМИДНЫХ ПЛЕНОК

Бекмагамбетова Куралай Хамитовна – канд.техн.наук, профессор
кафедры электрических станций, сетей и систем Алматинского
института энергетики и связи, г.Алматы

Соколов Сергей Евгеньевич – докт.техн.наук, профессор, зав. кафедрой
электрических станций, сетей и систем Алматинского института
энергетики и связи, г.Алматы

Кравцова Валентина Дмитриевна – д.х.н., главный научный сотрудник
института химических наук им. А.Б.Бектурова

Мессерле Павел Ефремович – д.х.н., главный научный сотрудник
института химических наук им. А.Б.Бектурова

Искаков Ренат М. – д.х.н., зав. Лабораторией синтеза полимеров
института химических наук им. А.Б.Бектурова

Алицикл құрамды полиимидтердің электрлік және деформация - мықтылық мінездемелеріне лазерлі және γ - сәулелерінің әсері зерттелген: γ - сәулесінің 300 МРад кезінде үзілу беріктігінің 12-15%-ке ұлғайып, ал 5000 МРад сәулелігінде диэлектрлік параметрлері өзінің алғашқы мағыналарын 30-40% дейін сақтағаны көрсетілген.

Деформация - мықтылық мінездемелерінің өзгеруі осы көрсетілген мәлішерден жоғары.

Исследовано влияние лазерного и γ -облучения на некоторые электрические и деформационно-прочностные характеристики полиимидов алициклического строения; установлено, что в случае γ -облучения при дозе 300 МРад наблюдается повышение прочности на разрыв на 12-15 %, при облучении до 5000 МРад диэлектрические параметры сохраняют 30–40 % от своих первоначальных значений, деформационно-прочностные характеристики этих полимеров претерпевают более существенные изменения.

The influence of laser and γ -irradiation on electric and stress-strain properties of polyimides of alicyclic type was studied. It was established that in the case of γ -irradiation with dose rate of 300 МРад enhancement of tensile strength up to 12-15 % takes place, and at dose rate up to 5000 МРад dielectric parameters save 30-40 % of initial value, but stress-strain properties of these polymers were changed dramatically.

Одной из важнейших характеристик полимеров, в том числе и полиимидов, применяющихся в специальных областях техники, является устойчивость к тому или иному виду радиации. Накопление данных о поведении полиимидов

в условиях радиационного воздействия имеет важное научное и практическое значение.

Исследованиями последних лет показано, что к числу перспективных термостойких полимеров относятся полиимиды

алициклического строения, многие характеристики которых вполне сравнимы с аналогичными параметрами ароматических полигетероциклов. К настоящему времени имеется достаточно обширный материал по полиимидам на основе диангидридов трициклодецентетракарбоновых кислот и различных диаминов, их химическим, термическим, физико-механическим и другим характеристикам, однако эти полимеры совершенно не изучены в отношении радиационной стойкости, в том числе отсутствуют данные об изменении электрических характеристик под действием каких-либо видов облучения.

В настоящей работе приведены результаты исследования воздействия лазерного и γ -излучения на некоторые электрические и деформационно-прочностные характеристики алициклических полиимидов, являющихся, как было показано ранее, среднечастотными диэлектриками [1-3].

Первым этапом исследований было изучение поведения алициклического полиимида в условиях воздействия лазерного излучения, которое, как известно, широко используется в научных и практических целях. При определении областей практического применения, лазерное излучение часто применяется для проведения пиролиза термостойких полимеров с целью установления их устойчивости в процессе деструкции [4]. Лазерное излучение, обладающее, как известно, значительной мощностью, позволяет значительно ускорить разнообразные физические и химические процессы [5]. Направленное действие лазера на исследуемый объект приводит к увеличению молекулярной подвижности макроцепей, присутствующих в них функциональных групп. Изменяя характер и интенсивность молекулярного движения, можно управлять оптическими свойствами

полимеров в ИК-диапазоне длин волн, что, в свою очередь, дает возможность варьировать долю энергии лазерного излучения (ЛИ), переходящую в процессе релаксации энергии возбужденных состояний в тепло и направленно осуществлять химические реакции.

Полиимиды получают разными способами. Один из наиболее распространенных заключается в получении на первой стадии форполимера, который затем переводят в имидную форму, причем форполимеры можно получать с различной степенью имидизации. В настоящей работе исследования проводили с форполимерами на основе диангидрида трициклодецентетракарбоновой кислоты и двух диаминов – гексаметилендиамина и 4,4-диаминодифенилового эфира, которые имеют около 30 % амидокислотных фрагментов, остальные – имидные циклы. Термический метод воздействия на полимер с алифатическими звеньями в основной цепи с целью завершения процесса перевода амидокислотных групп в имидные циклы часто приводит к деструкции макромолекул и, соответственно, ухудшению качества конечного полиимида. С целью завершения процесса превращения форполимера в полиимид на данное соединение воздействовали монохроматическим излучением CO₂-лазера ($\lambda=10,6$ мкм). При этом, как известно, создаются условия для более быстрого взаимодействия амидокислотных и карбоксильных групп амидокислотных фрагментов за счет локального концентрирования энергии на поверхности твердого тела, перевода малоподвижных реакционных центров в активное состояние [6].

Обработку образцов осуществляли в режиме непрерывного воздействия излучения различной мощности в течение 5-7 мин. Для осуществления такого типа превращений предпочтительнее непре-

рывный режим во избежание локального перегрева, который мог бы привести к деструкции полимеров. Контроль за процессом превращения полиамидокислотных звеньев в имидные осуществляли методом ИК-спектроскопии. На рисунке 1 показано изменение основных полос поглощения, характеризующих превращение указанных фрагментов. Как видно из этого рисунка, до облучения (кривая

1) в спектре полиимида присутствует определенное количество амидокислотных групп, на что указывает небольшое плечо в области 1670 см^{-1} . После облучения исчезает эта полоса (кривая 2), а также в 2,5-3 раза возрастает интенсивность полосы 1780 см^{-1} (асимметричные валентные колебания C-O в цикле); увеличивается и достигает максимальной интенсивности полоса 1380 см^{-1} (C-N имидного цикла).

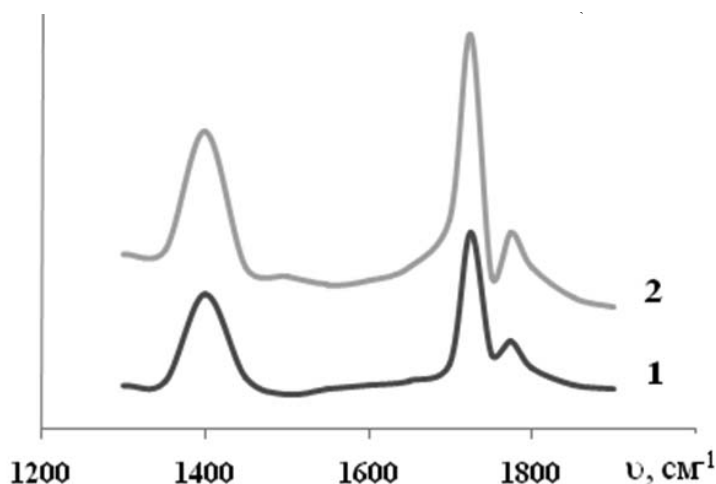


Рисунок 1- Изменение интенсивности полос 1380 , 1780 и 1720 см^{-1} в ИК-спектрах ПИ_{АБ+ГМДА} до (1) и после (2) лазерного облучения.

Приведенная на рисунке 2 зависимость изменения степени имидизации образцов от мощности лазерного излучения и метода имидизации подтверждает преимущества лазерного способа. Как и следовало ожидать, с увеличением мощности лазерного излучения степень имидизации

резко возрастает (кривые 1б и 2а), при мощности около 25 Вт процесс протекает практически мгновенно (кривая 2,б). На данном рисунке для сравнения приведена кривая 3, показывающая ход изменения степени имидизации при термической обработке образцов (температура 200°C).

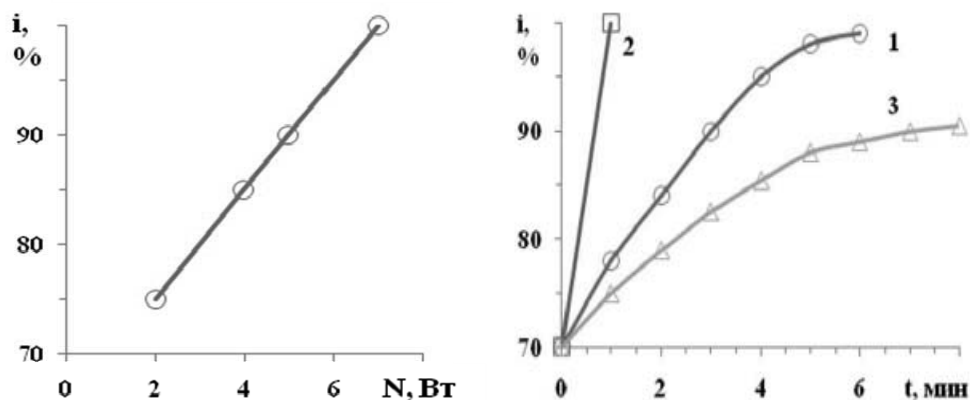


Рисунок 2 - Зависимость степени имидизации i форполимера на основе АБ+ГМДА от мощности (а) и продолжительности (б) облучения CO_2 -лазером: кривые 1б, 2б–изменение i во времени при мощности излучения 7 и 25 Вт, 3б–изменение i при 200°C .

Как видно, скорость превращения полиамидокислотных звеньев в имидные при действии CO_2 -лазера значительно превышает скорость твердофазного процесса, протекающего под действием высоких температур и при этом не наблюдается ухудшения физико-химических параметров конечного полимера: прочность пленки до облучения составляла 540 МПа, после облучения 920–970 МПа. Следует отметить, что ранее пленки на основе алициклических диангидридов и алифатического диамина не были получены, в данной работе впервые обсуждаются особенности поведения полигетероциклов указанного строения в условиях воздействия ЛИ.

Ускорение циклообразования под действием ЛИ за счет процессов внутреннего переноса энергии приводит к увеличению интенсивности молекулярного движения, которое не достигается при термическом методе. Для форполимера на основе такого же диангидрида и 4,4'-диаминодифенилового эфира с начальной степенью имидизации около 70 % скорости имидизации в 2,5–3 раза ниже, но также значительно выше, чем при термическом процессе.

Можно отметить, что использование лазерного излучения позволяет достичь более глубокого по сравнению с термическим методом превращения полиамидокислотных групп в имидные циклы, повышения скорости процесса. Направленное воздействие лазерного излучения на пленки полиимидов алициклического строения является эффективным средством ускорения тепловых химических процессов за счет создания высокой температурной неравновесности в системе с последующей колебательно-поступательной релаксацией энергии за малые интервалы времени. Особое значение это имеет для получения пленочных материалов из полиимидов на основе алицикли-

ческих диангидридов и алифатических диаминов.

Следующая часть исследований посвящена изучению поведения алициклических полиимидов при воздействии γ -радиации. В литературе имеются данные об устойчивости полиимидов на основе пиромеллитового диангидрида и ароматических диаминов к воздействию ионизирующей радиации, радиационной стойкости полимеров в различных условиях, в том числе условиях космического пространства [7,8]. Особое внимание к полиимидам обусловлено их высокой устойчивостью к действию излучений высоких энергий. В условиях, когда большинство других полимеров полностью разрушается, в ПИ происходят незначительные изменения, вследствие чего они используются в качестве надежной электрической изоляции обмоток термоядерных установок или защитных покрытий для микросхем от коррозии, токов утечки и α -радиации [9–11] и т.д.

Совместно с сотрудниками Института ядерной физики были проведены исследования влияния γ -излучения на свойства полиимидов алициклического строения до доз 5000 МРад. Объектами исследования были полиимидные пленки толщиной 50 ± 5 мк из полиимидов на основе диангидридов алициклического строения (фотоаддукты бензола, фторбензола и малеинового ангидрида-мономеры АБ и АФБ) и 4,4'-диаминодифенилового эфира. Образцы облучали ^{60}Co на установке РХМ γ -20 при температуре 20–25°C на воздухе. При этом контролировали изменение прочности на разрыв σ_r , удлинения l и некоторых электрических характеристик – тангенса угла диэлектрических потерь $\tan \delta$, диэлектрической проницаемости ϵ и напряжения на пробой E_n .

При проведении исследований было обнаружено, что жесткое излучение, как и в случае других полимеров, в первую

очередь воздействует на деформационно–прочностные характеристики, причем, как и при тепловом старении, облучение наибольшим образом сказывается на эластичности полимеров. Изменение механических характеристик полимеров приведено на рисунке 3. Видно, что между σ_{ϵ} и l полиимидов на основе диангидридов АФБ и АБ нет резких различий; для ПИ_{АБ} можно отметить тенденцию более раннего разрушения при дозах облучения менее $5 \cdot 10^3$ МРад. Зависимость σ_{ϵ} –Д, где Д–доза облучения, МРад, отличается одной характерной особенностью: при дозе около 300 единиц наблюдается повышение прочности на разрыв на 12–15 %, после которого σ_{ϵ} начинает постепенно снижаться, то есть на кривой появляется некоторый максимум. Аналогичный факт был также обнаружен другими исследователями при воздействии УФ-излучения (источник ртутно-кварцевая лампа ПРК-3) на ПИ_{АБ} и облучении электронами, т.е. и при сравнительно мягком облучении до 12 ч. наблюдалось упрочнение структуры, σ_{ϵ} полиимидных пленок на разрыв повышалась также в среднем на 12-14 %

[12,13], однако, в случае γ -радиации – это происходит за более короткий интервал времени.

Отмеченное повышение σ_{ϵ} , как и при воздействии высоких температур, можно объяснить сшивкой макромолекул за счет появления межцепных имидных связей, что подтверждается характером изменения полосы 1380 см^{-1} , интенсивность которой снижается на 12–15 %; при этом основание ее становится шире, а боковые участки более пологими. Полоса 1780 см^{-1} (в дублете с 1720 см^{-1}) не испытывает таких заметных изменений, можно отметить лишь понижение ее интенсивности.

Электрические характеристики полиимидов менее чувствительны к радиации по сравнению с механическими. Контроль за $\text{tg}\delta$ и ϵ полиимидов показал, что положение максимумов $\text{tg}\delta$ на температурной оси (рисунок 3) практически не меняется при переходе от 1000 до 3000 МРад, наблюдается лишь небольшое, на 15–20°C, смещение в область более высоких температур, подобно тому как это происходит при увеличении частоты электрического поля [3].

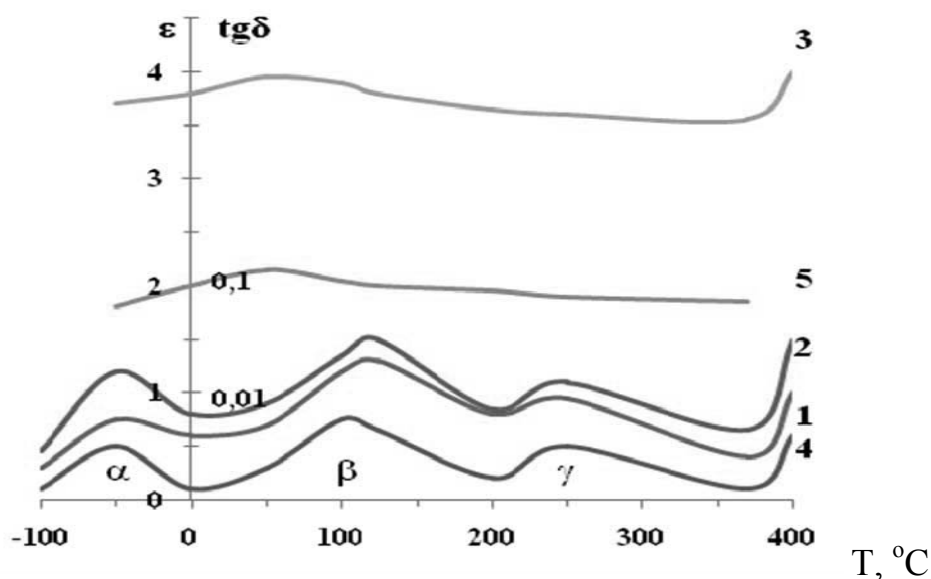


Рисунок 3 - Температурная зависимость $\text{tg}\delta$ (1,2,4) и ϵ (3,5) от дозы облучения для ПИ_{АФБ+ДАДФЭ}: кривые 1,2-дозы облучения 1000 и 3000 МРад, 3-3000 МРад, 4,5-необлученный образец.

Смещение максимумов релаксационных потерь в сторону больших температур свидетельствует о запаздывании смещения релаксаторов (C=O, OC-N-CO), которые входят в имидный цикл и при обычных условиях довольно легко релаксируют, но при облучении, когда чрезвычайно высока вероятность межмолекулярных взаимодействий полимерных цепей, их сшивка, это приводит к торможению движения отдельных структурных единиц, что и проявляется в смещении максимумов диэлектрических потерь.

При облучении дозой 3000 МРад происходит изменение $tg\delta$ от 0,001 (для необлученного образца) до 0,008 и рост потерь проводимости отмечается при температурах на 30–35°C ниже по сравнению с необлученным образцом. Наблюдаемый эффект может быть обусловлен появлением продуктов разложения полиимида под действием мощного потока излучения. При 5000 МРад сохраняется еще 30–40 % диэлектрических характеристик, хотя механические свойства, как видно из рисунка 4, снижаются раньше.

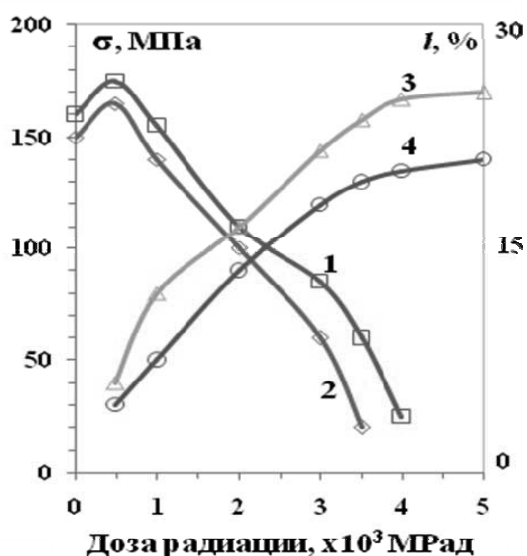


Рисунок 4 - Зависимость прочности на разрыв σ_r и удлинения l от дозы облучения: 1,2-прочность на разрыв для ПИ_{АФБ} и ПИ_{АБ}, МПа, 3,4-удлинение, %.

Напряжение на пробой E_n для необлученных образцов ПИ_{АФБ} при 20°C составляет 170, 200°C-140 и 250°C-100 кВ/мм; для облученных дозой 300 МРад-180, 125 и 80 кВ/мм соответственно, а при 5000 МРад, в зависимости от температуры, снижается от 85 до 50 кВ/мм. Для ПИ_{АБ} E_n ниже на 10-15 кВ/М. Это обусловлено строением фторсодержащего полимера: большая устойчивость этого соединения к воздействию радиации обусловлена присутствием атома фтора.

В заключение можно отметить, что при воздействии γ -излучения до доз 5000 МРад поведение ПИ на основе диангидридов трициклодецен-тетракарбоновых кислот и ароматического диамина приближается к ароматическим полигетероциклам [14].

В заключение отметить, что ИК-спектры снимали на приборе IR-25. Образцы полимеров готовили в виде пленок толщиной 3-5 мкм.

Физико-механические (прочность на разрыв σ_r и удлинение l) и электрические (тангенс угла диэлектрических потерь $tg\delta$, диэлектрическую проницаемость ϵ) изучали в стандартных условиях по известным методикам.

Облучение пленок форполимеров осуществляли монохроматическим излучением CO₂-лазера ($\lambda=10,6$ мкм) в режиме непрерывного воздействия в течении 5-7 мин при мощности излучения 7 и 25 Вт, пленки из полиимидов на облучали ⁶⁰Со на установке РХМ γ -20 при температуре 20-25°C на воздухе до доз 5000 МРад.

Выводы

1. Изучены некоторые особенности воздействия лазерного излучения на форполимеры алициклического строения, показано существенное возрастание скорости превращения амидокислотных групп в имидные циклы.

2. При исследовании воздействия γ -излучения на полиимиды алициклического строения установлено, что при дозе 300 МРад наблюдается повышение прочности на разрыв на 12-15 %; при облучении до 5000 МРад диэлектрические параметры сохраняют 30–40 % от своих первоначальных значений, деформационно-прочностные характеристики этих полимеров претерпевают более существенные изменения.

Литература

1. Жубанов Б.А., Кравцова В.Д., Бекмагамбетова К.Х., Ахметтаев Д.Д. // Электротехника. 1998. № 11. С. 57-60.
2. Бекмагамбетова К.Х., Ахметтаев Д.Д., Кравцова В.Д. // Тр. Межд. конф. «Энергетика, телекоммуникации и высшее образование в современных условиях». – Алматы: АИЭС. 2006, с.297-299.
3. Жубанов Б.А., Кравцова В.Д., Алмабеков О.А., Бекмагамбетова К.Х. Галогенсодержащие полиимиды. – Алматы: Эверо. 2004, с.220.
4. Виноградова Б.А., Михайлова И.В., Копылов В.Б. и др. // Докл. АН СССР. 1986. Т. 291. № 6. С. 1399-1402.
5. Тараканов Б.М. // Хим. волокна. 1996. № 3. С. 20-23.
6. Карлов Н.В., Карлова Е.К., Кириченко Н.А. и др. // Квантовая электроника. 1982. Т. 9. № 10 С. 2049-2055.
7. Бартенев Г.М., Каримов С.Н., Нарзуллаев Б.Н. и др. // Высокомолек. соед. 1977. Т. А 19. № 10. С. 2217-2223.
8. Модель космоса /под ред. Новикова Л.С.- М.: МГУ. 2007, с.1144.
9. Койков С.И., Скорняков Ю.А., Степанов А.И. // Физика и химия обработки материалов. 1987, № 2, с.138-139.
10. Восканьянц В.И., Деев Ю.С., Липскеров В.М., Левит Г.В., Садэ В.А. // Химия высоких энергий. 1988. Т. 22. № 5. С. 427-430.
11. Салина А.Г. // Микроэлектроника. 1996. Т. 25. С. 445-447.
12. Жубанов Б.А., Бойко Г.И., Кудайкулова С.К. Тез. докл. 8 конф. по старению и стабилизации полимеров. – Душанбе: 1990, с.27.
13. Тлебаев К.Б., Купчишин А.И., Тепикин Б.Г., Бисенбаева Г.О., Кудайкулова С.К. и др. Межвуз. Сб. «Радиационные дефекты в твердых телах». АГУ. – Алматы: 1999, с.98-105.
14. Бессонов М.И., Котон М.М., Кудрявцев В.В., Лайус Л.А. Полиимиды – класс термостойких полимеров. – М.: Химия, 1983. 328 с.

ӘБУ НАСЫР ӘЛ-ФАРАБИДІҢ ФИЛОСОФИЯЛЫҚ ТЕРМИНОЛОГИЯСЫ

**Қабылова Айна Сағатбековна – философия ғылымдарының кандидаты,
Әлеуметтік пәндер кафедрасының доценті, Алматы энергетика және
байланыс институты, Алматы қ.**

Әл-Фарабидің философиялық көзқарастарының ғылыми-объективті зерттеулерін түсіну үшін оның түп-нұсқадағы трактаттарымен тікелей жұмыс істеуді, оларға аударма жасауды терең меңгеру керек. Осы орайда ұсынылып отырған бұл мақалада ғылыми жұмыстың маңызды құрамдас бөлімі болып табылатын терминдер мен терминологияларға ерекше мән беріліп, олардың маңыздылығы зерделенген.

Научно-объективное исследование философских воззрений аль-Фараби предполагает прежде всего тонкую и кропотливую работу над первоисточниками, непосредственной реализацией которой является перевод текста на тот или иной язык. Как раз эта работа, в свою очередь, выдвигает на передний план проблему термина и терминологии как существенной части научного текста.

Scientifically-objective research of al-Farabis philosophical view predicts first of all hard work at first sources. This work's realization is to translate the text into one or another language. And this work in its turn moves at the primal plan the problem of terms and terminology as a main part of a scientific text.

Әл-Фараби логика, саясат және метафизика сияқты ғылым салаларымен айналысып, тарихта бірінші болып осы үш бағытты терең зерттеді. Барлығымызға белгілі екінші Аристотель деген атаққа ие болған ойшыл грек ғалымының салған сара жолын жалғастыра отырып, ғылым саласында, әсіресе логикалық таным таразысын талқылау бағытында жаңа дерек көздерін тапты. Фарабидің анықтауы бойынша, «логика – ойлаудың заңдары мен ережелері туралы ғылым. Бұл ғалымның арқасында адам өзінің ойлау әрекетін тәрбиелей алады, өзінің ойын анық та айқын, жүйелі түрге келтіреді; ойлау, ой қорыту, талқылау барысында логикалық қателер жіберуден аулақ болады» /5;57/. Ойшыл логиканы сегіз тармаққа бөледі: 1) қарапайым терминдерді пайдалану мен ұғымды басқаратын

тәртіптермен байланыстағы категориялар; 2) екі немесе одан да көп терминдерден құралған қарапайым пікірлер мен пайымдаулар; 3) бес түрлі аргументке – диалектикаға, софистикаға, риторика мен поэтикаға қолданылатын силлогизм заңдылығы; 4) ғылыми білімді дәлелдеу тәртібі; 5) диалектикалық сұрақтар мен жауаптар; 6) софистикалық мысалдарды оқу; 7) риторика және оның тыңдаушыға әсері; 8) әртүрлі поэтикалық пайымдар мен ұйқас тәртібімен байланыстағы поэтика.

Үнемі айтып жүргеніміздей, грек логикасы IX ғасырдан бастап мұсылман эпистемологиясының негізі болды. Ол «сол кездерден бастап өзінің интеллектуалды ішкі сезімінің сырттай көрінісін табуы үшін мұсылман ғалымдарына тиімді жалғыз ғана мүмкін ғылыми көмкеруді»

қамтамасыз етті. Логика – нәтижесі «нақтылы білім» /*эл-илм эл-иакин*/ болып табылатын ғылым /*илм*/, алайда сонымен бірге логика «ғылыми тәртіп үшін жіктеу жүйесі мен негізді қамтамасыз етті» /12/. Осының барлығы эл-Фараби және оның философиясының ізбасарларына тән нәрсе. Ол логиканы терең құрметтеді. Эл-Фарабидің логикаға деген құрмет көрсетуі оның метафизикасы мен философиясының маңызды мазмұнына әсер етіп қана қоймай, білім мәнінің теоретикалық классификациясына да ықпал етті. Ар-Рабенің айтуынша, эл-Фараби *Ғылымдар классификациясында* логиканы бірінші кезекке шығарып, бұл ғылымды грамматиктердің орынсыз мінеуінен қорғау үшін екінші тарауды осы тақырыпқа арнаған /1;10/. Әсіресе оның логика мен грамматиканың ортақ тұстары мен айырмашылықтары жөніндегі пікірлері аса құнды. Ойшыл логиканы ойлаудың грамматикасы ретінде қарастыра келіп, логика ұғымдары мен категориялары бүкіл адам баласына ортақ екендігін айтып, тілдің ұлттық сипатта болатынын ескертеді. Отырарлық ойшылдың логикалық зерттеулері бірінші рет 1950 жылы жарық көріп, өзінің лайықты бағасын алған болатын. Бұл тұрғыда айтарымыз, Екінші Ұстаз логикалық терминдерге назар аударарлық, қолайлы, әбден мұқият тұрғыда түсіндірме жасап, өзінен кейінгі ғаламшар фәлсафашыларының зердесін кеңейтіп, болашақтың талғамына сай жаңа бір ғылыми ашылымның іргетасын қалады. Бұған Әбу Насырдың *«Логиканың көне терминдері»* (эл-Элфаз эл-мустамала фи-л-Мантик), *«Логикада қолданылатын терминдер»* (Китаб эл-Тавтия), Кіріспе (Исагога), *«Категориялар»* (эл-Мақула), т.б. еңбектері дәлел /9;52-53/. Бұған қоса *«Аударма»* (Китаб эл-Ибара), *«Кезекті Аналитика»* (Китаб эл-Қиас), *«Приор Аналитикасы»* (Китаб

эт-Тахлил), *«Постериор Аналитикасы»* (Китаб эл-Бурбан) еңбектері тағы бар /9/. Бұл очерктер өзінің жалғасын поэзиядан табады.

Әбу Насыр тіл білімі мен оның тарауларын ғылыми бірнеше тарауларға бөліп мазмұндаған. Бұлар: 1) дербес және қарапайым сөздер мен сөйлемдер туралы ғылым; 2) мәнерлеп оқу ережелері жайлы ғылым; 3) емле ережелері, дұрыс оқу ережелері; 4) өлең жазу, ақындық туралы ғылым немесе поэтика. Кейінгісінің өзі ырғақ, ұйқас және поэзия болып үшке жіктелген /6;66/. Ойшыл қаламынан туындаған очерктердің бәрі – ежелгі ғылым логиканың дереккөзі, десек те белгілі себептерге байланысты құнды туындылардың көпшілігі жоғалып кетіп отыр. Логикалық терминдерді талдау ойшылдың *Логикадағы бесінші сектор* жазбаларында талқыланады, бүгінгі күні қолданыста жүрген техникалық терминдерге сипаттама жасалады. *«Логикадағы көнерген терминдер»* шығармасында көптеген қолданыста жоқ терминдерді атап көрсетіп, ғылыми сананы жаңғырту үшін халықпен қарым-қатынаста бола отырып, әсіресе грек тілдес халықтың ауызекі тілінен көп нәрсені үйренгеніміз жөн деген пікір ұсынады. Бұл тұста ойшылдың айтайын дегені – есімдік пен артикль (зат есімнің алдында тұрып, оған род категориясын, белгілілікті немесе белгісіздікті білдіретін қосымша – А.Қ.), демеулік шылау сияқты ұғымдар. Отырарлық жерлесіміздің айтуынша, логиканы зерттеушілердің мақсаты – тап қазіргі мәнділіктің саны мен сапасын, уақыты мен деңгейін анықтау, осы орайда бұл ағым өкілдері грамматиканы жетік білетіндермен одақтас болып, кейбір терминдер туралы мәліметті солардан алғаны дұрыс /6;53/. Себебі олар белгілі бір нысанды анықтау мақсатында – «не» терминін, ал заттың түрінің модальдық (сөздің шындыққа қатынасын көрсететін

грамматикалық категория, өзгеріс, мыс., рай – А.Қ.) ерекшелігін айқындауда «қалай», «неге» терминдерін пайдаланды /6;54/. Қосып айтарымыз, бұл терминдер логика мен грамматикаға ортақ. Осы тұста әл-Фараби грамматика мен логика бір-бірімен тығыз байланыстағы ғылым деген пікірталасты құптай отырып, грамматиктердің мақсаты – шығарма ережесіне сай терминдердің өзара байланысын нықтау (*әл-фаз*) (менің ойымша, сөйлемді әдемі, мағыналы құрастыру – А.Қ.) болса, логиктердің мақсаты – мақұлданған қағидаларға сай мәліметтер (*маани*) легіндегі байланысты анықтау, оны дәлдікпен ой-қорыту арқылы ойлау кеңістігін кеңейту (орысша айтқанда – логическое мышление - А.Қ.) деп түйеді.

Логика ілімін әл-Фараби өнер ретінде мойындай отырып, басқа ғылымдардан жоғары қояды. Логика «хабарлы сөйлемдерді, білмегенімізді білерлік, өтіріктен шындықты айырарлық қорытындылар шығару үшін жүйелі етіп құру жолдарын үйретеді» /5;47/. Зандар мен пайым ережелерін оқитын теоретикалық пәндер қатарына жатқызады, логиканың барлық тараулары мен бөлімдерін сипаттай отырып, Аристотельдің Органонына тыңғылықты мінездеме береді /2/. «Сонымен бірге Аристотельдің *Категориялар*, *Герменевтика*, *Бірінші аналитика*, *Екінші аналитика*, *Топика*, *Софистика* деп аталатын логикалық шығармаларының мәні мен маңызына тоқталады. Ол Бірінші ұстаздың *Риторика* мен *Поэтикасын* да осы топқа жатқызып, оларды логикалық ойдың тілдік өрнегі тұрғысынан қарастырады. Фараби Аристотельдің бұл шығармаларының бәріне арнайы түсініктемелер жазумен қатар өз бетімен де көптеген логикалық шығармалар жазған» /5;57/ (жоғарыда көрсетілген – А.Қ.). Тарихи деректерге назар аударатын болсақ, 932 жылы Бағдат қаласындағы

араб-мұсылман қоғамында, Абу Хайан ат-Таухидидің айтуынша, хакім даналар Абу Бишр Матта мен грамматик, саясаткер Абу Саид әл-Сираның арасында грамматика мен логика арасындағы байланыс тұрғысында үлкен талас болған. Алайда, біз бұл таластың немен аяқталғанын білмейміз, өз басым қайткен күнде де фәлсафашы ретінде Абу Бишр Матта ұстанған пайымды қолдар едім, өйткені бұл тұлға әл-Фарабидің ұстазы емес пе? Ол рас. Шынтуайтына келгенде, Әбу Насырдың кез келген тілдегі логика лингвистиканың жетелеуімен санамызға келіп қонады деген тұжырымдамасына сүйене отырып, өз кезегінде сөзсіз құптаймыз, ал ойшыл қаншалықты жаңа ашылымдарға жол салғанымен, оның сана саңылағына алғаш білім нәрін құйған Абу Бишр Матта емес пе?

Белгілі ғалым В.С.Горский айтқандай, терминдерді түсіну, оған сипаттама жасау өте-мөте қажет, өйткені мәтінді түсіну барысында сіз оның авторымен сұхбаттық қарым-қатынасқа түсесіз /3;3/. Мәтін бұл жерде таным көзі болып табылады. Сондықтан оның түпнұсқаға барабар оқылуы мен аудармасы білімнің екі түріне байланысты, ол - тіл білімі мен ғылыми немесе философиялық теория /доктрина/ білімі. Оған қоса негізгі рөлді контекстологиялық жүйе иемденетін философиялық мәтінді зерттеу методологиясын игеру қажет. Мысалы, арабша *хаққ* – *ақиқат* сөзінің мағынасын әр түрлі түсінуге болады. Философиялық термин ретінде *ақиқат* сопыларда шартты белгілер жүйесінің өзгерісіне бейім, бұл дегеніміз құдай мәнінің ақиқаттығы түрінде қызмет атқарады. Ал дін өкілдері бұл сөзді Аллах ұғымының эпитеті деп қарастырады. Осылайша кете берсек, бұл терминнің мағына жағынан тиянақты бөлігін оқу мазмұны шексіз /10;63/. Сондықтан философиялық терминологияны зерттеу, әсіресе әл-

Фарабидің философиялық терминологиясына үңілу өте маңызды және ол – болашақ ғалымдар үшін өзекті тақырып. Антикалық авторлардың шығармаларына аударма мен түсіндірме жасай отырып, жерлесіміз логиканы қорытып, өзінің бірегей жеке теорияларын өңдеді. Олай дейтініміз, аудармашылық қызметтің өзі ғылыми ойдың шарықтауына септігін тигізді. Бұл іспен айналысқан ғалымдар тілге қоғамдық қатынастардың, ғылым мен техниканың, мәдениеттің өсіп дамуына байланысты енген жаңа сөздер мен сөз тіркестерін, фразеологиялық оралымдарды (неологизм – А.Қ.) өмірге әкеле бастады. «Кез келген автор аудармашылардың көмегімен өмірге келген шексіз ғылыми терминологияны өзінің талғамымен, өзінің танымымен еркін пайдалана беретін болған» /12;201/. Ошеревич Б.Я. /11;603-620/ еңбектеріне жүгінетін болсақ, араб тілдес философтар ғылыми терминологияны жетілдіру мен байыту жолында келесі ережелерге жүгініпті:

1) Сөздердің семантикалық өзгеріске ұшырауы. Бұл турасында Б.Я.Ошеревич *муқаддама* сөзін мысалға келтіреді. Бұл сөз алғашқы мағынасында – «бір нәрсенің алдыңғы бөлігі», әскери сөздікте – «авангард», математикада – «теорема», экономикада – «преамбула», филологияда – «кіріспе, алғы сөз», философия ғылымында – силлогизмнің «алғышарттары» деп аударылыпты;

2) Арабтық түбірден сөз құрастыру жолымен неологизмдер жасау. Мысалы: *аууал – бірінші, аууалиат – аксиомалар*.

3) Шет тілдерден алынған кірме сөздер. Мысалы: *хикма – фәлсафа – философия*.

4) Араб тіліндегі сөз құрастыру ережелеріне бағынбайтын күрделі сөз құрастыру. Мысалы: *вуджуд – болмыс, лә вуджуд – болмыстың жоқтығы, нихайа – соңы, лә нихайа – шексіздік*.

Әл-Фарабидің философиялық терминологиясы, ондағы сөздердің мағынасы өте терең, жан-жақты. Біз осы ғылыми еңбегімізде соның барлығын қамти алмаймыз, тек керегін, ең маңыздысын айтпақшымыз. Мысалы: *джаухар – субстанция*, араб тіліндегі алғашқы мағынасы – *інжу – маржан*. Философиялық мағынасы – *субстанция, мән, маңыз*. Бұл жерде аталмыш термин негізгі мазмұны қабыршақтың ішкі бөлігі болып табылатын інжу-маржанның қабыршағын көрнекі түрде жеткізіп отыр, яғни оның көлемі мен формасын емес, мәнін түсіну керек, қабыршақтың ішіне үңілуіміз абзал. Субстанция – ойшылдың философиялық жүйесіндегі ең іргелі категория. Кейбір терминдер, мысалы, «қайда», «қашан», «қалай» және «неше» белгілі категорияларға, яғни уақыт, орын, сан мен сапаға тиесілі. Автор бұл терминдердің логикалық, ғылыми, диалектикалық, риторикалық қолданыстарына әр түрлі мінездеме береді /7;57/. Ал «*Әріптер кітабында*» ойшыл философия мен логикаға ортақ сұраулы терминдерге сипаттама берген. Бұл мынадай терминдер: «кім», «не», «неге», «қашан», «қайда», «қалай», «қанша», «қандай», т.б.

Мақулат – категориялар термині қарапайым тілде «сөйлеу, пікір айту» дегенді білдірсе, философиялық сөздікте оны біз негізгі ұғым, танымдық қарым-қатынастар деп түсінеміз. Фарабилік *категория макул* – аристотельдік терминнің көшірмесі. Аристотельдік етістік *қала* (айту, сендіру, нандыру) сияқты және ырықсыз етістің есімшесі үлгісінде жасалады. *Мақул* сөзінің лексикалық мағынасы сөйлеген, пікір айтылған дегенді білдіреді. Бұл сөздің терминологиялық мағынасы логикалық және философиялық пікір түрлерінде қасиет пен ерекшеліктерді білдіретін пікір баяндаушы болып табылатын (предикат – А.Қ.) «сөз сөйлеу,

пікір айту» ұғымын білдіреді. Категориялар – ойшылдың ойынша, «барлық сезімдік қабылдаудың шама мөлшерін білдіретін жоғарғы грамматикалық категориялар, алайда «бұл жоғарғы грамматикалық категориялар мен олардың әрқайсысына тәуелді нәрселерді заттардың сезімдік қабылдау ұғымы түрінде қарастыруға болады...» /2;210-211/. Субстанция категориясынан басқа тағы да тоғыз категория бар. Әл-Фараби логикасында *силлогизм туралы ілім - қйас* орталық орынды иеленеді. Бұл терминнің лексикалық мағынасы – «салыстыру, теңеп көру», логикада – «силлогизм» дегенді білдіреді. Аристотель негізін салған силлогистикалық пайым туралы ілім дедукцияның логикалық жүйесі болып табылады. Силлогизм туралы ілім араб тілінен шыққан біраз терминдерді анықтайды. Мысалы: *акауил – пікір, ойлау*. Ол екі алғышарттан – *мукаддама* және *натиджадан* /нәтиже/ тұрады.

Ойша пайымдаудың бес түрі бар:

акауил бурхани – дәлелденген ой тұжырымы;

акауил джадали – диалектикалық ой тұжырымы;

акауил суфистайи – софистикалық ой тұжырымы;

акауил хитабийи – риторикалық ой тұжырымы;

акауил шарийи – поэтикалық ой тұжырымы /10;70/.

Әл-Фарабидің арнайы терминологиясынан *сина'а* - өнер, яғни *кәсіп, қолөнер кәсібі* ұғымымен пара-пар терминге аса көп мән береміз. Бұл термин ежелгі гректердің *techne* сөзімен бір мағына береді. *Сина'а* терминін ойшыл «кәсіп», «өнер», «ғылым» деп түсінген. Алайда философиялық шығармаларында *сина'а* терминін «зерттеу әдісі» немесе «таным әдісі» деген мағынада пайдаланған. Бұл сөз «өнер» деп аударылғанымен, «орга-

нон», «танымқұралы» деп ұғындырылады /10;71/. Жоғарыда көрсетілгендей, *сина'а* терминінің синонимі біразырақ көп, алайда ойшыл туындыларында бұл термин «ғылым» ұғымына жақын. Әбу Насыр тәжірибелік және практикалық өнер туралы (*әс-сана'у* 'әл-'илмийа уа ән-назарийа) айтқан кезде, теоретикалық өнер деп ғылымды ('илм) айтады. «Өнер» және «ғылым» терминінің кейбір ұқсастықтарына қарамастан, өзара айырмашылықтары да бар. Бірақ ол көмескі де бұлдыр, ойшыл «өнер» мен «ғылым» сөзін бір-бірінің орнына пайдалана береді. Бұл түсінік «ғылым» ('илм) мен «білім» (*ма'арифа*) терминдеріне де тиесілі. 'Илм терминін «ғылыми тәртіп» деп алып, ал соның нәтижесінде адам «білімге» (*ма'арифа*) қол жеткізеді, олай болса екеуі егіз ұғым емес пе дейді /10/. «*Ма'ана*» терминіне үңілетін болсақ, лексикалық мағынасы «мән, мағына» деп аударылады, ал әл-Фараби трактаттарында «мұрат» (идея), «ұғым» деген мағынада. Бұл екі термин – философияда «өзінің логикалық структурасына байланысты» /4;166/ синоним терминдер. Алайда бұл жерде аз ғана өзгешелік бар: егер идея қоршаған орта құбылыстары пайымына қол жеткізу болса, ұғым дегеніміз – пайымның нақ өзі. Сондықтан «мұрат» пен «ұғым» әл-Фарабиде бір мағынада емес, олар – тілдің мағыналық иілісіне, пікірдің бүгілісіне қарай орайласатын терминдер. Жалпы ойшылдың ғылыми философиялық терминологиясы өте жан-жақты, тереңдеп үңілуді талап етеді. Біз бұл оқу құралында жай ғана мысал түрінде кейбір терминдерді беруге тырыстық. Ойшыл танымындағы терминдерді жете меңгеру философиялық бағытымызды айқындап, тарихи кезең сұранысына жауап іздеп, сол жүйені зерттеуде дәл түсінік алуға көмектеседі. Өйткені тарихты түсіну үшін деректерге жүгінеміз, ал дерек дегеніміз Екінші

Ұстаз туындылары емес пе? Дегенмен кез келген философиялық шығарманы түсінуде терминдердің сипаттамасын білу аздық етеді, бұл жерде «шығарманың дәл өзін түсінуің керек, шығарма дегеніміз – тұтастық, ал жекелеген терминдер мен тұжырымдамалар –оның құрамдас бөлігі ғана» /8;13/.

Қорытынды: Терминологияны оқу дегеніміз – ортағасырлық философиялық мәтінді дұрыс, өз мағынасында түсіну, оның мазмұнын тура меңгеру деген сөз. Сондықтан да оны зерттеу – бүгінгі маңызды мәселелердің бірі.

Әдебиеттер:

1. Аль-Фараби: Проблема синтеза культур. – Алматы: «Тауар», 1998.

2. Аль-Фараби. Логические трактаты. Алма-Ата, 1975.

3. Горский В.С. Историко-философское истолкование текста. – Киев, 1981.

4. Кондаков Н.И. Логический словарь. - М.: Наука, 1971.

5. Көбесов Ә. Әл-Фараби. - Алматы, 1971.

6. Кірішбаев А. Әбу Насыр әл-Фараби. – Үрімжі: «Ұлттық баспа», 2002.

7. Книга букв // Аль-Фараби. Естествен-но-научные трактаты. - Алма-Ата: 1987.

8. Лосев А.Ф. Истори античной эстети-ки. - М.: 1975.

9. Majid Fakhri. Al-Farabi. - Oxford, 2002.

10.Таджикова К.Х. Философская тер-минология Абу Насыра аль-Фараби // Аль-Фараби: Проблема синтеза культур. – Алматы: «Тауар», 1998.

11. Ошеревич Б.Я. Опыт и традиции создания арабоязычной философской терминологии // Аль-Фараби. Логичес-кие трактаты. - Алма-Ата: 1975.

12. Роузенталь Ф. Торжество знания. - М.: Наука, 1978.

НАШИ ЮБИЛЯРЫ

ДАНИЛИНА ГАЛИНА ПЕТРОВНА (к 70-летию со дня рождения)



Данилина Галина Петровна родилась 1 мая 1938 г. в с. Сары-Агач Южно-Казахстанской области.

В 1955 г. закончила с серебряной медалью среднюю школу на ст. Пишпек и в том же году поступила на физико-математический факультет Казахского государственного университета и в 1960 г. закончила с отличием математический факультет. Трудовую деятельность начала в лаборатории машинной и вычислительной математики при Президиуме Академии Наук КазССР.

После стажировки в Вычислительном центре АН СССР работала программистом на первой в Казахстане ЭВМ Урал I, а с 1964 г. работает младшим научным сотрудником лаборатории вентиляции Института горного дела АН КазССР, где занималась разработкой математических методов оптимального регулирования шахтных вентиляционных сетей, синтеза оптимальных сетей горных выработок.

После защиты кандидатской диссертации, посвященной оптимизации схем

вскрытия шахтных полей, основная научная деятельность была направлена на решение вопросов автоматизации проектирования не только угольных шахт, но и рудников. Результаты этих исследований обобщены в докторской диссертации, защищенной в 1983 г. в Московском горном институте.

Более 30 лет Данилина Г.П. проработала в Институте горного дела АН КазССР. Ею подготовлено три кандидата наук, опубликовано около 50 научных работ, в том числе три монографии, посвященные применению математических методов оптимизации и автоматизации в проектировании, планировании и управлении горно - добывающих предприятий.

Последние годы Данилина Г.П. занимается педагогической деятельностью, передавая свой богатый опыт молодежи, обучая будущих специалистов применению методов математического моделирования и оптимизации в проектировании и управлении.

Более 14 лет она работает на кафедре АЭС АИЭС, читая такие дисциплины как «Автоматизация проектирования устройств, систем и сетей связи», «Проектирование ТКС», «Моделирование систем телекоммуникаций», активно участвуя в подготовке инженеров, бакалавров и магистрантов для отрасли телекоммуникаций. Ведет большую методическую работу, участвует в научной работе, проводимой на кафедре АЭС.

***Сердечно поздравляем Галину
Петровну с юбилеем и желаем
активного творческого долголетия!***

КУЗЕМБАЕВА РОЗА МЕНДЫХАНОВНА (к 60-летию со дня рождения)



Кузембаева Роза Мендыхановна в 1971 году окончила с отличием Казахский политехнический институт по специальности «Электроснабжение промышленных предприятий и городов». Свою трудовую деятельность она начала в этом же институте на кафедре «Электрических станций и подстанций».

С 1975 года работает в Алматинском энергетическом институте, а затем в Алматинском институте энергетики и связи, где прошла путь от ассистента до доцента, звание которого было ей присвоено в 1994 году ВАК МОН РК. С 1973 года она активно участвует в работе по организации и выпуску специалистов по специальности «Электрические станции», являясь одним из авторов Государственных стандартов высшего образования РК и типовых программ для подготовки дипломированных специалистов.

Кузембаева Р.М. является автором более 60-ти учебно-методических и научных публикаций, среди которых «Пособие для курсового и дипломного проектирования по электрической части тепловых электростанций» и ряд других. Ею проделана большая работа по изданию методических разработок для

студентов, обучающихся по кредитной системе: в течение трех лет выпущено 20 работ, из них 4 учебных пособия (два - на государственном языке) по «Электроэнергетике», «Электрическим станциям», конспекты лекций по «Электротехническому материаловедению», «Электроэнергетике», «Электрическим станциям и подстанциям». Она участвовала при подготовке Госстандартов по направлению «Электроэнергетика» для студентов, обучающихся по кредитной системе и является соавтором Типовой программы РК и тестов для МОиН РК по базовой дисциплине «Электротехническое материаловедение».

В течение трудовой деятельности ею были проведены все виды учебных занятий: чтение лекций, лабораторные и практические занятия, все виды практик, курсовое и дипломное проектирование по специальности «Электрические станции». Она принимает активное участие в научной работе по тематике, связанной с проблемами создания полимерных изоляционных материалов и изоляционных конструкций.

Роза Мендыхановна образцом преподавателя, добросовестно относится к служебным обязанностям, пользуется заслуженным авторитетом среди студентов и преподавателей. За успехи и плодотворную работу Роза Мендыхановна награждена многочисленными грамотами и благодарностями.

В настоящее время Р. М. Кузембаева продолжает активно работать по организации и выпуску специалистов и бакалавров-энергетиков.

Сердечно поздравляем Розу Мендыхановну с юбилеем и желаем ей дальнейших творческих успехов!

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Условия приема и требования к оформлению статей

1. Статья может быть представлена на одном из трех языков: казахском, русском и английском. Стоимость одной публикации на настоящий момент 2400 тенге или \$20 США для зарубежных авторов. Заказные статьи публикуются бесплатно.

2. Статья должна сопровождаться рекомендацией учреждения, в котором выполнена работа, и иметь разрешение на публикацию в открытой печати (экспертное заключение), заверенные печатью.

3. Статья должна быть подписана автором (авторами) в нижнем правом углу на каждой странице текста и оформлена в соответствии с требованиями, приведенными ниже. Рекомендуемый объем рукописи, включая литературу, таблицы и рисунки, как правило, 6 страниц.

4. Текст статьи предоставляется на CD-носителях (дискетах 3.5(A)) с обязательной компьютерной распечаткой, шрифтом Times New Roman Cyr Кегль 14 с одинарным интервалом в среде Word, в 2-х экз. Поля: верхнее и нижнее – 20 мм, левое – 20 мм, правое – 15 мм.

5. В верхнем левом углу с красной строки проставляется УДК (индекс по таблицам Универсальной десятичной классификации). На следующей строке приводится название статьи (с красной строки, по центру) прописными буквами, жирным шрифтом. Кегль 14.

6. Далее через пробел, с красной строки, строчными буквами, по центру, без сокращения указываются Фамилия, Имя, Отчество автора (авторов), ученая степень, звание, должность, место работы, город. Кегль 14.

7. Затем, через пробел, приводится краткая аннотация на 3 языках, казахском, русском и английском, с пробелом между каждой из них. Аннотация набирается курсивом, кеглем 12 и размещаются перед текстом статьи по центру. Аннотации должны содержать не более 2-3 предложений и не повторять название статьи.

8. Далее через пробел, следует текст статьи. В конце статьи, перед списком литературы, приводятся выводы. Статья заканчивается списком литературы. Список литературы нумеруется в порядке ссылок в тексте. Ссылки помещаются в косые скобки, например, /3/, /5-7/. Библиографическое описание каждого источника должно соответствовать требованиям к оформлению литературы, с указанием издательства, кол-ва страниц и др. Текст статьи, выводы и список литературы набираются кеглем 14.

9. Рисунки и графики должны располагаться по тексту после ссылки на них без сокращения (Рисунок 1 – Название (под рисунком)). Подпись к рисунку набирается кеглем 12, расшифровка обозначений выполняется между рисунком и подписью. Рисунки выполняются с соблюдением ГОСТ в режиме Paint (Paintbrush) и вставляются в текст как рисунки. Графики, диаграммы, гистограммы – в режиме Microsoft Excel, и вставляются в текст как объект Microsoft Excel. Все графические материалы должны быть выполнены с разрешением не менее 300 dpi.

10. Таблицы располагаются по тексту в порядке ссылки с номером и названием над таблицей

11. Математические, физические и другие обозначения и формулы набираются в режиме редактора формул (Microsoft Equation), наклонным шрифтом. Формулы располагаются по центру. Номера формул у правого крайнего края страницы в круглых скобках. Расшифровка параметров формулы с красной строки со слова «где», с перечислением параметров в строчку, с разделением точкой с запятой.

12. Условные обозначения выполняются в международной системе единиц.

Адреса и реквизиты для оплаты:

Для зарубежных корреспондентов: Некоммерческое АО «Алматинский институт энергетики и связи», ИИК 010160315 в АГФ АО «Банк ЦентрКредит», г. Алматы.

БИК 190501719, РНН 600400070232, КБе 17

Для корреспондентов внутри страны: Некоммерческое АО «Алматинский институт энергетики и связи», ИИК 4609992, в АГФ АО «Банк ЦентрКредит», г. Алматы.

БИК 190501719, РНН 600400070232.

Копия квитанции или платежного поручения представляется в редакционный отдел журнала.

