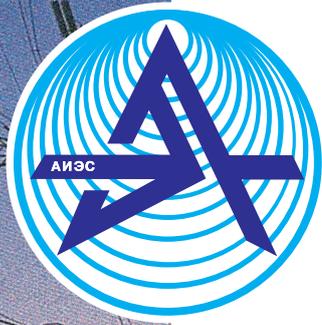


ISSN 1999 – 9801



Алматы энергетика
және байланыс институтының
ХАБАРШЫСЫ



ВЕСТНИК
Алматинского института
энергетики и связи

1

2009





**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., Бекмагамбетова К.Х., Болотов А.В., Букейханова Р.К., Данилина Г.П., Дворников В.А., Джагфаров Н.Р., Дюсебаев М.К., Жакупов А.А., Искаков А.К., Козин И.Д., Коньшин С.В., Куралбаев З.К., Мажитова Л.Х., Мукажанов В.Н. (зам. главного редактора), Нагайцев В.И., Рутгайзер О.З., Сагитов П.И., Садыкова А.К., Сериков Э.А., Сулейменов И.Э., Стояк В.В., Суржиков 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 09.01.2009 г. Подписано в печать 20.02.2009 г. Формат А4
Бумага офсетная № 80 г/м² Печать офсетная. Печ.л. 8,25.
Цена свободная. Тираж 350 экз. Зарегистрирован Комитетом информации и архивов
Министерство культуры и информации РК, регистрационный № 9040-Ж.

Макет выполнен и отпечатан в типографии «ИП Волкова»
Райымбека 212/1, оф. 319.



В Е С Т Н И К

**АЛМАТИНСКОГО ИНСТИТУТА
ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ**

№ 1(4)

2009

Научно-технический журнал

Выходит 4 раза в год

Алматы

СОДЕРЖАНИЕ

Искаков А.К., Оспанов Б.К., Утегулов Н.И. Проблемы формирования объединенной энергосистемы Западного Казахстана и пути их решения	5
--	---

ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ТЕХНОЛОГИИ

Бошенятов Б.В., Бошенятов Е.В., Косинцев В.И., Сечин А.И. Микропузырьковая флотация – экологически чистая и эффективная технология глубокой переработки угля	13
Томилова Н.И. Математические модели стационарных гидравлических режимов систем централизованного теплоснабжения	19
Генбач А.А., Генбач Н.А. Исследование пеногенератора с обогреваемой поверхностью	24
Ибраева Л. К., Сябина Н. В. Экспериментальное моделирование процессов в трубопроводе	28

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЯ

Базаркин В.В., Гурин С.В., Кухта Е.В., Самокиш В.В. Калибраторы фиктивной мощности для измерительных и тестовых систем	33
Шестакова В.В., Исаев И.С., Гуриков О.В. Измерение фазы токов для выявления элемента с ослаб- ленной изоляцией в разветвленной электрической сети	38
Утегулов Б.Б., Марковский В.П., Иسنев С.С. Разработка принципиальной схемы устройства автоматического регулирования двухдвигательным асинхронным электроприводом с введенными в каждую фазу статора сопротивлениями	43
Петрова Е.В., Бекбаев А.Б. , Петров В.А. Инновационный способ использования энергии ветра как основа для разработки ветроэлектрических установок нового типа	48
Сагитов П.И., Цыба Ю.А., Дараев А.М. Характер механических колебаний в электроприводе энергетических гелиоустановок	53

Пашковский С.Н.

О спектральном составе токов нулевой последовательности при перемежающихся замыканиях в сетях с компенсацией емкостного тока 57

Исембергенов Н.Т., Токтабаев С.М.,

Илипбаева Л.Б., Фогель А.А.

Микропроцессорное управление системы «Солнечные элементы–инвертор–нагрузка» 61

Жабудаев Т.Ж.

Оценка энергоресурсов мелких горных водотоков для использования МикроГЭС 65

Байниязов Д.Т., Сыдыкова Г.К., Тойгожинова А.Ж.

Энергетические характеристики коронного разряда при пониженных давлениях воздуха 72

Борисов В.Н., Оржанова Ж.К.

Испытания изоляторов находившихся в эксплуатации 76

Дараев А.М., Цыба Ю.А.

Оптимизация энергозатрат в электроприводе слежения СФЭС при переходе от непрерывного режима к пошаговому 81

АВТОМАТИКА, ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ

Амренов С.А.

Перспективы использования спутниковых систем Республики Казахстан 86

Бимагамбетов Т.С.

Определение скорости оптико-столкновительного заселения резонансного уровня атома рубидия методом поглощения 90

Жунусов З. А. Епанешников С. А.,

Входной блок программы по разработке и анализу электрических схем 93

Хан С.Г., Иманкулова Д.А.

Применение технологий national instruments при разработке виртуальной лабораторной работы «поверка и градуировка технических термометров» 100

№ 4
2009

ВЕСТНИК АЛМАТИНСКОГО
ИНСТИТУТА ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

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

- Жакупов А.А., Тузелбаев Б.И.**
Регулирование тарифов в условиях реализации
инвестиционных проектов в энергетике Казахстана106

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

- Қабылова А.С.**
Әбу Насыр әл-Фараби және грек ғылымы:
мәдениеттер сұхбаты110
- Мажитова Л. Х., Завадская Л.В., Тонконогая Л.А.**
Практическое занятие по физике:
дидактические задачи и методы их решения118
- Динасылов А.Д., Койлыбаева Р.К.**
Об опыте использования компьютерных
технологий в преподавании механики122
- Артюхин В.В.**
Анализ результатов подготовки выпускных
работ и первого выпуска бакалавров на кафедре
«Радиотехника»127

НАШИ ЮБИЛЯРЫ

- Фадеев Владимир Борисович**130

ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ОБЪЕДИНЕННОЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ ЗАПАДНОГО КАЗАХСТАНА И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Искаков Аскар Кежекович – к.т.н., управляющий директор корпорации ZERSU, г.Алматы

Оспанов Бауржан Кенесбекович – инженер, председатель совета директоров корпорации ZERSU, г.Алматы

Утегулов Нуржан Имангалиевич – к.т.н., исполнительный директор корпорации ZERSU, г.Алматы

Газдық электрстансалар өндіретін электрқуатын көмір технологиялары және сүкөмірлік отын негізінде өндірілетін электрқуатымен алмастыру. 330 кВ-ық жүйе құрайтын торапты және темір жолдарды электрификациялауды кешенді әдіспен жасау.

Замещение электроэнергии, вырабатываемой газовыми электростанциями, электроэнергией, вырабатываемой на базе угольных технологий, включая водоугольное топливо. Комплексный подход к созданию системообразующей сети 330 кВ и электрификации, железных дорог.

Replacement of the electric power produced by gas power stations and the electric power produced on the basis of coal technologies, including water-coal fuel. The complex approach to creation networks 330 кВ and electrification of railways.

Рост электропотребления и его покрытие. В Западном Казахстане наблюдается устойчивый рост электропотребления, что, в первую очередь, связано с прогрессирующей динамикой увеличения добычи, первичной переработки и транспорта нефти и газа в регионе:

2006 г. – 10,4 млрд.кВтч;

2007 г. – 11,7 млрд. кВтч;

2008 г. – 12,8 млрд. кВтч.

По прогнозу НК КазМунайГаз объем добычи нефти и газа в Западном Казахстане составит:

2010 г. – нефть – 75-80 млн. т.,

газ – 40 млрд. м³

2015 г. – нефть – 120-130 млн. т.,

газ – 70 млрд. м³.

Из проектов строительства крупных предприятий отметим:

в Атырауской области:

- в 2008г. введены в действие два завода второго поколения: первый – по увеличению производства товарной нефти, сепарации попутного газа, стабилизации и очистке нефти от серы; второй – по закачке попутного газа в пласт для повышения дебита скважин (компания Тенгизшевройл);
- проект строительства нефтехимического комплекса по выпуску полиэтилена (800 тыс. тонн/год) и полипропилена (400 тыс. тонн/год), стоимость проекта около \$6 млрд., ожидаемое электропотребление комплекса - 3,5 млрд. кВтч/год (компания "Аксесс Индастриз");

в Актюбинской области:

- запуск обогатительной фабрики на Донском ГОКе, увеличение производства феррохрома на 600 тыс. т. (компания ENRC);
- шахта Восток Ариель (Хромтау) и металлургический комбинат, стоимость проекта \$500 млн. (компания Мечел);
- проект металлургического комбината по переработке лома черных металлов;
- проект завода по производству калийных удобрений мощностью 300

тыс. т./год, стоимость проекта \$400 млн., (германский концерн "K+S Kali GmbH" и фирма "Актобетуз").

В целом к 2015 г. в Западном Казахстане прогнозный рост электропотребления достигнет 20-22 млрд. кВтч, а мощность электрических нагрузок возрастет до 2950 МВт.

Для покрытия роста электрических нагрузок в Западном Казахстане Министерство энергетики и минеральных ресурсов (см. таблицу 1) планирует строительство газотурбинных электростанций /1/.

Таблица 1

Вводы новых генерирующих мощностей в Западном Казахстане на период до 2015 г.				
Атырауская область				
	Наименование объекта	Вид строительства	Млрд. тенге	Годы
1	Атырауская ТЭЦ	Расширение ТЭЦ на 3x25 МВт	14,1	2007-2015
3	ГТЭС Аджип КСО наземный комплекс	ГТЭС- 230 МВт Аджип КСО	20,0	2010
4	ГТЭС Аджип КСО морской комплекс	ГТЭС- 120 МВт Аджип КСО	9,0	2010
5	Нефтехимический комплекс	ГТЭС-3x60 МВт	ТЭО	2008-2015
	Итого по Атырауской обл., МВт	485 МВт		
Западно-Казахстанская область				
1	Угольная ТЭС в Западной зоне ЕЭС РК	разработка ТЭО	0,12	2008
3	ГТЭС цем. завода и МЦПС «Таскала-Озинки»	ГТЭС- 2x30 МВт	ТЭО	2009-2012
	Итого по ЗКО, МВт	60 МВт		
Актюбинская область				
1	Кандыагашская ГТЭС	ГТЭС-100 МВт	12,5	2007-2010
2	ГТЭС СНПС «Актобемунайгаз»	Строительство п/ст, ЛЭП и ГТЭС – 45 МВт	3,1	2007
3	Актюбинская ТЭЦ	Расширение на 70 МВт	11,0	2007-2015
4	ГТЭС комбината по переработке лома черных металлов	ГТЭС – 240 МВт г. Актобе	ТЭО	2007-2015
5	ГТЭС г. Актобе	Строительство ГТЭС- 40 МВт	4,84	2007-2010
	Итого по Актюб. обл., МВт	455 МВт		
	Итого по Зап. Казахстану, МВт	1000 МВт		

Отметим, что, Мангистауская область энергоизбыточна ($\Delta P_{изб} = 400 \text{ МВт}$), а Западно-Казахстанская область близка к балансу между потреблением и выработкой электроэнергии.

Целесообразность реструктуризации генерирующих мощностей. Все действующие электростанции Западного Казахстана в качестве топлива используют газ. На этапе освоения нефтегазовых месторождений экономически оправданным было стремление инвесторов к снижению затрат на электроснабжение нефтегазопромыслов путем строительства ГТЭС, т.к. в 90-х годах цены на казахстанскую нефть были низкими - \$9-10/баррель. Удельные затраты на строительство ГТЭС (\$250-300/кВт) и сроки их сооружения (6-8 месяцев), по сравнению с аналогичными показателями сооружения парогазовых (\$600/кВт) и угольных (\$1500/кВт) электростанций были минимальными.

Вместе с тем, удельный расход газа на выработку электроэнергии на ГТЭС при к.п.д. 30-32% составляет $0,35 \text{ м}^3/\text{кВтч}$ против $0,25 \text{ м}^3/\text{кВтч}$ при переводе ГТЭС в парогазовый цикл (к.п.д. - 50-60%). Очевидно, что при дальнейшей ориентации на преимущественное сооружение ГТЭС потребность электроэнергетики Западного Казахстана в газе к 2015 г. составит 7,5 млрд. $\text{м}^3/\text{год}$, т.е. увеличится на 4,0 млрд. $\text{м}^3/\text{год}$ (2008 г. - 3,5 млрд. м^3).

Однако, с 01.01.2009 г. ожидается резкий рост экспортных цен на взаимные поставки газа между странами СНГ, что не может не сказаться и на внутренних ценах на газ, включая поставки газа на электростанции. Так, в марте 2008г. Казахстан, Россия, Туркменистан и Узбекистан заключили Соглашение о взаиморасчетах за взаимные поставки газа на базе цен, складывающихся в странах Европейского Союза (ЕС). По данным Газпро-

ма с 01.10.2008г. цена на поставку газа из России в страны ЕС увеличилась до \$500/1000 м^3 , т.е. при вычете расходов на транспорт и маржи Газпрома цена газа на границе Казахстан-Россия по указанному Соглашению возрастет до \$400/1000 м^3 .

При цене газа \$400/1000 м^3 себестоимость выработки 1,0 кВтч на шинах ГТЭС составит 13 цент/кВтч. С учетом тарифов на транспорт по сетям АО КЕГОС (0,7 цент/кВтч) и РЭКов ($\approx 1,5$ цент/кВтч) цена электроэнергии для конечных потребителей несырьевого сектора Западного Казахстана достигнет, как минимум, 14-15 цент/кВтч (средние цены 2008 г. - $\approx 5,0$ цент/кВтч).

Все это обуславливает настоятельную необходимость реструктуризации генерирующих мощностей Западного Казахстана путем /2/:

- увеличения объемов поставки в регион дешевой электроэнергии (цена отпуска с шин - 3,0 цент/кВтч) от Экибастузских ГРЭС путем повышения пропускной способности ВЛ-500 кВ Северный Казахстан – Актюбинская область с 350 до 700 МВт;
- перевода действующих ГТЭС на работу в парогазовый цикл за счет сооружения котлов-утилизаторов и турбин (паросиловые установки – ПСУ), что снизит удельный расход газа с $0,35 \text{ м}^3/\text{кВтч}$ до $0,25 \text{ м}^3/\text{кВтч}$;
- реконструкции газомазутных электростанций путем перевода их на сжигание альтернативного водоугольного топлива (энергоблоки ТЭЦ-2 и 3 МАЭК с общей установленной мощностью 1260 МВт), что существенно снизит себестоимость выработки электроэнергии (до 2,5-3,0 цент/кВтч);
- строительства угольной электростанции с энергоблоками 2x300 МВт на базе Мамытского месторождения углей, где на южном участке имеет-

ся возможность сооружения разрезов мощностью 2 млн.т./год.

ТЭО реконструкции газомазутных энергоблоков мощностью 210 МВт с котлоагрегатами типа ТГМЕ с целью их перевода на сжигание альтернативного водоугольного топлива (ВУТ), выполненное институтом КазНИПИэнергопром совместно с северокитайской электроинжиниринговой компанией (NCPE) показало эффективность данного мероприятия при росте цены на газ до \$150/1000 м³ /3/. При этом:

- 1) внедрение технологии сжигания ВУТ обеспечит реализацию проекта реконструкции газомазутных энергоблоков ТЭЦ-2 и 3 МАЭК в течении 1,5-2 лет;
- 2) цена отпуска электроэнергии с шин энергоблока при внедрении ВУТ составит 3,0-3,5 цент/кВтч с учетом возврата в течении 10 лет затрат на реконструкцию котлоагрегатов, роста стоимости шубаркольского угля до \$20/тонна и тарифов на ж/д перевозки до \$15/тонна;
- 3) при выработке ресурса действующего оборудования ТЭЦ-2 и 3 МАЭК (10-15 лет), возможна его модернизация с использованием новых экологически чистых угольных энерготехнологий с КПД 55-60% и использованием системы подготовки топлива ВУТ.

Отметим, что при переводе газомазутных котлов на сжигание непроектного топлива ВУТ будет иметь место снижения паропроизводительности реконструированного котла на 20-25%.

Реализация перечисленных выше мер позволит увеличить генерацию и поставку относительно дешевой электроэнергии от угольных электростанций до величины 2000 МВт (14 млрд. кВтч/год) при ожидаемом росте нагрузки Западного Казахстана к 2015 г. до 2950 МВт (20-22 млрд. кВтч/год). Тем самым будут обе-

спечены приемлемые цены на электроэнергию, как минимум, для потребителей несырьевого сектора экономики и населения.

При этом обеспечивается высокая эффективность инвестиций в электроэнергетику Западного Казахстана, т.к. только увеличение экспорта замещенной электроэнергией угольных электростанций объемов газа, сжигаемого на ГТЭС (4 млрд. м³/год и более), даст республике ежегодный доход ≈ \$1,5 млрд./год.

Сооружение системообразующей сети напряжением 330 кВ /4/. Известно, что энергоемкие Атырауский, Актюбинский и Мангистауские энергоузлы не имеют непосредственной электрической связи с ЕЭС Казахстана. Более того, между Актюбинским и Атырауским энергоузлами такие связи вообще отсутствуют. Мангистауский, Атырауский и Западно-Казахстанский энергоузлы соединяет слабая электрическая связь на базе ВЛ-220 кВ общей протяженностью более 1200 км:

на участке МАЭК-Бейнеу (398 км) – две цепи ВЛ-220 кВ, построенные в габаритах 330 кВ, а на участке Бейнеу-Тенгиз (185 км) – одна цепь ВЛ-220 кВ, построенная в габаритах 330 кВ, и вторая цепь – традиционная ВЛ-220 кВ;

на участках Тенгиз-Кульсары-Атырауская-Индер-Правобережная (655 км) – ВЛ-220 кВ в одноцепном исполнении.

Из опыта АО КЕГОС по эксплуатации указанных ВЛ-220 кВ известно, что их пропускная способность по условиям статической устойчивости электропередачи не превышает 150 МВт.

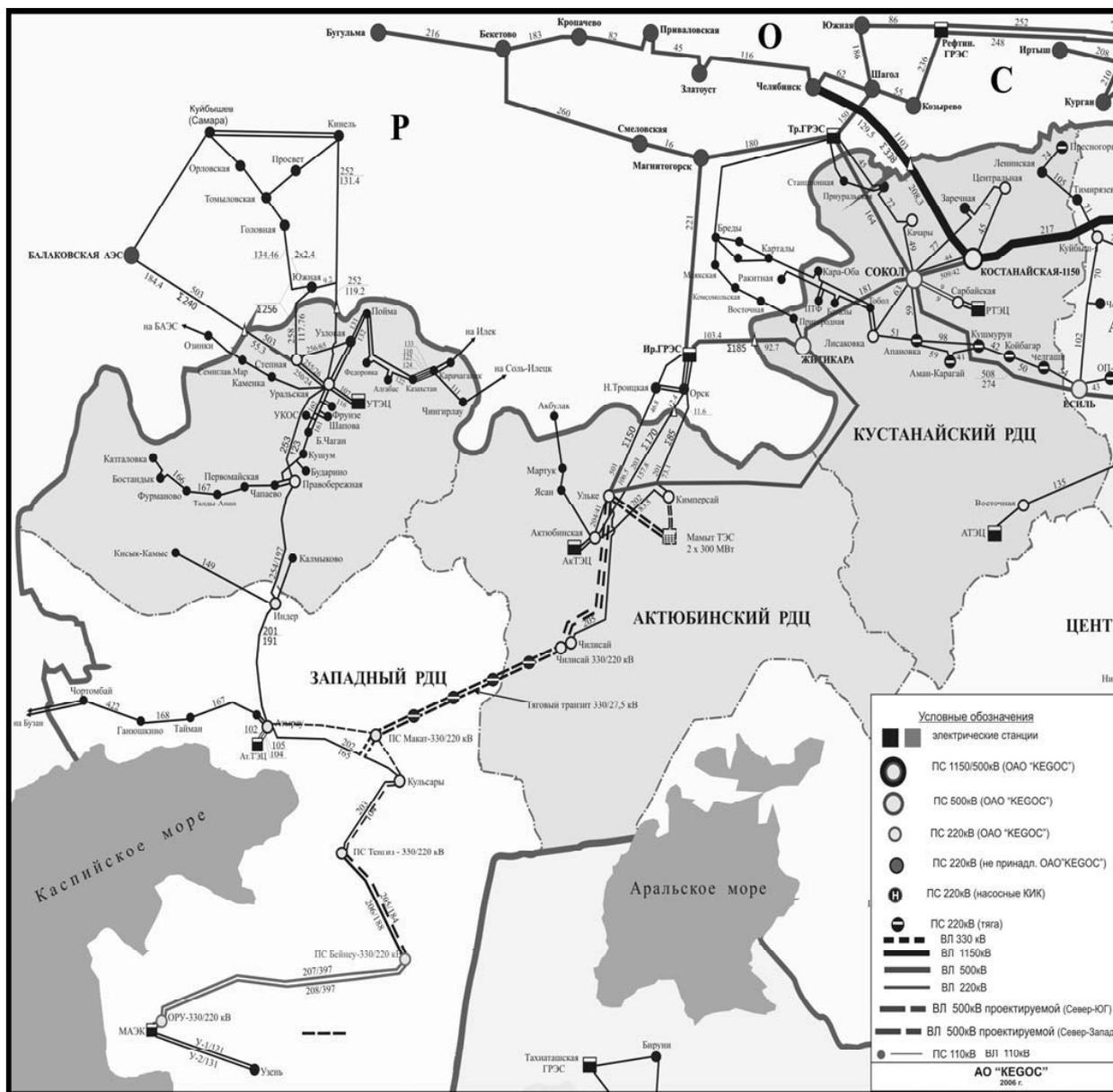
Ожидаемый к концу 2008г. ввод в действие межрегиональной линии электропередачи 500 кВ Северный Казахстан – Актюбинская область создаст устойчивую связь Актюбинского энергоузла с ЕЭС Казахстана и обеспечит поставку

в область до 2,0 млрд. кВтч (350 МВт) относительно дешевой электроэнергии экибастузских ГРЭС.

В последующем установка на ПС Ульке двух АТ-500/330 кВ мощностью 2x3x167 МВА в сочетании с фазоворотными трансформаторами 2x400 МВА /5/ увеличит пропускную способность ВЛ-500 кВ до 700 МВт. Перспективный рост объема поставок электроэнергии от экибастузских ГРЭС будет обеспечен путем реконструкции энергоблоков №1,2 и 8 на ЭГРЭС-1 и вводом в действие энергоблоков №3 и 4 на ЭГРЭС-2 – 2014-16 г.,

а также расширением АксуГРЭС на 1200 МВт - 2013 г.

С учетом ввода в действие ВЛ-500 кВ и предстоящего строительства ГТЭС общей мощностью 455 МВт (см. таблицу 1) Актюбинский энергоузел из дефицитного в настоящее время станет энергоизбыточным, что потребует выдачи избыточной мощности в быстроразвивающийся в промышленном отношении Атырауский энергоузел. Сооружение Мамытской ТЭС (за 2015г. – 2x300 МВт) значительно повысит конкурентоспособность поставок электроэнергии из Актюбинского энергоузла.



Целесообразным решением, обеспечивающим комплексный подход к вопросу формирования системообразующей сети 330 кВ объединенной энергосистемы Западного Казахстана и передаче крупных (600 МВт – 4,0 млрд. кВтч/год) объемов дешевой электроэнергии, вырабатываемой угольными электростанциями, в Атырауский энергоузел, и, одновременно с этим, электрификацию участка ж/д Кандыагаш-Макат является строительство двухцепной (на одной опоре) ВЛ-330 кВ по трассе ПС Ульке – ПС Чилисай – ПС Макат (см.рисунок 1). При этом на тяговых подстанциях участка ж/д Кандыагаш-Макат будут устанавливаться трансформаторы 330/2х27,5 кВ мощностью 25-40 МВА в единице.

Отметим, что традиционные схемы внешнего электроснабжения ж/д включают в себя протяженные питающие ВЛ-220 кВ (500-600 км и более). При этом тяговая нагрузка ВЛ-220 кВ, не превышает 60-70 МВт. Кроме того, ВЛ-220 кВ при длине 400 км и более имеют низкую пропускную способность $R_{\text{проп},220\text{кВ}} \leq R_{\text{нат.}} = 120 \text{ МВт}$; здесь $R_{\text{нат}}$ – натуральная мощность ЛЭП.

Нетрудно показать, что при указанных выше показателях передачи электроэнергии возврат инвестиций в строительство схемы внешнего электроснабжения ж/д за счет тарифа на услуги по передаче даже при мощности $R_{\text{макс}} = R_{\text{нат}}$ и наибольшем числе часов использования максимума тяговой нагрузки $T_{\text{макс}} \leq 6000-6500 \text{ часов/год}$ (высокая плотность трафика) не обеспечивается в общепринятые в международных финансовых институтах сроки возврата инвестиций - 10-12 лет.

Для выдачи передаваемой по двухцепной ВЛ-330 кВ мощности (600 МВт) от концевой ПС-330/220 кВ Макат в Атырауский энергоузел необходимо строительство двухцепных (на одной опоре)

ВЛ-220 кВ ПС Макат – ПС Атырауская и ПС Макат – ПС Кульсары, а также строительство второй цепи ВЛ-220 кВ ПС Кульсары – ПС Тенгиз.

Выполненная авторами сопоставительная оценка объема инвестиций и величин тарифа на услуги по передаче электроэнергии, необходимых для формирования системообразующей сети 330 кВ и электрификации ж/д участка Кандыагаш-Макат на напряжении 220 кВ приводит к следующим показателям:

а) экономические показатели сети 330 кВ

- ✓ объем инвестиций в сооружение системообразующей сети 330 кВ составляет \$433 млн., что с учетом требуемого срока возврата кредита равными долями (10 лет) при годовой ставке 15% потребует ежегодных выплат, равных \$86,6 млн.;
- ✓ величина инвестиционного тарифа на передачу электроэнергии по сети 330 кВ при ее пропускной способности ($R_{\text{проп}}=600 \text{ МВт}$) и $T_{\text{м}}=7000 \text{ час/год}$ (нефтегазодобыча), составит 2,2 цент/кВтч;

б) экономические показатели сети 220 кВ

- ✓ объем инвестиций в сооружение системообразующей сети 220 кВ составляет \$253 млн., что при аналогичных условиях кредитного соглашения потребует ежегодных выплат, равных \$50,6 млн.;
- ✓ величина инвестиционного тарифа на передачу электроэнергии по сети 220 кВ с учетом ее пропускной способности ($R_{\text{проп}}=200 \text{ МВт}$) и $T_{\text{м}}=7000 \text{ час/год}$ составит 3,7 цент/кВтч.

Таким образом, несмотря на повышенные затраты на сооружение системообразующей сети 330 кВ по сравнению с сетью 220 кВ, значительное увеличение пропускной способности сети 330 кВ (600 МВт против 200 МВт) обеспечивает снижение на 70% основного показателя эффективности инвестиций - инвести-

ционного тарифа на услуги по передаче электроэнергии.

В части создания системообразующей сети между Мангистауским и Атырауским энергоузлами отметим:

наличие существующих ВЛ-220 кВ, построенных в габаритах 330 кВ (две цепи ВЛ-220 кВ МАЭК – Бейнеу и одна цепь ВЛ-220 кВ Бейнеу – Тенгиз), значительно снижают затраты на реконструкцию, т.к. на данных ВЛ предстоит только замена проводов фаз на 2хАС-300, линейно-подвесной арматуры и изоляторов (всего - 25% от стоимости сооружения ВЛ-330 кВ);

следует осуществить строительство ОРУ-330 кВ на ТЭЦ-3 МАЭК с установкой 2хАТ-330/220 кВ мощностью 2х250 МВА, а также расширение ПС Бейнеу и Тенгиз на базе сооружения ОРУ-330 кВ с установкой 2хАТ-330/220 кВ мощностью 2х250 МВА.

В результате указанной реконструкции будет решена и проблема выдачи запертой в настоящее время избыточной мощности ($\Delta P_{изб} = 400$ МВт) ТЭЦ-2 и 3 МАЭК.

Кроме того, будут созданы необходимые предпосылки для электрификации:

- магистрального газопровода Бейнеу-Бозой-Шымкент для транспорта 10 млрд.м³ газа на юг Казахстана;
- ж/д участка Жезказган-Саксаульская-Бейнеу.

Выводы

1. Реструктуризации генерирующей части баланса мощностей Западного Казахстана на базе увеличения до 700 МВт пропускной способности ВЛ-500 кВ Северный Казахстан -Актюбинская область, перевода на альтернативное водоугольное топливо газомазутных энергоблоков ТЭЦ-2 и

3 МАЭК и строительства ТЭС-2х300 МВт на базе Мамытского месторождения углей обеспечит замещение 2000 МВт (14 млрд. кВтч) мощностей ГТЭС.

2. Комплексный подход к вопросу формирования системообразующей сети 330 кВ ОЭС Западного Казахстана и электрификации участка ж/д Кандыагаш-Макаат позволит более, чем в 3 раза (до 600 МВт против 150-200 МВт на напряжении 220 кВ) повысить пропускную способность связей Актюбинского, Атырауского и Мангистауского энергоузлов при снижении тарифа на передачу электроэнергии на 70% (до 2,2 цент/кВтч против 3,7 цент/кВтч в сети 220 кВ).
3. Эффективность инвестиций в реструктуризацию генерирующих мощностей и сооружение системообразующей сети 330 кВ ОЭС Западного Казахстана обеспечивается за счет увеличения экспорта замещенных угольными электростанциями объемов газа (4 млрд. м³/год или \$1,5 млрд./год), предназначенных для сжигания на ГТЭС.

Список литературы

1. Перечень объектов электроэнергетики, подлежащих реконструкции, модернизации и расширению, а также строительства новых энергетических объектов на 2007-2015 годы. Утвержден приказом Министра энергетики и минеральных ресурсов Республики Казахстан от 26 июня 2007 года № 153.

2. Исаков А.К., Оспанов Б.К., Утегулов Н.И. О реструктуризации генерирующей части баланса выработки/потребления электроэнергии и формировании ОЭС Западного Казахстана – Алматы: ж-л Вестник союза инженеров-энергетиков «Энергетика», №3 (26), 2008.

3. Техничко-экономическое обоснование перевода Жамбылской ГРЭС на водоугольную суспензию – Алматы: КазНИПИэнергопром, 2007.
4. Исаков А.К., Оспанов Б.К., Утегулов Н.И. О целесообразности создания в ЕЭС Казахстана сети второго уровня напряжением 330 кВ и «гибких» (управляемых) электропередач. – Алматы: ж-л Вестник союза инженеров-энергетиков «Энергетика», №1 (24), 2008.
5. Евдокунин Г.А., Николаев Р., Исаков А.К., Оспанов Б.К., Утегулов Н.И. Фазоповоротный трансформатор. – С-Петербург: ж-л Новости электротехники, №1, 2008.
-

УДК 622.833

МИКРОПУЗЫРЬКОВАЯ ФЛОТАЦИЯ – ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТАЯ И ЭФФЕКТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ГЛУБОКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЯ

Бошнятов Борис Владимирович – д.т.н., с.н.с., директор ЗАО Научно-технического центра «Москворечье», г.Москва, Россия

Бошнятов Евгений Владимирович – д.т.н., с.н.с. ЗАО Научно-технического центра «Москворечье», г.Москва, Россия

Косинцев Виктор Иванович – д.т.н., профессор Томского политехнического университета, г.Томск, Россия

Сечин Александр Иванович – д.т.н., профессор Томского политехнического университета, г.Томск, Россия

Өндірістік және зерделік сынаулардың эксперименталдық материалдарында көмірді микрокөпіршікті флотация (көпіршіктер мөлшері 0,1мм кем емес) әдісімен шығарудың тиімділігі көрсетілген.

На экспериментальном материале лабораторных и промышленных испытаний показана эффективность извлечения угля методом микропузырьковой флотации (размер пузырьков менее 0,1 мм).

Effectiveness of coal extraction by the method of micro bubble flotation (diameter of the bubbles is 0.1 mm) is shown on the base of experimental material of laboratory and industrial tests.

1 Введение

Энергетическая стратегия России на период до 2020г. предполагает постепенное увеличение доли угля в топливно-энергетическом балансе страны. В связи с этим, тема обогащения угля сегодня приобретает особое значение. Обогащение позволяет увеличить энергетическую емкость угля примерно в 1,5 раза, поскольку природный уголь содержит многочисленные включения неорганических веществ (минералов), которые при сжигании угля не выделяют, а потребляют энергию и превращаются в золу.

Кузбасский угольный бассейн является крупнейшим поставщиком угля для энергетики и коксования. В Кузбассе про-

изводится 76 % коксующихся углей страны. В 2005г. производственная мощность Кузбасса превысила 160 млн. тонн угля, однако переработка угля ведется лишь на 32 фабриках и установках, которые перерабатывают около 60 % добычи. Сегодня угольные транспортные потоки России на 20 % загружены пустой породой, золой. В индустриально развитых странах обогащается 80-90 % всех добываемых углей, в ЮАР и Австралии – 100 %. Экономическая целесообразность обогащения угля очевидна. Так, стоимость обогащенного угля, например, концентрата «Экстра» шахты «Листвянская», составляет \$ 30-32 за тонну, в то время как цена рядового угля не превышает \$ 17 за тонну. Себестоимость обогащения в среднем состав-

ляет \$ 3 за тонну, а капитальные затраты на строительство обогатительной фабрики оцениваются около \$ 8 миллионов на миллион годовой мощности.

Процесс обогащения углей состоит из двух основных стадий. Вначале его измельчают, а затем, пользуясь различием физических свойств, частички угля отделяют от породы. Крупные частицы отделяют методами, основанными на различной плотности органического и неорганического материала, мелкие – на различии поверхностных свойств угольных и минеральных (неорганических) частиц. Чаще всего, для этого используют технологию пенной флотации, которая сравнительно хорошо извлекает частички угля размером от 0,3мм до 1мм. Для получения сверхчистых углей используют процесс селективной нефтяной агломерации, но он редко применяется на практике, т.к. требует больших количеств нефти (30-50 % от веса угля).

Сегодня Кузбасский рынок обогатительного оборудования активно занимают зарубежные фирмы, при этом поставляются далеко не самые современные технологии, или только отдельные агрегаты полной обогатительной цепочки. В связи с этим имеют место большие потери угля в шламовые отходы. Так, например, на многих фабриках перед флотацией установлены современные гидроциклоны и на флотацию подают шлам кл. 0-0,2 мм. В то время как, имеющиеся флотаторы с механическими широколопастными аэраторами, из-за слишком крупных пузырьков, неудовлетворительно флотируют эту пульпу. В результате на карте Кузбасса появились многочисленные отстойники или так называемые «черные озера». Только по предварительной оценке, в 25 миллионах тонн накопившихся шламовых отходов содержится более 35 % чистого угля.

В последние 10-15 лет, в связи с развитием принципиально новых методов и

устройств для получения микропузырьковых газожидкостных сред повышенного газосодержания /1-4/, появилась возможность создания новой технологии флотации, которая уже получила название «микропузырьковая флотация» (Microbubble Flotation – MBF) /5, 6/. Использование этой технологии в нефтяной промышленности и для очистки сточных вод от нефтяных (бензиновых) и масляных загрязнений превзошли все ожидания. Канадская фирма “GLR solutions Ltd” сообщает, что технология микропузырьковой флотации (размер пузырьков от 5 до 50 мкм) позволяет извлекать из воды до 98 % нефти, при этом удаляются капли размером до 3 мкм.

Применение технологии микропузырьковой флотации в угольной промышленности позволяет не только значительно уменьшить количество угля в отходах обогатительных фабрик, но и обеспечивает эффективное решение проблемы утилизации и переработки многочисленных угольных шламовых накопителей и отвалов, которые наносят огромный экологический ущерб, загрязняя почву и сточные воды.

2 Научные основы технологии микропузырьковой флотации

2.1 Теоретические предпосылки метода

Флотационный метод очистки угля, применяют в конце технологической цепочки обогащения, для получения тонких и сверхтонких фракций высококачественного угля. Процесс флотации происходит следующим образом. Дисперсную смесь (пульпу), состоящую из угля породы и воды, подают сверху во флотационную камеру (обычного или колонного типа), а снизу подают газ в виде мелких пузырьков. Твердые частички и пузырьки, двигаясь навстречу друг другу, неминуемо

сталкиваются. Частицы угля, обладая гидрофобными свойствами, прилипают к пузырькам газа и поднимаются ими (флотируются) на поверхность, образуя пену, обогащенную углем, которая удаляется с поверхности и направляется на дальнейшую переработку – обезвоживание.

Для стабилизации пены, в особенности из крупных пузырьков, в пульпу необходимо добавлять поверхностно-активные вещества, вспениватели. Сле-

дует отметить, что обезвоживание флотоконцентрата после микропузырьковой флотации является одной из важных и труднорешаемых проблем, т.к. он получается мелкодисперсным и влага прочно удерживается капиллярными силами, а термическая сушка дорогостоящая и небезопасна. На рисунке 1 приведена принципиальная схема тонкой очистки угля с использованием технологии микропузырьковой флотации.

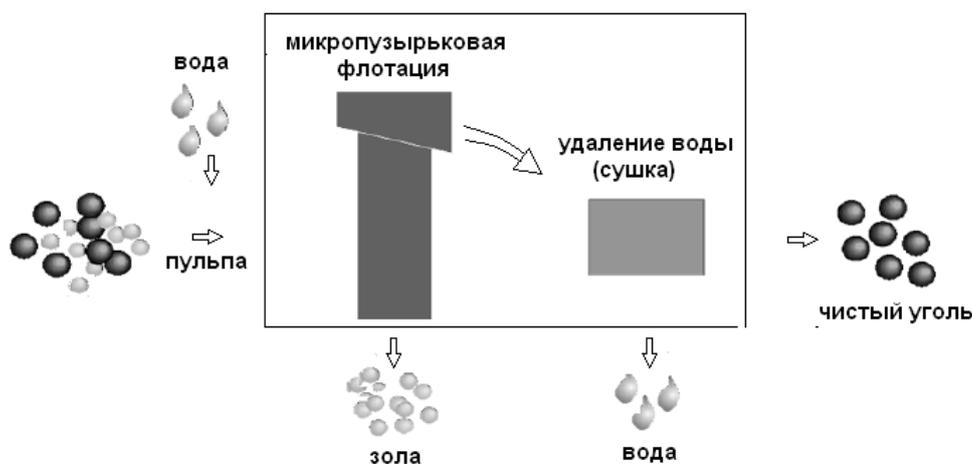


Рисунок 1 – Принципиальная схема тонкой очистки угля с использованием технологии микропузырьковой флотации

Даже из простых геометрических соображений следует, что для эффективной флотации необходимо, чтобы суммарная поверхность пузырьков во флото-камере была одного порядка с суммарной поверхностью флотируемых частиц. Поэтому, при флотации мелкодисперсных фракций угля (кл. 0 - 0,3 мм), необходимо чтобы размеры пузырьков во флото-камере были, по крайней мере, меньше 0,5 мм.

Детальное рассмотрение кинетики процесса, например, для флотаторов колонного типа, когда с достаточной для инженерных расчетов точностью, можно считать, что пузырьки газа всплывают в неподвижной жидкости, дает количественные оценки эффективности применения микропузырьковых технологий флотации. Действительно, если

предположить, что скорость удаления твердых частиц пропорциональна их концентрации (кинетическая модель первого порядка), то кинетика процесса описывается уравнением:

$$\frac{dN_q}{dt} = kN_q, \quad (1)$$

где N_q – количество частиц в единице объема, 1/м, а k – константа скорости флотации.

Согласно этой теоретической модели [1, 5, 7], кинетическая константа определяется из выражения:

$$k = \frac{3 W_g}{2 d_b} P, \quad (2)$$

где W_g - скорость газа, приведенная к полному сечению аппарата, d_b - средний диаметр пузырьков, P – вероятность образования конгломерата частица-пузырек.

Для полностью гидрофобных частиц малого размера, когда число Рейнольдса для частицы, диаметром d_p , намного меньше единицы:

$$Re_p = \frac{V_p d_p}{\nu_l} < 1$$

, можно считать, что $P \approx P_c$, где V_p - скорость частицы, м/с; ν_l - коэффициент кинематической вязкости жидкости, м²/с; P_c - вероятность столкновения пузырька и частицы. При этом /8/:

$$P_c = \frac{3}{2} \left(\frac{d_p}{d_b} \right)^2. \quad (3)$$

Таким образом, из (2) и (3) получаем, что константа скорости флотации обратно пропорциональна кубу размера пузырьков

$$k = \frac{1}{d_b^3}, \quad (4)$$

т.е. десятикратное уменьшение размеров пузырьков во флотаторе, при прочих равных условиях, в тысячу раз увеличивает скорость флотации. Увеличение скорости флотации приводит к увеличению степени извлекаемости мелких гидрофобных частичек угля.

2.2 Экспериментальное подтверждение эффективности микропузырьковой флотации для извлечения мелкодисперсных частиц

В работах /1, 5/ приведены результаты лабораторных исследований и полномасштабных натурных испытаний эффективности микропузырьковой флотации. Испытания проводились для углей различных марок и дисперсностей (от 20 мкм до 3 мм).

Во всех опытах подтверждено радикальное увеличение скорости флотации и степени извлечения угля. Оказалось, что микропузырьковая флотация одинаково эффективна не только для мелких, но и для относительно крупных частиц. Последнее обстоятельство открывает новые возможности для выработки стратегии

дальнейшего развития этой технологии и требует дополнительных исследований. В опытах с ультра-мелкими частицами (менее 20 мкм) неожиданно обнаружилось, что микропузырьковый метод обладает повышенной селективностью, по сравнению с обычной флотацией, когда размер пузырьков больше 0,5 мм. Авторы, считают, что, возможно, это связано с повышенной нагрузкой на каждый пузырек и уменьшением турбулентности вокруг микропузырька. На рисунке 2 приведен экспериментальный график, который характеризует справедливость расчетной теоретической модели и формулы (4).

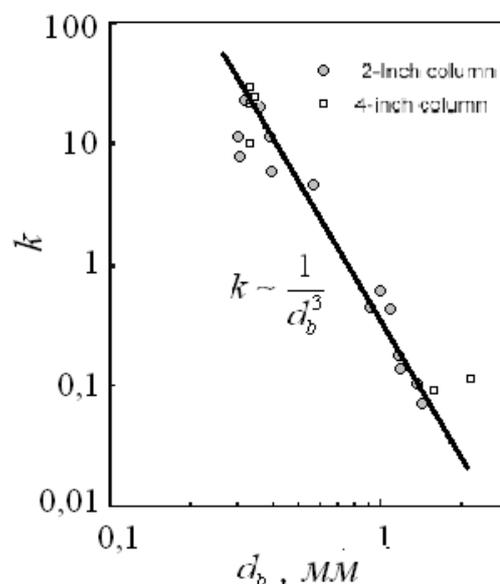


Рисунок 2 – Зависимость коэффициента скорости флотации от размера пузырьков

На рисунке 3 дано сравнение эффективности извлечения угля для обычной флотации (размер пузырьков 0,5–3 мм) и для микропузырьковой флотации (размер пузырьков менее 0,1 мм). На графике приведены результаты лабораторных исследований и натурных полномасштабных промышленных испытаний. Видно, что для микропузырьковой флотации результаты лабораторных и промышленных испытаний совпадают, что свидетельствует о надежности оценки характеристик про-

мышленного аппарата по данным лабораторных испытаний.

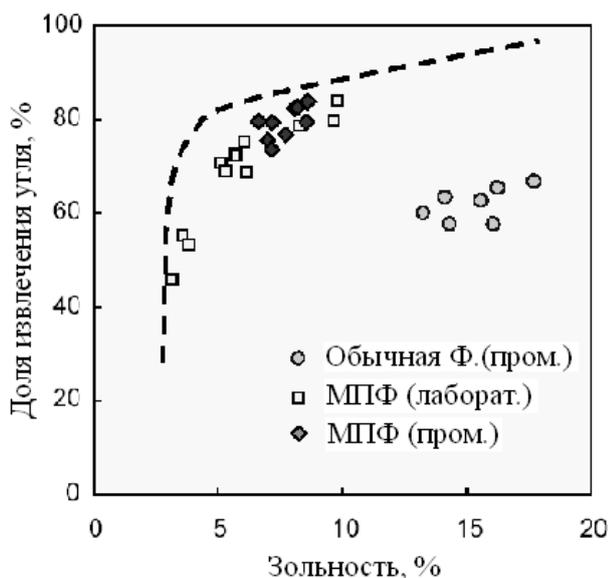


Рисунок 3 – Доля извлечения угля и зольность флотоконцентрата при обычной флотации и для микропузырьковой флотации. Приведены лабораторные и промышленные испытания

3 Решение экологических проблем за рубежом

В октябре 2000 г. в США (Inez., Ку) произошла экологическая катастрофа. Огромное озеро с жидкой черной (угольной) грязью вышло из берегов. В результате около миллиона кубометров грязной жижи хлынуло во дворы и водоемы. А в 2001 г. Федеральное правительство США выделило в распоряжение известного специалиста по разработке перспективных микропузырьковых технологий профессору Рое–Хуан Юну (Roe-Hoan Yoon) финансирование в размере 8,8 миллионов долларов для создания консорциума (куда вошли еще шесть университетов) – «Центра развития технологий очистки» /9/.

Израсходовав лишь часть этих средств, группе ученых и инженеров удалось создать промышленную установку переработки шламовой угольной грязи,

которая включает в себя микропузырьковый флотатор колонного типа и центробежный фильтр высокого давления, предназначенный для обезвоживания продукта микропузырьковой флотации. Этот процесс позволяет извлекать 90–95 % мелкодисперсного угля из отходов, превращая его в высококачественное сухое топливо и деньги, а «черные водоемы» превращать в экологически чистые озера. Запасы чистого угля в шламонакопителях США оцениваются в 2,5–3 биллиона тонн. Чистая прибыль от использования этой технологии уже в десятки раз превысила затраты на научно-технические исследования.

Выводы

Микродисперсные газожидкостные технологии, в том числе и технология микропузырьковой флотации находятся в младенческом возрасте. Большая часть исследований в этой области не публикуется, т.к. они имеют исключительную коммерческую ценность. Но в западных высокоразвитых странах спрос на такие технологии уже сегодня очень большой, что, безусловно, обеспечит бурный рост этой отрасли в ближайшие 5-10 лет. Можно с уверенностью сказать, что это и есть те самые прорывные технологии, которые способны радикальным образом увеличить эффективность производства во многих отраслях промышленности, не принося окружающей среде экологического ущерба.

Список литературы

1. Yoon R.H. Title Microbubble flotation of fine coal. // Final report: DE84009555, Technical Report Research Org/Virginia Polytechnic Inst. and State Univ., Blacksburg (USA). – 1984, <http://www.osti.gov/energycitations/product>.

biblio.jsp?osti_id=6988338, (работа опубликована в 2007 г.)

2. Бошнятов Б.В., Попов В.В. Гидродинамические проблемы технологических процессов. – М.: Наука, 1988. – С. 211-215.

3. Струминский В.В. Микропузырьковая газожидкостная среда // Механика неоднородных и турбулентных потоков. М.: Наука. – 1989. – С. 53-56.

4. Bosheniatov B.V., Popov V.V. Acoustic measurement of the gas content (void fraction) of dispersion of very small gas bubbles in liquids // Fluid Mechanics – Soviet Research, v.19, N2. – 1990. – Pp. 112-117.

5. Yoon R.H. Microbubble Flotation // Mineral Engineering. – 1993. - Pp. 619-630.

6. Бошнятов Б.В. О перспективах применения микропузырьковых газожид-

костных сред в технологических процессах // Известия учебных заведений. Физика. Том 48, № 11.- 2005. - С.49-54.

7. Jameson G.J., Nat S., Moo-Young M. Physical factors affecting recovery rates in flotation // Min.Sci.Eng., 9(3). - 1977. - Pp.103-118.

8. Yoon, R.-H., Luttrell, G. H., Adel, G. T., and Mankosa, M. J., 1989. "Recent Advances in Fine Coal Flotation," Advances in Coal and Mineral Processing Using Flotation, S. Chander, ed., Society of Mining Engineers, Inc., Littleton, Colorado, Chapter 23, pp. 211-218.

9. Miller R. Tech group wins funds for coal research. The \$8.8 million award will help researchers refine a process to turn slurry into burnable coal // THE ROANOKE TIMES. – 2002, (<http://www.vtnetletter.vt.edu/nov02/feature3.html>).

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ СТАЦИОНАРНЫХ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ СИСТЕМ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Томилова Надежда Ивановна – старший преподаватель Карагандинского государственного технического университета, г.Караганда

Бұл мақалада а) орталықтандырылған жылумен қамту (ОЖҚ) жүйелерінің технологиялық құрылымын графтық ұсыну; б) ОЖҚ графтарымен байланысатын заттық векторлық кеңістігі; в) графтың тармақтарымен және түйіндерімен салыстырылған оқшауланған технологиялық элементтер үлгісі және Кирхгофтың жүйелі заңдары негізінде орнатылған гидравликалық режимдер үшін жалпы математикалық үлгілері құрылған.

В данной статье на основе а) графового представления технологических структур систем централизованного теплоснабжения (СЦТ); б) вещественного векторного пространства, связанного с графами СЦТ; в) моделей изолированных технологических элементов, сопоставленных ветвям и узлам графа и г) сетевых законов Кирхгофа сформированы общие математические модели для установившихся гидравлических режимов.

General mathematical models for established hydraulic modes were formed on the basis of: a) graph presentation of the technological structures of central heating systems (CHT), b) a real vector space, connected with graphs of CHT, e) models of isolated technological elements that are connected with branches and knolls of the graph, and d) network Kirchhoff's laws.

Несопоставимость и уникальность сложных систем, в том числе и систем централизованного теплоснабжения (СЦТ), вызвана в немалой степени явным проявлением одной из форм диалектического принципа перехода количественных изменений в качественные, названного принципом функциональной целостности и введенного в проблематику сложных систем /1/.

В соответствии с этим принципом свойства сложной системы не могут быть обнаружены и выведены из известных и наблюдаемых свойств ее элементов. Действительно, если большое число технологических элементов СЦТ объединены в сложную структуру, то между пере-

менными состояниями этих элементов возникают новые отношения, порождающие новые свойства, которые невозможно предсказать с помощью моделей изолированных элементов.

Какие же фундаментальные физические закономерности и математические структуры можно привлечь для формализации этих отношений? Один из ответов на этот вопрос был впервые дан Густавом Кирхгофом, когда он разрешил задачу о распределении электрических токов в разветвленных электрических цепях и сформулировал два своих знаменитых закона для установившихся токов и напряжений. Позже были изучены аналогии между структурированными слож-

ными системами различной физической природы и установлено, что аналогами электрического потенциала являются давление (напор), температура, скорость, а аналогами электрического тока — расход жидкостей, газов, тепловой поток, механическая сила.

Именно эти аналогии позволили расширить сферу применения законов Кирхгофа на физические системы любой природы в диакопике Габриэля Крона /2/ и теории гидравлических цепей Хасилева-Меренкова /3/.

Сложные теплоснабжающие системы отличаются от сложных водопроводных, вентиляционных и газовых сетей, прежде всего специфичностью технологической структуры, которая заключается в наличии технологической обратной связи между потребителями тепла и источ-

никами теплоснабжения через обратную трубопроводную сеть, а также в специфичности массообмена с окружающей средой в закрытых и открытых СЦТ.

Классифицировав наиболее общие технологические структуры СЦТ, получившие распространение на экономическом пространстве СНГ, и выделив типичные режимные ситуации, с помощью

- графового представления технологических структур;
- вещественного векторного пространства, связанного с графами СЦТ;
- моделей изолированных технологических элементов, сопоставленных ветвям и узлам графа и,
- сетевых законов Кирхгофа

получим общие математические модели для установившихся гидравлических режимов (см.рисунок 1).

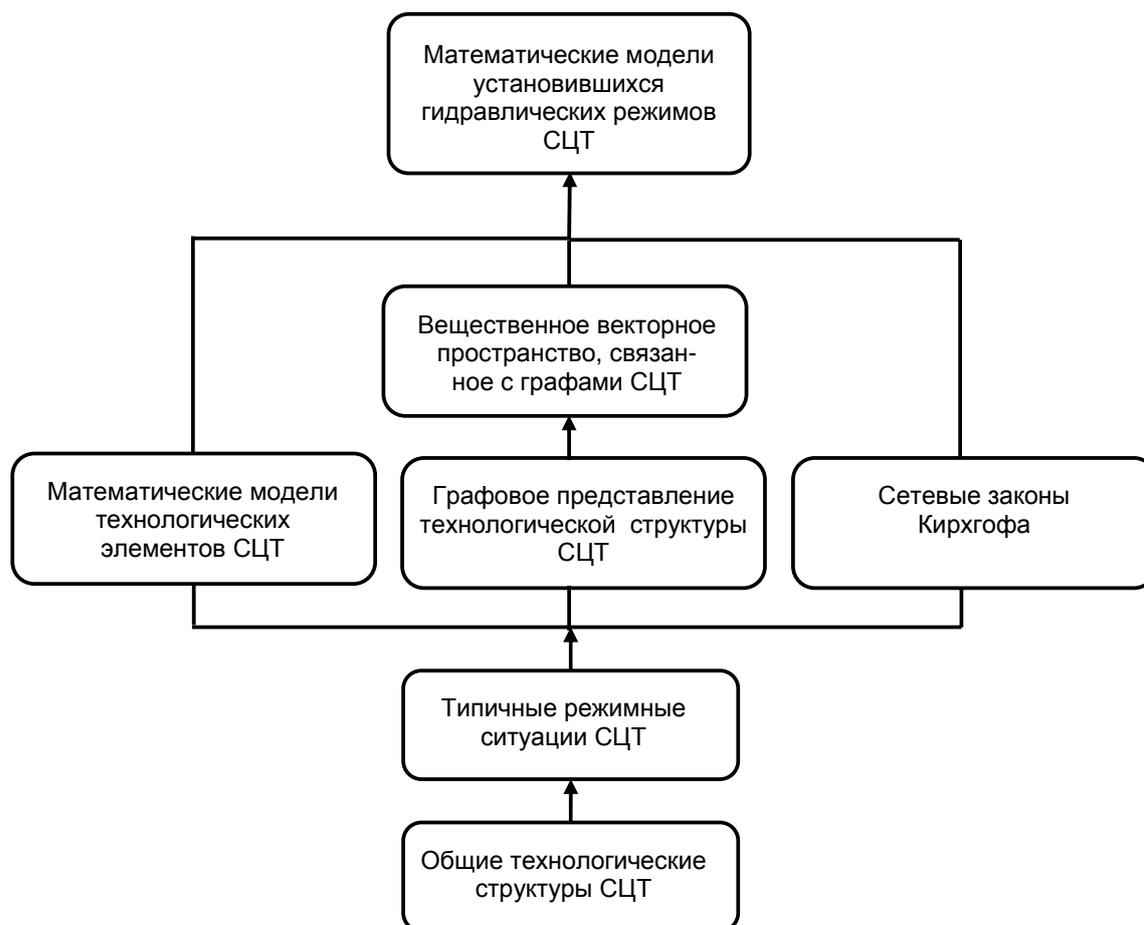


Рисунок 1 – Процесс формирования общих математических моделей установившихся гидравлических режимов СЦТ

Пусть расчетная схема СЦТ фиксированной технологической структуры представлена связным ориентированным графом $G(M,N)$, который содержит m узлов, n ветвей и p компонент связности:

- выделим остовое дерево, например, минимального гидравлического сопротивления, зафиксировав, таким образом, K хорд и, соответственно, K линейно независимых контуров;
- сформируем матрицы соединений A_C и контуров B ;
- определим алгебраическую структуру конечного множества объектов с помощью конечномерного векторного пространства V_g .

В теории электрических и гидравлических цепей разработан формальный подход представления всех подграфов линейного графа $G(M,N)$ в элементы векторного пространства V_g размерности n . Система координат в этом пространстве определяется элементами, каждый из которых представляет собой одну ветвь графа G , а строки матриц A_C и B становятся векторами в этом пространстве.

Отображение связного графа $G(M,N)$ на линейное векторное n -мерное пространство V_g с помощью матриц A_C и B позволяет использовать аппарат линейной алгебры для автоматического формирования уравнений Кирхгофа для каждой фиксированной технологической структуры СЦТ.

В пространстве V_g определим вектора $(g,h,\Delta h,P,Q)$ формально представляющие моделируемое состояние СЦТ:

$q = (q_1, q_2, \dots, q_n)^T$ – n -мерный вектор объемных расходов в ветвях графа G ;

$h = (h_1, h_2, \dots, h_m)^T$ – m -мерный вектор полных напоров в узлах графа G ;

$\Delta h = (\Delta h_1, \Delta h_2, \dots, \Delta h_m)^T$ – m -мерный вектор разностей полных напоров в начальных и конечных узлах ветвей графа G ;

$P = (P_1, P_2, \dots, P_n)^T$ – m -мерный вектор пьезометрических напоров в узлах графа G ;

$Q = (Q_1, Q_2, \dots, Q_n)^T$ – m -мерный вектор объемных узловых расходов.

Являясь абстрактными объектами, вектора $(g,h,\Delta h,P)$ количественно отображают внутреннее состояние СЦТ в процессе установившегося изотермического движения теплоносителя по ветвям гидравлического тракта, а вектор Q отображает направление и интенсивность массообмена с окружающей средой.

В соответствии с типичными структурами СЦТ выделим три модели установившегося гидравлического режима.

Модель M_1 . Модель этого типа целесообразна при имитационном моделировании расчетных, эксплуатационных и перспективных режимов с заданными нагрузками потребителей:

$$M1.1 \quad \sum_{i=1}^n a_{ji} \cdot q_i = Q_j, j = \overline{1, m-1}$$

$$M1.2 \quad \sum_{j=1}^m Q_j = 0$$

$$M1.3 \quad \varphi_j(q_j) + \sum_{i=k+1}^n b_{ji} \cdot \varphi_i(q_i) = 0, j = \overline{1, k} \quad (1)$$

$$M1.4 \quad \varphi(q_i) = \begin{cases} r_{0i} + r_{1i} \cdot q_i + r_{2i} \cdot q_i^2, \forall i = \overline{1, n_1} \\ \text{sign}(q_i) r_i \cdot |q_i|^{\alpha_i}, \forall i = \overline{n_1 + 1, n} \end{cases}$$

$$M1.5 \quad \Delta h_i = \sum_j^m a_{cij}^T \cdot h_j, i = \overline{1, n}$$

$$M1.6 \quad P_j = h_j - Z_j, j = \overline{1, m}$$

$$M1.7 \quad (h_{i0} - h_{i1}) - \text{sign}(q_i) r_i \cdot |q_i|^{\alpha_i} = 0, \forall i = \overline{1, n_2}$$

Модель M_2 . Модель этого типа целесообразна при моделировании аварийных или эксплуатационных режимов, связанных с выводом сетевого или станционного технологического оборудования в ремонт, когда требуется оценить изменения расхода теплоносителя через гидравлические тракты закрытых теплопотребляющих систем потребителей при фиксированной нагрузке ГВС.

Модель M_2 представлена следующими системами линейных и нелинейных уравнений и замыкающих соотношений:

$$\begin{aligned} \text{M2.1} \quad & \sum_{i=1}^n a_{ji} \cdot q_i = Q_j, j = \overline{1, m-1} \\ \text{M2.2} \quad & \sum_{i=1}^m Q_j = 0 \\ \text{M2.3} \quad & \varphi_i(q_i) + \sum_{i=r+1}^n b_{ji} \cdot \varphi_i(q_i) = 0, j = \overline{1, k} \\ \text{M2.4} \quad & \Delta h_i = \begin{cases} r_{0i} + r_{1i} \cdot q_i + r_{2i} \cdot q_i^2, \forall i = \overline{1, n_1} \\ \text{sign}(q_i) r_i \cdot |q_i|^{\alpha_i}, \forall i = \overline{n_1 + 1, n} \end{cases} \quad (2) \\ \text{M2.5} \quad & \Delta h_i - \sum_{j=1}^m a_{cij}^T \cdot h_j = 0, i = \overline{1, n} \\ \text{M2.6} \quad & P_j = h_j - Z_j, j = \overline{1, m} \end{aligned}$$

Модель M_3 . Модель этого типа целесообразна при моделировании аварийных или эксплуатационных режимов, связанных с выводом технологического оборудования в ремонт, когда требуется оценить изменения расхода теплоносителя, как через гидравлические тракты закрытых теплоснабжающих систем потребителей, так и через гидравлические тракты систем ГВС потребителей открытых СЦТ или через фиктивные гидравлические тракты утечки теплоносителя в моделируемых аварийных ситуациях (в закрытых СЦТ), а также расходы через гидравлические тракты систем подпитки.

Модель M_3 представлена следующими системами линейных и нелинейных уравнений и замыкающими соотношениями:

$$\begin{aligned} \text{M3.1} \quad & \sum_{i=1}^n a_{ji} \cdot q_i = 0, j = \overline{1, m-1} \\ \text{M3.2} \quad & \varphi_j(q_j) + \sum_{i=k+1}^n b_{ji} \cdot \varphi_i(q_i) = 0, j = \overline{1, k} \\ \text{M3.3} \quad & \Delta h_i = \begin{cases} r_{0i} + r_{1i} \cdot q_i + r_{2i} \cdot q_i^2, \forall i = \overline{1, n_1} \\ \text{sign}(q_i) r_i \cdot |q_i|^{\alpha_i}, \forall i = \overline{n_1 + n_3 + 1, n} \\ \text{const}, \forall i = \overline{n_1 + 1, n_3} \end{cases} \quad (3) \\ \text{M3.4} \quad & \Delta h_i = \sum_{j=1}^m a_{cij}^T \cdot h_j, i = \overline{1, n} \\ \text{M3.5} \quad & P_j = h_j - Z_j, j = \overline{1, m} \end{aligned}$$

Таким образом, сформированные математические модели M_1, M_2, M_3 содержат полный набор формальных средств, связывающих алгебраическими отношениями параметры установившихся режимов открытых и закрытых СЦТ в типичных режимных ситуациях, имеющих реальный смысл в сферах эксплуатации и проектирования.

Однако, эти модели еще не являются формально поставленными задачами анализа установившихся гидравлических режимов СЦТ и, тем более, не определяют порядок вычисления компонентов векторов $(q, h, \Delta h, P, Q)$, определяющих искомое гидравлическое состояние СЦТ.

Взаимная связь упомянутых векторов состояния вызывает необходимость выбора первоочередных искомым переменных, т.е. параметров режима, которые будут определяться, в первую очередь, на основе исходных данных в конкретной режимной ситуации.

Если в качестве первоочередных искомым переменных назначить компоненты вектора q , то на базе любой из моделей M_1, M_2, M_3 получим, так называемую *контурную модель* анализа установившегося гидравлического режима, которая базируется на концепции контурных расходов.

Если же первоочередными искомыми переменными назначить компоненты вектора h , то после соответствующих преобразований моделей M_1, M_2, M_3 получим *узловую модель*, которая базируется на концепции узловых напоров (давлений).

Контурная и узловая модели эквивалентны в смысле получаемых с их помощью решений $(q^*, h^*, \Delta h^*, P^*, Q^*)$, однако, с позиций эффективности вычислений каждая из них имеет свою сферу применения на множестве технологических структур СЦТ.

В задачах режимного анализа трубопроводных систем наибольшее разви-

тие получили модели контурного типа /3/. Однако, в режимном анализе электроэнергетических систем и больших электронных схем современной схемотехники наибольшее развитие получили узловые модели /4/. Последнее обстоятельство стимулировало работы по программной реализации и исследованию вычислительной эффективности контурных и узловых моделей в задачах моделирования больших теплоснабжающих систем, в которых и были определены области целесообразного применения обеих классов моделей.

Информационная технология реализации задач анализа установившихся гидравлических режимов ТЭС на базе узловой модели была разработана в среде интегрированной информационно-графической системы ГИД-2005kz (Карагандинский государственный технический университет), которая получила широкое распространение в круп-

нейших энергосистемах экономического пространства СНГ /5/.

Список литературы

1. Эшби У.Р. Введение в кибернетику. – М.: Изд-во иностранной литературы, 1959.
 2. Крон Г. Исследование сложных систем по частям (диакоптика). – М.: Мир, 1972.
 3. Меренков А.П. Хасилев В.Я. Теория гидравлических цепей. – М.: Наука, 1985.
 4. Влах И., Сингхал К. Машинные методы анализа и проектирования электронных схем. – М.: Радио и связь, 1988.
 5. Карасев Н.И. Решатель задач имитационного моделирования режимов больших теплоснабжающих систем // Энергетика, телекоммуникации и высшее образование в современных условиях: 3-я Международная научно-практическая конференция. – Алматы: АИЭС, 2002.
-

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕНОГЕНЕРАТОРА С ОБОГРЕВАЕМОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ

Генбач Александр Алексеевич – д.т.н., профессор кафедры тепловых энергетических установок Алматинского института энергетике и связи, г.Алматы

Генбач Наталья Алексеевна - старший преподаватель кафедры электрические станции сети и системы Алматинского института энергетике и связи, г.Алматы

Көбікгенераторы көбіктің сапасын жақсартады, материал сыйымдылығын төмендетеді, энергияны үнемдейді, айнымалы жұмыс режимдерінде тұрақтылықты реттеуді арттырады.

Пеногенератор улучшает качество пены, снижает материалоемкость, дает экономию энергии, повышает устойчивость регулирования при переменных режимах работы.

Foam generator increase quality of foam, decrease materials consumption, give energy economy, boost stability of regulation at variable mode of work

Нами разработан и исследован “Пеногенератор” /1/, относящийся к области пылеподавления и противопожарной техники.

За счет применения нагреваемой стенки, прилегающей к пористой структуре, организуется активный процесс кипения раствора в объеме и на поверхности структуры, что приводит к дополнительной интенсификации процессов тепломассопереноса, улучшает качество пены, снижает материалоемкость, дает экономию энергии, повышает устойчивость регулирования при переменных режимах работы пеногенератора. Выбор размеров ячеек пористой структуры обоснован экспериментальным путем /2-4/.

Зарождающиеся паровые пузыри в ячейках сетки наименьшего размера будут расти по направлению увеличения ячеек соседних сеток, активно турбулизируя тепло- и гидродинамический двухфазный слой кипящей жидкости. Как

показали испытания, такой подбор структуры обеспечивает наименьшее газодинамическое сопротивление потоку пены и гидродинамическое сопротивление по прокачке жидкости при ее активном подсосывании капиллярными силами к сетке с наименьшим размером ячейки. Снижение коэффициента поверхностного натяжения при добавке поверхностно-активных веществ будет достигнуто еще в большей степени за счет повышения температуры кипящей среды, что приведет к дополнительному увеличению дисперсности, кратности и стабильности пены /2-4/.

Предложенная структура по сравнению с изотропной обеспечивает устойчивый процесс кипения жидкости, стабильную генерацию паровых пузырей строго определенной формы, существенно повышая дисперсность и кратность пены. Такая структура отличается от сложной пеногенерирующей решетки малым ги-

дравлическим сопротивлением, технологична, состоит из набора стандартных сеток, существенно упрощает конструк-

тивное оформление пеногенератора, а следовательно, повышает надежность и срок службы.

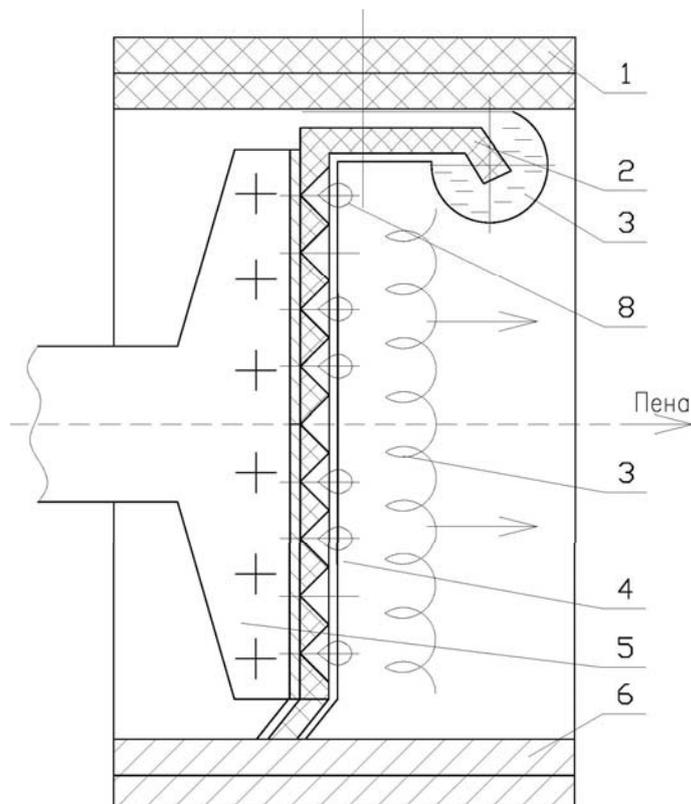


Рисунок 1 – Устройство пеногенератора с обогреваемой поверхностью

Пеногенератор (см. рисунок 1) содержит корпус 1, пакет сеток 2, выходной и входной патрубки подвода пенообразующего раствора 7 и отвода пены 9, распылитель 3, прокладку 6, снабжен нагреваемой стенкой 4, например, нихромовой фольгой с электродом 5, прилегающей к пористой структуре 2, причем, каждая последующая сетка сетчатой пористой структуры выполнена с возрастающим размером ячеек по направлению движения пузырей 8.

Экспериментальные данные по интенсификации процесса тепломассопереноса в сетчатых структурах, α , Вт/м²К, сведены в таблицу 1. Как следует из таблицы 1, при низких нагрузках пеногенератора $q = (0.5...4) \cdot 10^4$ Вт/м² наибольшая интенсификация достигнута в структуре вида 0,08x0,14x1, что по сравнению со структурой 0,08x0,14x0,14 составляет 3,77% для величин $q = 0.5 \cdot 10^4$ Вт/м² и 26% для $q = 4 \cdot 10^4$ Вт/м².

Таблица 1 – Экспериментальные данные по интенсификации процессов тепломассопереноса в сетчатых структурах, α , Вт/м²К

Вид пористой структуры	Тепловая нагрузка, Вт/м ² , x10 ⁴						
	0,5	1	2	4	10	20	40
Предлагаемое устройство (совместное действие гравитационных и капиллярных сил) 0,08x0,14x1	4510	4488	4332	4035	5435	5764	8547

0,14x0,14x0,14	4320	4250	3820	2649	4545	5027	8000
1x1x1	2300	2210	2200	2800	3704	3731	Пережог
0,4x0,14x0,08	1516	1440	1316	1114	1667	Пережог	Пережог
0,08x0,14x0,14	4340	4280	3922	2985	4926	5130	8035
Существующие интенсификаторы (металлокерамика, сетки, металловолокно, металлические порошки)-осредненные данные	4210	4215	4010	4000	2500	Пережог	Пережог

Наибольший интерес представляет дальнейшая форсировка процессов пеногенерации для повышения удельной производительности устройства. При тепловых нагрузках $10 \cdot 10^4$ Вт/м² происходит существенное уменьшение интенсивности в существующих устройствах, а при больших тепловых нагрузках наблюдался даже пережог пористых структур. В этих условиях по сравнению с наиболее форсированной структурой 0,08x0,14x0,14 имеем улучшение теплообмена на 5,99%.

Изучение параметров, характеризующих качество генерируемой пены, производилось с помощью визуализации процессов. Как следует из таблицы 1, интенсивность процессов при невысоких форсировках $(0.5 \dots 1) \cdot 10^4$ Вт/м² для структуры 0,08x0,14x1 на 3...4% лучше, чем для структуры: 0,14x0,14x0,14 и 0,08x0,14x0,14. Однако при нагрузках $(2 \dots 4) \cdot 10^4$ Вт/м² преимущество выражены значительно в большей степени (до 34%). Наблюдаемые размеры пузырьков для структуры 0,08x0,14x1 находились в области $1 \cdot 10^{-3}$ м при доверительном интервале 98%, а для двух других сравниваемых структур колебания размеров доходили $\pm(0.2 \dots 0.4) \cdot 10^{-3}$ м, что ухудшало дисперсность потока. Стойкость пленок жидкости, как следует на таблице 1, определяемая устойчивостью пленок пенообразующего раствора, находящегося под основанием зарождающихся пузырьков, была при этом, как и интенсивность,

на (6...7)% выше, что в целом приводило к росту кратности пены до 5 раз, где кратность определялась отношением

$$K = \frac{R_0}{3\delta}, \quad (1)$$

где R_0 – максимальный размер пузыря;

δ – пленка пенообразующего раствора, находящаяся под пузырьком и определяющая интенсивность процесса генерации пены.

Следовательно, в результате оптимизации сетчатых пористых структур при небольших форсировках процессы генерации интенсифицируются на 4%; при умеренных форсировках – до 55% и при высокофорсированных режимах – до 7%, а также существенно улучшается дисперсность (при доверительном интервале 98% - в 2 раза), стойкость пены, определяемая интенсивностью и кратностью (до 5 раз).

Кипение пенообразующего раствора в предложенном устройстве производится в пористой структуре, поскольку отличается повышенной форсировкой по сравнению с кипением в большом объеме и в тонких пленках жидкости, стекающей под действием сил тяжести. Процесс кипения в пористых структурах начинается при тепловых потоках в 2-5 раз меньше, что позволит во столько же раз сократить затраты энергии на его проведение.

Для расчета затрат энергии на генерацию пены рассмотрим два варианта. В

Выводы

первом случае генерация пены производится набегающим потоком воздуха (или пара). Тогда электрическая мощность для привода вентилятора составит

$$N_{эл} = \frac{Q_v \cdot \Delta P}{\eta_v \cdot \eta_{дв}}, \text{ Вт}, \quad (2)$$

где Q_v - расход воздуха;

$\eta_v, \eta_{дв}$ - коэффициент полезного действия вентилятора и двигателя соответственно;

ΔP - газодинамическое сопротивление пористого материала.

$$Q_v = W \cdot F, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (3)$$

где W - оптимальная скорость набегающего потока;

F - сечения канала.

Для металлокерамики имеем:

$$\Delta P = \xi \frac{\rho \cdot W^2 \cdot \delta}{2 \cdot d}, \text{ Па}, \quad (4)$$

где ρ - плотность воздуха;

ξ - коэффициент гидравлического сопротивления:

$$\xi = \frac{38}{Re}, \quad (5)$$

где Re - критерий Рейнольдса.

При коэффициенте кинетической вязкости воздуха равной $15 \cdot 10^{-6}$ м²/с, в диаметре зерна $0.008 \cdot 10^{-3}$ м и толщине материала $1 \cdot 10^{-3}$ м окончательно получим $\Delta P = 5355$ Па.

Величина ΔP является минимальной, поскольку в действительности толщина металлокерамики будет больше принятой в расчете.

Когда генерация пены производится предложенным пеногенератором, электрическая мощность трансформатора составит $N_{эл} = 1 \cdot 10^4 \cdot 1$ Вт. Здесь принято: $1 \cdot 10^4$ Вт/м² - величина, необходимая для организации устойчивого процесса кипения. Поверхность генерации принята равной 1 м².

Полученная величина мощности трансформатора является максимальной, поскольку для проведения процесса кипения в пористой структуре достаточно $q = 0.5 \cdot 10^4$ Вт/м². Таким образом, экономия энергии составит 2,3 раза.

Высокая форсировка проводимых процессов в 1,6 раза увеличивает коэффициент теплообмена и соответственно уменьшает материалоемкость и габариты аппарата и в (2...2,5) раза массу установки. Затраты энергии на генерацию пены сокращаются в 2,3 раза. Упрощение установки приведет к уменьшению эксплуатационных расходов. Снижение в десятки раз гидравлического сопротивления сократит затраты энергии на привод насоса. Достигнутая экономия энергии пенообразователя также связана с более рациональным расходом пенообразующего раствора при переменных и форсированных режимах работы, поскольку регулирование осуществляется с помощью нагревателя.

Список литературы

1. А.С. 1498511 СССР, МКИ А 62С 5/04, Пеногенератор/ Генбач А.Н., Генбач А.А.// Б.И.- 1989.-№29.
2. Поляев В.М., Генбач А.А. Управление теплообменом в пористых структурах // Известия Российской академии наук. Энергетика и транспорт. Т.38, № 6, 1992, с.105-110.
3. Генбач А.А., Генбач Н.А., Генбач Е.А. Поведение паровых пузырей в пористых теплообменниках тепловых энергетических установок// Энергетика, Телекоммуникации и высшее образование в современных условиях: Сб. –АИЭС- Алматы, 2000, с.35-36.
4. Генбач А.А., Генбач Н.А., Генбач Е.А. Генбач Ан.А. Наблюдения за изысканностью форм и красотой очертаний двухфазного потока в капиллярно-пористых структурах теплообменников ТЭС// Энергетика, Телекоммуникации и высшее образование в современных условиях: Сб.Трудов 4-й Международной НТК. – Алматы, 2004, с.78-80.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В ТРУБОПРОВОДЕ

Ибраева Лида Куандыковна – к.т.н, доцент кафедры инженерная кибернетика Алматинского института энергетики и связи, г.Алматы

Сябина Наталья Валерьевна – старший преподаватель кафедры инженерная кибернетика Алматинского института энергетики и связи, г.Алматы

Мақалада Алматы энергетика және байланыс институтының «Инженерлі кибернетика» кафедрасында өңделген тәжірибелік қондырғы көмегімен магистралды құбырдың жұмысының әр түрлі режимдерін зерттеу нәтижелері келтірілген.

В статье представлены результаты исследования различных режимов работы магистрального трубопровода с помощью экспериментальной установки, разработанной на кафедре «Инженерная кибернетика» Алматинского института энергетики и связи.

The investigation results of different working regimes of main pipe line with the help of experimental installation, which was worked out by the “Engineering cybernetics” department of Almaty institute of power and telecommunications, are presented in the article.

При проектировании, разработке и создании сложных объектов (к которым относятся и объекты управления) требуются знания о количественных и качественных закономерностях, свойственных рассматриваемым объектам. Осуществить практическую проверку тех или иных закономерностей, присущих сложным объектам, не представляется часто возможным по ряду соображений. Кроме того, это потребовало бы больших материальных затрат и затрат времени. В связи с этим изучение свойств и закономерностей рассматриваемых сложных объектов проводится на базе методов моделирования /1/. Одной из разновидностей предметного моделирования является физическое моделирование, то есть такое моделирование (макетирование), при котором реальному объекту ставится в соответствие его увеличенная или уменьшенная копия. Эта копия создается

на основе теории подобия по критериям подобия, выведенным из общих законов, характеризующих исследуемое явление, что и позволяет утверждать, что в модели сохранились требуемые свойства /2/. В физических моделях помимо геометрических пропорций могут быть сохранены и другие свойства исходного объекта, необходимые для конкретного исследования. При выборе физической модели необходимо исходить, прежде всего, из того, что работа с моделью должна быть простой, менее трудоемкой и безопасной, допускала использование более мощных методов анализа, чем работа с самой системой. Физическое моделирование в качестве основного способа исследования предполагает проведение эксперимента с моделью, но этот эксперимент оказывается в каком-то смысле более привлекательным, чем эксперимент с исходным объектом.

В предлагаемой статье представлены результаты исследования динамических процессов в распределенных трубопроводах (нефте-, газопроводах и др.) с помощью экспериментального стенда, разработанного на кафедре «Инженерная кибернетика» Алматинского института энергетики и связи.

Экспериментальная установка "Исследование волновых процессов в трубопроводе" представляет собой физическую модель трубопровода, на которой можно имитировать различные волновые процессы, возникающие при транспортировке жидкости или газа. Динамика процессов в

распределенном трубопроводе зависит от рельефа местности, а также физических свойств транспортируемой жидкости. В предлагаемой работе рассматриваются задачи формирования давлений и измерения их значений на макете трубопровода, а также обработки результатов экспериментов. На представленной модели можно имитировать различные аварийные ситуации (возникновение утечек, частичное или полное перекрытие сечения трубы, образование газовоздушных скоплений), влияющие на распределение давления по длине трубопровода. Технологическая схема установки приведена на рисунке 1.

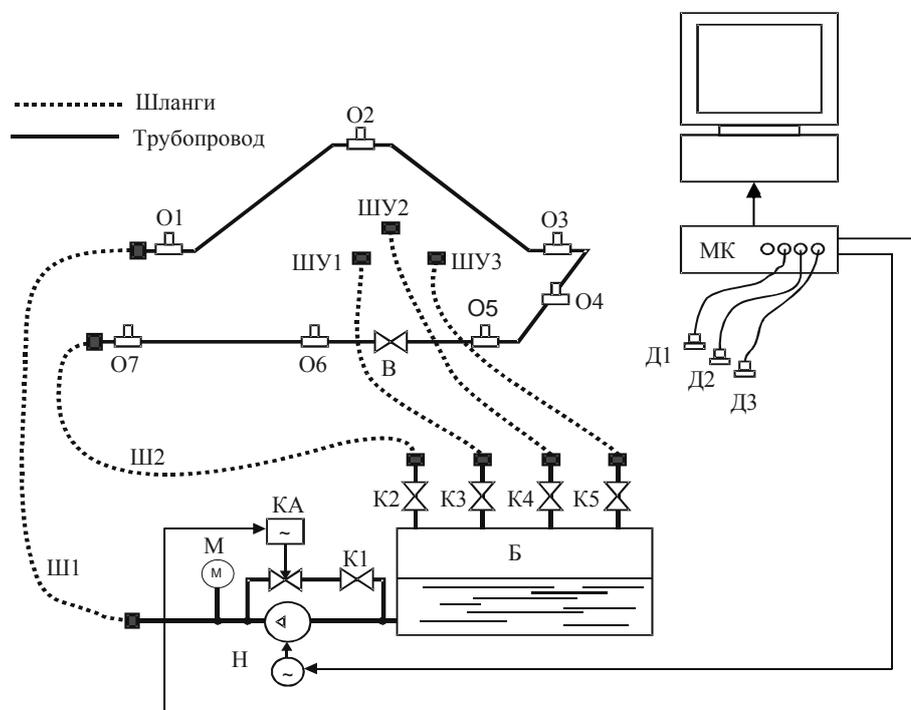


Рисунок 1 - Технологическая схема экспериментальной установки

Значения давлений в разных точках трубопровода регистрируются датчиками Д1 – Д3 и с помощью микроконтроллера МК фирмы Siemens передаются на рабочую станцию. Для размещения датчиков давления, установки заглушек, шлангов утечек ШУ1 – ШУ2 предусмотрены специальные отводы О1 – О7. Кроме того, на стенде установлен вентиль В для создания перепада давления на линейном отрезке трубопровода, а также краны: К1

– для регулировки обратного тока жидкости; К2 - для регулировки пропускной способности трубопровода; К3-К5 - для регулировки пропускной способности шлангов утечки. Для заполнения трубопровода водой и ее слива в бак Б используются подающий Ш1 и выпускной Ш2 шланги. Для визуального наблюдения за давлением на выходе насоса Н служит манометр М.

Для управления физической моделью трубопровода разработано программное обеспечение, которое предназначено для моделирования работы трубопровода в нормальном режиме и при аварийных ситуациях, а также визуального отображения измеряемого датчиками давления

в виде диаграмм, Управление может осуществляться в ручном режиме либо автоматически посредством двухпозиционного клапана КА.

Основное окно программы управления физической моделью трубопровода (см.рисунок 2) разделено на несколько областей.

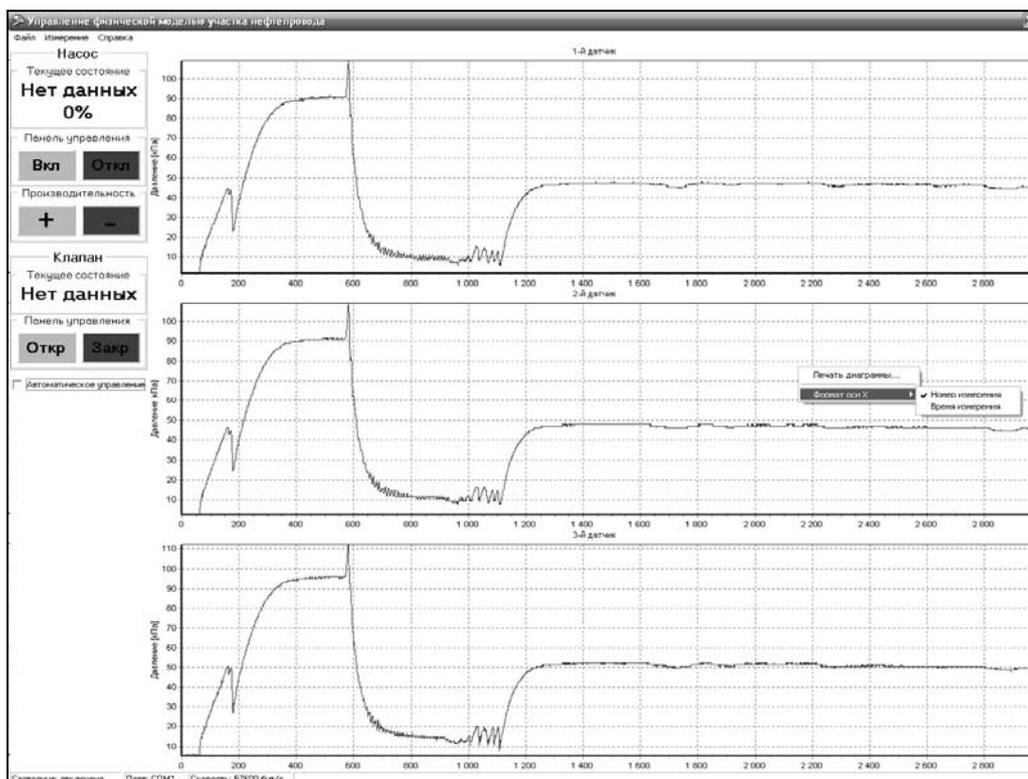


Рисунок 2 - Основное окно программы управления моделью

В окне диаграмм процессов визуально отображаются результаты экспериментов в виде временных диаграмм по каждому датчику. Настройка контроллера и основных параметров работы системы выполняется при помощи меню Измерение - Настройка. Окно управления насосом позволяет отслеживать его текущее состояние. Управление насосом может осуществляться в ручном режиме с помощью кнопок «+» и «-», причем его производительность изменяется на величину $\pm 1,7\%$ за один шаг, или в автоматическом режиме. Для управления в автоматическом режиме в соответствующем поле выбора основного окна устанавливается отметка «Автоматическое управление»,

а в настройках (меню Измерение – Настройка) – значения верхней и нижней границ изменения производительности (в процентах от номинальной) и время переключения режимов (в секундах). Окно управления клапаном показывает текущее состояние клапана и предоставляет аналогичные возможности управления клапаном в ручном (кнопки «Открыть», «Закрыть») и автоматическом режимах. Строка состояния программы отображает текущее состояние связи программы с контроллером управления. Полученные данные при необходимости можно сохранить в отдельном файле.

Целью проведения экспериментов являлось исследование поведения системы

при моделировании следующих ситуаций:

- создание воздушных пробок (при заполнении трубопровода подача жидкости из бака Б через отвод О7 чередуется с подачей воздуха);
- внезапное ступенчатое изменение давления на входе системы (уменьшение или увеличение производительности насоса вручную или автоматически посредством программной настройки);
- создание утечек (с помощью шлангов утечек ШУ1 – ШУ3 и кранов К5-К7 имитируется процесс несанкционированного слива жидкости);
- полное или частичное перекрытие сечения трубопровода (в нормально функционирующем трубопроводе в

некоторый момент времени с помощью вентиля В полностью или частично перекрывается труба).

Приведем результаты некоторых экспериментов.

На рисунке 3 представлена диаграмма распределения давления во времени в отдельных точках трубопровода при создании воздушной пробки (данные получены с датчика Д1). На 10 секунде эксперимента включается насос и в трубопровод подается вода, к 30 секунде давление устанавливается. В течение следующих 20 секунд в трубопровод подается воздух, после чего подача воды возобновляется. С 52 секунды эксперимента в течение 20 секунд ведутся наблюдения за характером изменения давления в процессе выталкивания пробки из трубопровода.

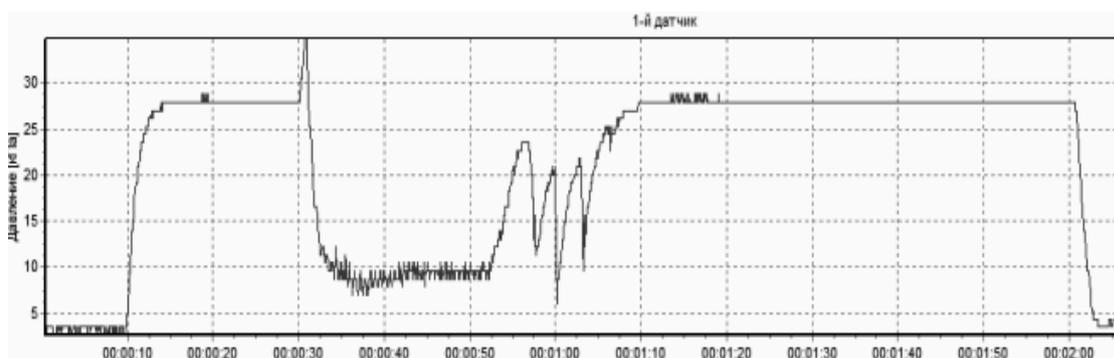


Рисунок 3 - Диаграмма распределения давления при создании воздушной пробки

На рисунке 4 представлена диаграмма распределения давления во времени при создании утечки. На 11 секунде эксперимента включается насос и в трубопровод подается вода, к 18 секунде устанавливается

давление. На 32 секунде организуется утечка, в результате которой давление снижается до определенного уровня. На 50 секунде утечка ликвидируется и давление восстанавливается.

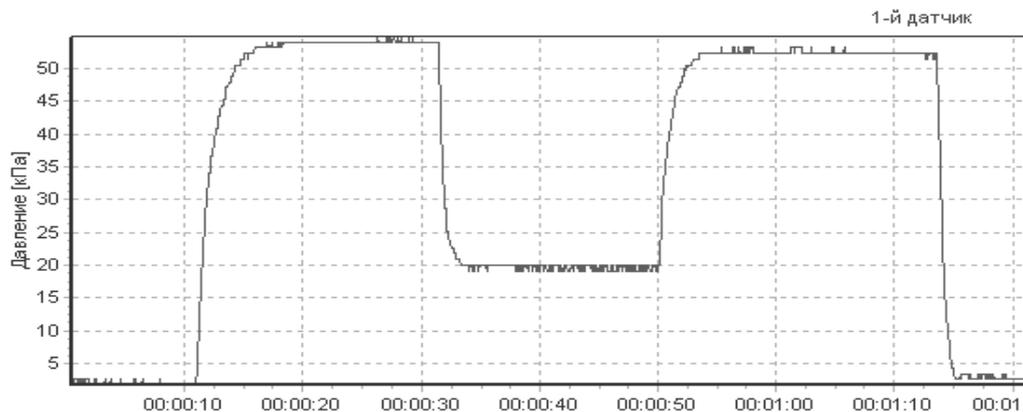


Рисунок 4 – Диаграмма распределения давления при создании утечки

На рисунке 5 приводится диаграмма перераспределения давления, полученная в результате закрытия вентиля В с последующим его открытием. На момент

пуска насоса вентиль закрыт полностью, что приводит к значительному росту давления в системе в течение 5 секунд. Затем давление стабилизируется и на 25 секунде вентиль постепенно открывается.

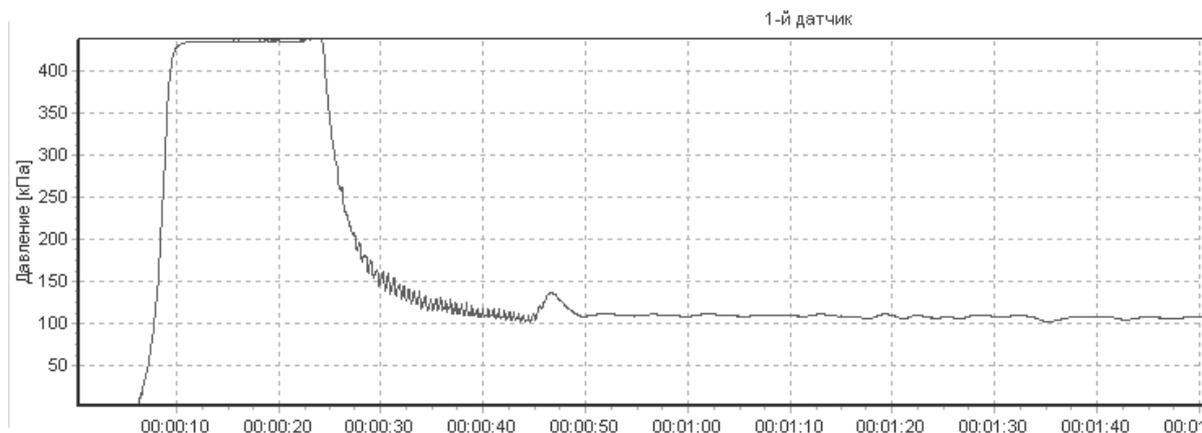


Рисунок 5 – Диаграмма распределения давления при полном перекрытии вентиля с его последующим открытием

Выводы

Рассматриваемая физическая модель трубопровода в совокупности с микроконтроллером и специальным программным обеспечением для визуализации результатов экспериментов позволяет исследовать и анализировать ситуации, возникающие на реальном объекте. Предполагается использование испытательной установки в учебном процессе, а результатов работы - при проведении дальнейших научных исследований.

Список литературы

1. Гусейнзаде М.А., Другина Л.И., Петрова О.Н., Степанова М.Ф. Гидродинамические процессы в сложных трубопроводных системах. – Москва: Недра, 1991, 164 с.
2. Исакович Р.А., Лотнов В.И., Попадьюко В.Е. Автоматизация производственных процессов нефтяной и газовой промышленности. Учебник для вузов – Москва: 1983, 424 с.

УДК 621.317

КАЛИБРАТОРЫ ФИКТИВНОЙ МОЩНОСТИ ДЛЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ И ТЕСТОВЫХ СИСТЕМ

Базаркин Василий Викторович – инженер Электротехнического института
Томского политехнического университета, г.Томск, Россия

Гурин Сергей Васильевич – инженер-программист Электротехнического
института Томского политехнического университета, г.Томск, Россия

Кухта Евгений Валерьевич – инженер Электротехнического института Томского
политехнического университета, г.Томск, Россия

Самокиш Вячеслав Васильевич – с.н.с. Электротехнического института
Томского политехнического университета, г.Томск, Россия

Бұл мақалада электрэнергетикада және аралас салаларда (одан әрі энергоаспаптар) пайдаланылатын өлшеуіш түрлендіргіштердің, аспаптар мен жүйелердің кең классын тексеруді, әрі автоматтандырылған немесе автоматты толық реттеуді, режимдерді үлгілеуді, қызметтерін тесттеуді, өзіне қосатын барлық шаралар, көпфункционалды жаңа аспаптар әзірленген.

В данной статье разработаны новые многофункциональные приборы, совмещающие в себе все средства функционального тестирования, моделирования режимов, автоматизированной или полностью автоматической регулировки и поверки широкого класса измерительных преобразователей, приборов и систем, используемых в электроэнергетике и смежных областях (далее энергоприборы).

New multifunctional devices have been developed, with a combination of functional testing, modeling conditions automated or completely automatic control and verification of wide range of measuring transformers, instruments and systems used in electro engineering and related fields (further referred to as power instruments).

В энергетике быстрыми темпами возрастает количество, номенклатура и сложность новых измерительных приборов и систем и вместе с этим увеличивается сложность и многообразие режимов входных сигналов, которые необходимо воспроизводить при наладке, испытаниях и поверке энергоприборов. Это относится, например, к счетчикам электроэнергии, для которых новые стандарты /1, 2, 3/ предписывают измерение погрешностей при разнообразных несинусоидальных и нестационарных однофазных

и трехфазных (в том числе и несимметричных) режимах входных сигналов тока и напряжения, причем, при проведении не только типовых испытаний, но и первичной и периодической поверок. Похожая ситуация возникает при тестировании и поверке приборов измерения качества электроэнергии по ГОСТ 13109-96, устройств релейной защиты и автоматики. Второй важной особенностью последних лет является быстрое возрастание доли энергоприборов, снабженных системными промышленными

интерфейсами для двухстороннего обмена информацией в автоматизированных системах. Выполнение всего требуемого объема испытаний весьма трудоемко и при этом приходится объединять в одну систему несколько разнородных технических средств, например, программируемых источников сигналов, измерителей параметров их выходных сигналов, измерителя параметров выходных сигналов тестируемых приборов или преобразователя их системного интерфейса. Но и при их наличии аппаратная или программная несовместимость всегда требует от пользователей больших усилий и высокой квалификации при объединении их систему, работающую в автоматическом режиме. Это является причиной большого спроса на универсальные испытательные средства, обеспечивающие все необходимые функции для автоматизации работ современными энергоприборами.

Интеграция в одном приборе всех функций, необходимых для автоматизации тестирования и поверки разнородных приборов, преобразователей и систем, является на сегодня одним из основных путей совершенствования этих средств. В качестве названия таких комплексных средств все чаще используется термин «тестовая система», поскольку в любом варианте выполнения кроме объединенных аппаратных средств его функциональные характеристики обеспечиваются компьютером и комплексом (пакетом) программного обеспечения (ПО).

В качестве положительного опыта применения таких приборов можно назвать однофазные калибраторы фиктивной мощности КФМ-02М и КФМ-02МУ, разработанные Томским политехническим университетом и ООО «ЭНИКА». По сути, калибраторы КФМ-02 с управляющим компьютером - это интегрированная тестовая система относительно узкого назначения, содержащая все технические

и эталонные средства измерения для автоматизации поверки счетчиков электрической энергии: программируемые источники тока и напряжения (источник фиктивной мощности), многоканальный измеритель частоты (периодов) выходных импульсных сигналов счетчиков. С использованием трех таких калибратора реализована трехфазная установка автоматической поверки счетчиков «ЭНИКА РЭС 3/6». Оборудование сертифицировано в Республике Казахстан (сертификаты о признании типа средств измерений № 1847 и № 2713 РК).

Для построения тестовых систем более широкого применения разработаны новые калибраторы фиктивной мощности нескольких модификаций с общим типовым названием КФМ-06. Калибраторы содержат прецизионные гальванически разделенные источники переменного тока и напряжения, и управляется компьютером. Термин «фиктивная мощность» относится к электрической мощности, соответствующей значениям тока и напряжения источников. Другое название такого совместного использования источников тока и напряжения - «фантомная нагрузка».

Метрологические и функциональные характеристики калибраторов КФМ-06 согласованы со стандартами РФ на счетчики электрической энергии (СЭЭ) и методы их испытаний /1, 2, 3/ и поэтому с большим запасом по точности они могут быть применены для автоматизации функциональной проверки, калибровки и поверки других энергоприборов.

Калибраторы КФМ-06 имеют ряд модификаций, соответствующих частным требованиям отдельных групп потребителей. Базовой моделью является калибратор фиктивной мощности КФМ-06.1.120 - однофазный, максимальный ток 120 А, 8 гальванически развязанных выходов канала напряжения. Он содер-

жит полный набор эталонных средств измерения класса точности 0,05 для поверки приборов с импульсным (частотным) выходом, унифицированным сигналом постоянного тока (напряжения) и/или стандартным интерфейсом RS232, RS485, ИРПС, UART:

- управляемые источники переменного тока и напряжения, согласованные по частоте и обеспечивающие нормируемые по относительной погрешности значения тока, напряжения и фиктивной электрической мощности (активной, реактивной и полной);
- многоканальный измеритель периодов импульсных сигналов, например, на испытательных выходах статических счетчиков ЭЭ;
- многоканальный измеритель унифицированных сигналов постоянного тока и напряжения измерительных датчиков и преобразователей (опция);
- многоканальный модуль преобразования системных интерфейсов RS232, RS485, ИРПС, UART (опция).

Калибратор базовой модификации обеспечивает возможность групповой поверки до 8 однофазных счетчиков с неразъемным соединением последовательной и параллельной цепей, например, с омическим датчиком тока (шунтовых). Оригинальное техническое решение позволяет исключить необходимость применения внешнего развязывающего измерительного трансформатора /4/. При этом снято ограничение на допустимый разброс сопротивлений параллельных цепей счетчиков.

Диапазон изменения выходных сигналов базовой модели калибратора КФМ-06 с нормируемой относительной погрешностью: по напряжению 20 - 325 В (эфф.), по току 1мА – 120 А (эфф.). В обоих случаях используется одна пара выходных зажимов, что обеспечивает автоматический режим для всего диапазона сигналов тока и напряжения.

Погрешность нормируется для всего диапазона и характера нагрузок источников тока и напряжения: на нагрузке источника тока напряжение до 4 В (индуктивный характер $0,5 < \cos\varphi < 1$), суммарный ток нагрузки источника напряжения до 0,5 А (индуктивный, емкостный характер $0,2 < \cos\varphi < 1$), что, например, соответствует нагрузке не менее 10 СЭЭ.

Электрические параметры гарантируются в диапазоне частот от 40 до 80 Гц, в том числе и при воспроизведении высших гармоник до 2 кГц (с ограничениями на нагрузку).

Однофазные модификации калибраторов КФМ-06 имеют возможность соединения в многофазные системы с произвольным углом сдвига фаз между напряжениями. Источники тока и напряжения калибраторов гальванически развязаны между собой и источниками других фаз и поэтому допускают любые корректные соединения в многофазных системах. Объединение трех калибраторов КФМ-06 позволяет использовать их для поверки и испытаний трехфазных приборов и устройств. Возможна синфазная или противофазная работа двух и более калибраторов для увеличения выходного тока в общей нагрузке (до 240 или 360 А) или напряжения на общей нагрузке (до 650 В).

Наряду с базовой моделью готовятся калибраторы КФМ-06 частного применения разных классов точности и меньшей стоимости:

КФМ-06.1.120.01 – однофазный, максимальный ток 120 А, 1 выход канала напряжения, классы точности 0,05; 0,1; 0,2;

КФМ-06.1.010.08 – однофазный, максимальный ток 120 А, 8 выходов канала напряжения, классы точности 0,05; 0,1; 0,2;

КФМ-06.3.010 – трехфазный, максимальный фазный ток 10 А, 1 выход кана-

ла напряжения на фазу, класс точности 0,05; 0,1.

Воспроизведение сигналов тока и напряжения в калибраторах КФМ-06 осуществляется средствами цифро-аналоговой техники и силовой электроники. Управление калибраторами компьютерное, по последовательным интерфейсам RS232 или USB. Предусмо-

трена также возможность беспроводного управления (Bluetooth) с использованием МПК, удобного в стендовых установках, а также для мобильных приложений, например, для презентаций и выставок.

Ниже приведены основные технические характеристики базовой модели калибратора фиктивной мощности КФМ-06.1.120:

Технический параметр	Значение	Погрешность
Источник тока		
- ток	10 мА - 120 А (эфф); 1 мА - 10 мА	0,05 % (отн.) 0,5 % (отн.)
- напряжение на нагрузке	<4 В (эфф);	-
- сопротивление нагрузки $0,5 < \cos\varphi < 1$	< 30 Ом;	-
Источник напряжения		
- напряжение	20 . . . 325 В (эфф);	0,05 % (отн.)
- количество каналов	8	
- ток нагрузки канала $0,2 < \cos\varphi < 1$	< 0,05 А (эфф);	-
Угол сдвига фазы тока		
относительно напряжения	$\pm 180^\circ$;	0,03°
Частота основной гармоники		
	40 . . . 80 Гц	0,01 Гц
Электрическая мощность		
	20 . . . 325 В	
	50 мА – 120 А	0,05 % (отн.)
	10 мА – 50 мА	0,1 % (отн.)
Коэффициент нелинейных искажений (синусоиды)		
- напряжения		0,1 %
- тока		0,1 %
Диапазон частот		
(с ограничением нагрузки)	до 2000 Гц;	
Измерение периода		
импульсных сигналов	до 5000 Гц	0,02 % (отн.)
Количество входных		
импульсных сигналов	10	
Общие характеристики:		
Напряжение питания	198 В . . . 253 В, 45 – 66 Гц	
Потребляемая мощность	1000 ВА (макс)	
Размеры	40 x 165 x 430 мм	
Масса	24 кг	
Интерфейс	RS232, USB	
Рабочий диапазон температур	10°C . . . 35°C	

Опции

1. Измеритель сигналов постоянного тока	$\pm 20, \pm 10, \pm 5$ мА	0,02 %
Количество каналов	± 10 В	0,02 %
2. Преобразователь интерфейсов	8	
Количество каналов	RS232, RS485 ИРПС, UART	
3. МПК, модуль Bluetooth	4, 8	

Программное обеспечение, поставляемое с калибратором КФМ-06, представлено программным пакетом EMW2006. Он содержит управляющие программы для выполнения отдельных видов работ с современными СЭЭ, измерительными преобразователями и другими приборами и системами, требующими, кроме автоматизированного измерения погрешностей, также автоматизации других видов работ - функциональной проверки, тестирования, регулировки и калибровки. В программном пакете заложена возможность расширения областей использования калибраторов фиктивной мощности различных типов для других задач. Пакет содержит базу данных параметров поверяемых приборов, базу данных режимов испытаний, dll-драйверы калибраторов, средств сопряжения и пользовательские программы различных видов работ.

База данных режимов позволяет описывать статические и динамические параметры выходных сигналов источников тока и напряжения, включая форму в аналитическом (гармонический состав) и графическом представлении. Имеется возможность создания сценария испытаний - автоматически выполняемой временной последовательности режимов, предварительно записанной в базе данных. Описание распространяется и на трехфазные режимы, в том числе несимметричные. Это дает возможность автоматизации большинства видов испытаний при разработке и испытаниях новых приборов, например, СЭЭ, приборов контроля качества электроэнергии, а также устройств РЗА.

Пакет программ пополняется с появлением новых видов и типов поверочного оборудования, например, калибраторов или установок на их основе, а также новых видов работ, например, поверки и функциональной проверки новых типов приборов. В последнем случае это могут быть управляющие программы автоматической калибровки, проверки функциональных характеристик и метрологической поверки конкретных типов приборов (измерительных преобразователей и счетчиков).

Пользователю, применяющему калибраторы КФМ-06 в составе своих установок с собственным программным обеспечением, предоставляется программный драйвер.

Список литературы

1. ГОСТ Р 52323-2005. Статические счетчики активной энергии классов 0,2S и 0,5S/ Москва, «Стандартинформ», 2005.
2. ГОСТ Р 52320-2005. Аппаратура для измерения электрической энергии переменного тока. Общие требования и условия испытаний. – М.: «Стандартинформ», 2005.
3. ГОСТ 8.584-2004. Счетчики статические активной энергии переменного тока. Методика поверки. – М.: «Стандартинформ», 2005; - М.: ИПК Издательство стандартов, 2004.
4. Источник фиктивной мощности/ В.В.Самокиш, А.А. Сосновских: Свидетельство на полезную модель 36898 России, МКИ G01R35/04 Бюл. №9 2003.

ИЗМЕРЕНИЕ ФАЗЫ ТОКОВ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТА С ОСЛАБЛЕННОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ В РАЗВЕТВЛЕННОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ

Шестакова Вера Васильевна – к.т.н., доцент кафедры электрических станций Томского политехнического университета, г.Томск, Россия

Исаев Игорь Сергеевич – аспирант, ассистент кафедры электрических станций Томского политехнического университета, г.Томск, Россия

Гуриков Олег Викторович – студент кафедры электрических станций Томского политехнического университета, г.Томск, Россия

Бұл жұмыста оқшаулама кедергілерін төмендеткен кезде өткізгіштің белсенді құрауыштарын табу есебінен ақаулы қосылыстағы токтардың фазаларын өзгертуге негізделген электр станциялары мен қосалқы станциялардың тұрақты белсенді токтарының тармақталған желісінде оқшауламаның төмендетілген кедергісі бар элементін табудың тәсілі ұсынылады. Бұл үшін желі полюстерінде синусоидальды сигналдың кернеуін нөл арқылы өткізген кезеңнен бастап, желіге синхрондалатын жоғары жиілікті токтың импульстері мен синусоидальды бақылаушы тогын бір уақытта қосу ұсынылады.

В данной работе предлагается способ выявления элемента с пониженным сопротивлением изоляции в разветвленной сети постоянного оперативного тока электростанций и подстанций, основанный на изменении фазы тока в поврежденном присоединении за счет появления активной составляющей проводимости при снижении сопротивления изоляции. Для этого предлагается одновременное наложение на сеть синусоидального контрольного тока и импульсов тока высокой частоты, синхронизированных с моментом перехода через ноль напряжения синусоидального сигнала на полюсах сети.

In the given work the way of revealing of an element with an isolation reduced resistance in a branching network of a constant control current of power stations and the substations, based on a current phase change in the damaged element at the expense of emersion of active making conductivity is offered at insulation resistance decrease. Simultaneous superposition on a network of a sinusoidal control current and the current pulses of high frequency synchronised with the moment of transition through a zero of voltage of a sinusoidal signal on poles of a network for this purpose is offered.

Отыскание элемента со сниженным сопротивлением изоляции в разветвленной сети постоянного оперативного тока представляет собой ответственную и сложную задачу. В большинстве случаев эта задача решается поочередным отключением сначала фидеров щита по-

стоянного тока, а затем отдельных панелей, ячеек и других элементов. При поочередном отключении фидеров, кратковременно снимается оперативный ток с большого числа различных устройств, состояние которых в момент отключения неизвестно. Это может привести к отка-

зам или неправильным действиям релейной защиты и автоматики. Кроме того, для электроустановок, на которых установлены микропроцессорные устройства релейной защиты, использование подобного способа поиска элемента со сниженным сопротивлением изоляции не рекомендуется.

В настоящее время известен ряд методов и устройств, позволяющих выявлять среди элементов сети элемент с ослабленной изоляцией без их поочередного отключения. Однако, данные устройства не получили широкого распространения, в силу некоторых присущих им недостатков.

Распространённым методом является метод наложения переменного контрольного тока на сеть постоянного оперативного тока. В виду значительной суммарной протяженности этих сетей вся сеть и отдельные её присоединения имеют значительную ёмкость относительно земли. Поэтому задача выявления элемента с ослабленной изоляцией сводится к выделению активной составляющей тока на фоне ёмкостного тока.

На рисунке 1 представлена упрощённая схема замещения сети постоянного оперативного тока, как параллельное соединение обобщенного элемента и контролируемого элемента, включённое между полюсами сети. Обобщенный элемент замещен эквивалентными емкостями проводов всей сети относительно земли C_{Σ} . Контролируемый элемент замещен емкостями проводов отдельного присоединения относительно земли C и сопротивлением изоляции $R_{ИЗ}$, подключенным параллельно к одной из емкостей C .

В сетях постоянного оперативного тока суммарная емкость всей сети может составлять несколько десятков микрофарад, а емкости отдельных присоединений достигают 3-5 мкФ. Минимально

допустимое сопротивление изоляции, до достижения которого разрешается эксплуатировать сеть, по ПТЭ нормируется значением 20 кОм. Для надёжного выявления элемента с таким сопротивлением изоляции примем далее с запасом, что разрабатываемое устройство должно практически позволять отыскивать поврежденный элемент с сопротивлением изоляции равным 40 кОм.

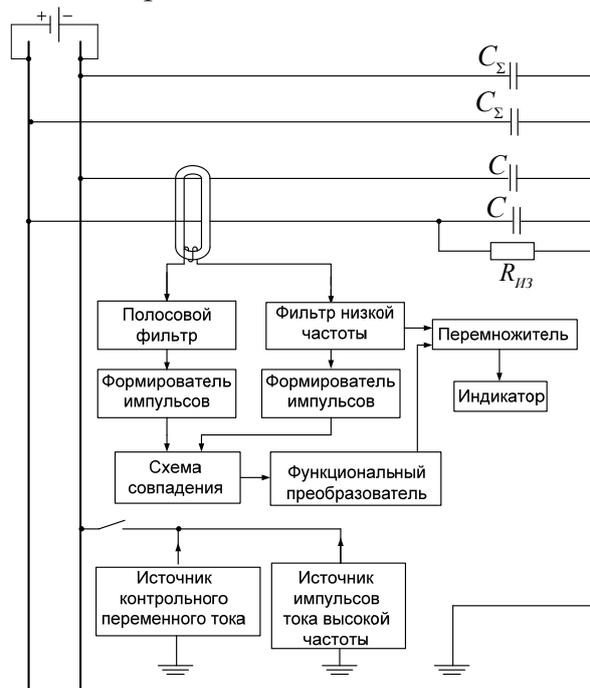


Рисунок 1 – Структурная схема устройства

Поочередно измеряя абсолютное значение и фазу контрольного переменного тока в присоединениях сети относительно напряжения на полюсе можно идентифицировать повреждённое присоединение по величине активной составляющей этого тока

$$I_A = I \cos(\varphi) ,$$

$$\varphi = \arctg(\omega C R_{ИЗ}) ,$$

где I – действующее значение контрольного тока в контролируемом элементе; ω – угловая частота тока контрольного источника; C – емкость контролируемого присоединения; $R_{ИЗ}$ – сопротивление изоляции контролируемого присоединения.

Целесообразно выбрать частоту ω такой, чтобы фазовый сдвиг φ при реальных ёмкостях элементов сети и нормированных предельно допустимых сопротивлениях изоляции имел значение, позволяющее проводить измерения без использования очень точных и дорогих измерительных устройств.

Поскольку для измерения тока предполагается использовать довольно грубые бесконтактные датчики тока, следует ограничить минимальное изменение фазы значениями около десяти градусов. Для получения больших фазовых сдвигов нежелательно принимать слишком низкие частоты, так как при этом могут возникнуть трудности при бесконтактном измерении токов. При таких параметрах сети достаточное для надёжного измерения изменение фазового сдвига получается при частотах контрольного источника в пределах 3-8 Гц.

Для измерения фазового сдвига необходимо подведение к измерительному устройству напряжения с полюсов сети. Однако, при многократном непосредственном подключении к полюсу оператор, проводящий измерения, может либо сам попасть под напряжение, либо вызвать возникновение замыкания в сети.

В связи с этим актуальной является задача разработки методов и средств, позволяющих полноценно реализовать фазочувствительный метод отыскания элемента с ослабленной изоляцией без подведения напряжения с полюса сети в точках измерения.

Ранее авторами предлагалось решить данную задачу путем наложения на сеть совместно с контрольным переменным током коротких прямоугольных импульсов, синхронизированных с моментом перехода через ноль контрольного напряжения на полюсах сети. Измерение актив-

ной составляющей тока проводилось на основании измерения времени между моментом перехода через ноль переменного тока в контролируемом элементе и моментом появления короткого импульса.

Недостатком устройства, реализующим данный способ, является затруднение отстройки от импульсных помех, так как для выделения короткого импульса в месте измерения требуется фильтр с широкой полосой пропускания.

В данной работе предлагается способ поиска элемента со сниженным сопротивлением изоляции, основанный на наложении на сеть контрольного тока и импульсов тока высокой частоты /1/. Длительность импульсов принимается равной полупериоду контрольного тока и активная составляющая тока контролируемого элемента определяется на основании подсчёта полупериодов тока высокой частоты, попадающих в отрезок между моментом перехода через ноль переменного контрольного тока t_1 и моментом исчезновения тока высокой частоты t_2 (см.рисунок 2).

На рисунке 1 представлена одна из возможных структурных схем устройства, реализующего предложенный способ.

Предлагаемое устройство содержит фильтр низкой частоты, на выходе которого формируется сигнал, пропорциональный контрольному току низкой частоты.

Импульсы высокой частоты выделяются полосовым фильтром, что обеспечивает повышение помехоустойчивости устройства. Частота синусоиды, наполняющей импульсы, может приниматься заведомо меньше, чем собственные частоты контролируемых элементов сети (собственные частоты присоединений лежат в диапазоне от 3 кГц и выше).

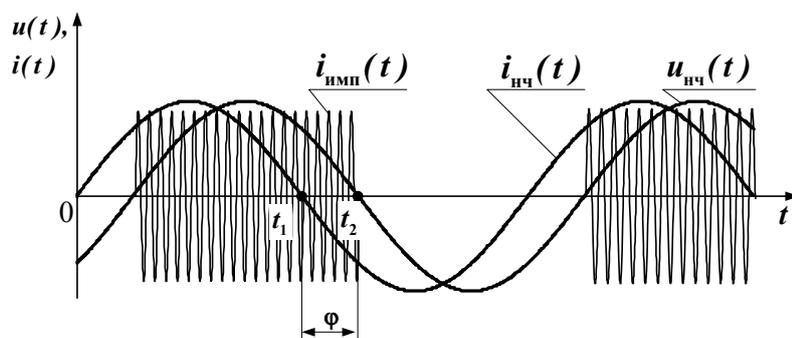


Рисунок 2 – Сигналы в контролируемом присоединении
 $u_{нч}(t)$ – контрольное напряжение на полюсе; $i_{нч}(t)$ – контрольный ток; $i_{имп}(t)$ – импульсы тока высокой частоты

Сигналы с выходов фильтров подаются на схему совпадения, в которой определяется число положительных полупериодов импульса тока высокой частоты, попадающих в отрезок времени $(t_1; t_2)$.

В элементе с неповрежденной изоляцией число таких положительных полупериодов составляет 50% от общего числа положительных полупериодов, в элементе с пониженным сопротивлением изоляции их число меньше 50%. Далее на выходе функционального преобразователя формируется сигнал, пропорциональный $\cos(\varphi)$, а на выходе перемножителя получаем сигнал

$$U_A = kI \cos \varphi,$$

где U_A – напряжение, пропорциональное активной составляющей контрольного тока; k – коэффициент пропорциональности; $\varphi = 180^\circ n/N$ – фазовый сдвиг между током в контролируемом элементе и напряжением на полюсе сети; n – число положительных полупериодов импульса, попадающих в отрезок времени (t_1, t_2) ; N – общее число положительных полупериодов импульса.

Сигнал с выхода перемножителя подается на индикатор, по показаниям которого оператор может судить о снижении сопротивления изоляции в контролируемом элементе.

Например, пусть контролируемый элемент имеет следующие параметры: $R_{из} = 40$ кОм, $C = 3$ мкФ. Тогда при частоте

контрольного переменного тока $f_{нч} = 5$ Гц в месте измерения отрезок Δt соответствует $\varphi = 75^\circ$. То есть изменение фазы составит $90^\circ - 75^\circ = 15^\circ$.

Одна из составляющих методической погрешности способа обусловлена сдвигом по фазе синусоиды высокой частоты, наполняющей импульсы тока. Фазовый сдвиг импульсов тока высокой частоты по сравнению с фазовым сдвигом контрольного переменного тока при прочих равных условиях во столько же раз меньше, во сколько $f_{вч}$ превышает частоту контрольного переменного тока $f_{нч}$. Например, при $R_{из} = 40$ кОм, $C = 3$ мкФ и частоте импульсов тока высокой частоты $f_{вч} = 800$ Гц фазовый сдвиг составит 0,10, что вносит погрешность 0,6%.

Другая составляющая погрешности обусловлена дискретностью подсчета количества импульсов высокой частоты, лежащих в области (t_1, t_2) . В логическом устройстве каждому положительному полупериоду сигналов соответствует прямоугольный импульс. Если момент перехода контрольного тока низкой частоты через ноль попадает в интервал между импульсами или находится «внутри» импульса, то погрешность определения данного момента времени зависит от длительности полупериода синусоиды высокой частоты, и погрешность определения фазы тока составляет

$$\Delta\varphi_M = \omega_{\text{нч}} \frac{T_{\text{вч}}}{2} = \frac{\pi f_{\text{нч}}}{f_{\text{вч}}}.$$

Например, при отношении $\frac{f_{\text{нч}}}{f_{\text{вч}}} = \frac{5}{800}$ погрешность $\Delta\varphi_M = 1,215^\circ$.

При определении методической погрешности метода необходимо также учесть погрешность, обусловленную переходными процессами в фильтрах. Погрешность определения момента t_2 , вносимая полосовым фильтром, определяется количеством полупериодов сигнала высокой частоты m на выходе фильтра, попадающих в область $(t_2, t_2 + 3\tau)$, где τ – постоянная времени фильтра, которая определяется следующим образом:

$$\tau = \frac{Q}{\pi f_{\text{вч}}},$$

где Q – добротность полосового фильтра.

Для исключения данной погрешности можно назначить некоторый пороговый уровень сигнала. Импульсы, имеющие амплитуду меньше заданного уровня, не учитываются при определении фазы. Если принять $Q = 3$, $f_{\text{вч}} = 800$ Гц пороговый уровень может быть принят равным 0,8 от установившегося значения сигнала высокой частоты.

Таким образом, при принятых параметрах суммарная методическая погрешность измерения активной составляющей переменного тока контролируемого элемента составляет не более 3% при снижении сопротивления его изоляции до 40 кОм и ниже.

Выводы

1. Для выявления поврежденного элемента в сети постоянного оперативного тока может быть использован предлагаемый метод, основанный на наложении на сеть наряду с синусоидальным сигналом импульсов тока высокой частоты.

2. Полученные результаты могут использоваться для практической реализации предлагаемого метода, в частности, для выбора параметров соответствующей аппаратуры.

Список литературы

1. Патент РФ № 2310211. Способ поиска элемента с пониженным сопротивлением изоляции в разветвленной электрической сети постоянного оперативного тока. Вайнштейн Р.А., Исаев И.С., Шестакова В.В., Юдин С.М., Оpub. 10.11.2007, Бюл.№31, 2007.

РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПАЛЬНОЙ СХЕМЫ УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ДВУХДВИГАТЕЛЬНЫМ АСИНХРОННЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ С ВВЕДЕННЫМИ В КАЖДУЮ ФАЗУ СТАТОРА СОПРОТИВЛЕНИЯМИ

Утегулов Болатбек Бахитжанович – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой электроэнергетики Павлодарского государственного университета им. С.Торайгырова, г. Павлодар

Марковский Вадим Павлович – к.т.н., доцент Павлодарского государственного университета им. С.Торайгырова, г. Павлодар

Исенов Султанбек Сансызбаевич – ст.преподаватель Павлодарского государственного университета им. С.Торайгырова, г. Павлодар

Бұл мақалада берілген кернеуді реттеуге және орнықты төмен жылдамдықты алуға мүмкіндік беретін кедергісі бар статордың әр фазасына енгізілген екіқозғалтқыш асинхронды электр жетегін автоматты реттейтін құрылғының қызметі сипатталған, әрі әзірленген қағидалық сұлбасы келтірілген.

В данной статье приведена разработанная принципиальная схема и описано функционирование устройства автоматического регулирования двухдвигательным асинхронным электроприводом с введенными в каждую фазу статора сопротивлениями, позволяющее регулировать задающее напряжение и получать низкие устойчивые скорости.

The report shows the developed principle design and describes functioning of the device of automatic regulation of two-motive asynchronous electric drive will placed into every phase of the stator resistors, which allows to control the preset voltage and receive low stable speed.

Регулирование скорости изменением напряжения на статоре в замкнутой системе, осуществляемое с помощью дросселей насыщения, позволяет в значительной мере увеличить плавность и расширить диапазон регулирования асинхронного электропривода. Недостатком этого способа является то, что потери скольжения при регулировании скорости рассеиваются в виде тепла в двигателе. Одним из возможных решений описанного способа, на современном этапе является использование в качестве системы управления полупроводниковых приборов – микропроцессоров. Основные требования, предъявляемые

к системе управления электроприводом, связаны с обеспечением нужных статических и динамических характеристик. Требования к статическим характеристикам – это получение нужного диапазона регулирования угловой скорости и стабильная работа на пониженных скоростях при любых моментах нагрузок. Иногда весьма желательно увеличение скорости при нагрузке, меньше номинальной. Требования к динамике – это в основном обеспечение интенсивных, но плавных переходных процессов.

Использование в качестве системы управления двухдвигательного асинхрон-

ного электропривода (ДАЭП), полупроводниковых приборов позволяет обеспечить равенство скоростей вращения или поддержание определенного соотношения между ними.

Для обеспечения автоматического регулирования задающим напряжением и получения низких устойчивых скоростей разработано устройство автоматического регулирования ДАЭП с введенными в каждую фазу статора сопротивлениями.

На рисунке 1 представлена принципиальная схема разработанного устройства автоматического регулирования ДАЭП с введенными в каждую фазу статора сопротивлениями, где в цепи статора каждого электродвигателя введено сопротивление со средним значением, параллельно которому включены сопротивление с величиной меньше среднего и сопротивление с величиной больше среднего. Последовательно сопротивлениям с меньшим и большим значениями включены тиристоры, управляющие электроды которых через оптопары подключены к выходам двунаправленных регистров сдвига. Входы последних подключены к выходам автоматической системы управления. Это позволяет с помощью сигнала-импульса от микропроцессорного средства, в случае необходимости, в соответствии с заданной программой работы системы электропривода, подключать необходимые заданные значения сопротивлений, вследствие чего, возможно регулирование подводимого к статору напряжения.

Принципиальная схема устройства автоматического регулирования ДАЭП с введенными в каждую фазу статора сопротивлениями (см. рисунок 1), содержит следующие элементы: ~ 380 В – трехфазная электрическая сеть; M1, M2 – асинхронные электродвигатели с фазным ротором; R1, R4, R7, R10, R13, R16 – сопротивления, введенные в каждую фазу

статора, со средним значением; R2, R5, R8, R11, R14, R17 – сопротивления с меньшим значением, подключенные параллельно сопротивлениям со средним значением; R3, R6, R9, R12, R15, R18 – сопротивления с большим значением, подключенные параллельно сопротивлениям со средним значением; VS1 ÷ VS12 – тиристоры, шунтирующие сопротивления в цепи статора; UZ1, UZ2 – выпрямители; L1, L3 – дроссели, сглаживающие пульсации; R19, R20 – среднее значение сопротивлений, в цепи ротора; VS13, VS14 – тиристоры, в цепи ротора; C1, C2 – конденсаторы; VS15, VS16 – вспомогательные тиристоры, в цепи ротора; L2, L4 – индуктивности, обеспечивающие колебательный перезаряд конденсатора; U_{П1}, U_{П2} – независимые источники питания конденсаторов C1, C2; VD1, VD3 – диоды служащие для прерывания колебательного разряда конденсаторов C1, C2 от источников U_{П1}, U_{П2}; R21, R22 – сопротивления, ограничивающие ток подзарядки конденсаторов C1, C2 от источников питания U_{П1}, U_{П2}; VD2, VD4 – диоды ограничивающие ток к источникам U_{П1}, U_{П2}; RG1, RG2 – двунаправленные регистры сдвига, серии ИР 24; ОПТ₁ – ОПТ₇, ОПТ₈ – ОПТ₁₄ – оптопары, служащие гальванической развязкой между силовой цепью M1, M2 и микроконтроллером; ТА1 ÷ ТА6 – датчики тока статора, на основе трансформаторов тока; ТС1, ТС2 – датчики скорости, на основе датчиков напряжения; ATmega48 – микроконтроллер фирмы Atmel Corporation; HD 44780 – жидкокристаллический экран; "+", "-", "ON/OFF" – кнопки управления.

В нормальном режиме напряжение сети через среднее значение сопротивлений, расположенных в цепи статоров, подается к электродвигателям. Для того чтобы реализовать плавное регулирование и необходимый уровень напряжения, параллельно сопротивлениям со сред-

ним значением, введены сопротивления с большим значением и сопротивления с меньшим значением по отношению к среднему значению сопротивления. По мере того как система электропривода начинает раскручиваться, сигналы с датчиков тока статора и датчиков ротора, поступают в автоматическую систему управления, текущие значения преобразовываются в цифровой вид. Если скорости вращения ДАЭП становятся больше или меньше допустимого значения, микропроцессорная система управления в

соответствии с заданной программой, начинает посылать сигнал-импульс, который открывает необходимые тиристоры, шунтирующие параллельно подсоединенные сопротивления. За счет этого, на основе выражения, при котором среднее значение сопротивления при параллельном соединении, сначала умножаются и делятся на сумму, на основе полученного результата к двигателю подается необходимое питающее напряжение, за счет чего обеспечивается плавный пуск и стабилизация напряжения.

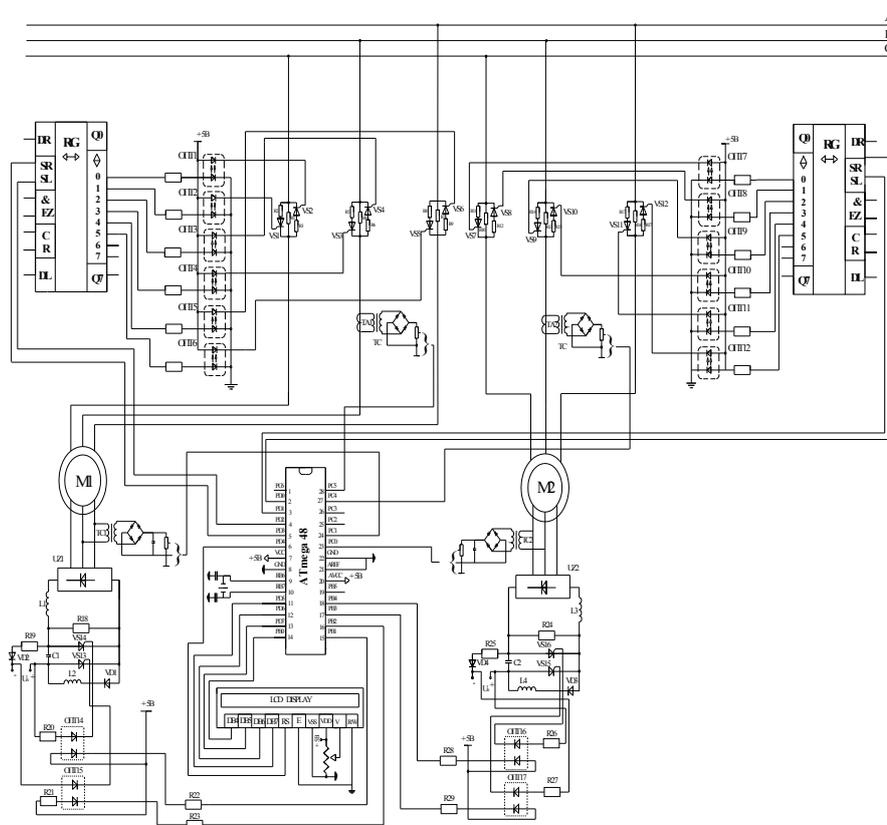


Рисунок 1 – Принципиальная схема устройства автоматического регулирования двухдвигательным асинхронным электроприводом с введенными в каждую фазу статора сопротивлениями

Устройство, принципиальная схема которого изображена на рисунке 1, работает следующим образом.

1.1) Работа двигателя М1, входящего в систему ДАЭП, в пределах по току статора $I_{11\text{CP}}$ и по скорости вращения $W_{11\text{CP}}$ соответствуют нормальным режимам работы ДАЭП. Задающее

напряжение проходит через среднее значение сопротивлений $R_{1\text{CP}}$, $R_{4\text{CP}}$, $R_{7\text{CP}}$ введенных в каждую фазу статора, электродвигатели вращаются согласованно. Автоматическая система регулирования, в соответствии с программой работает в режиме диагностики и выдает на дисплей

сигнал о заданном режиме работы ДАЭП;

- 1.2) При работе ДАЭП в областях по минимуму для двигателя М1, регулирование микропроцессорным средством системы электропривода, с помощью введенных в цепь статора сопротивлений со значениями меньше среднего, последовательно которым подключены тиристоры, управляющие электроды которых подключены к двунаправленному регистру сдвига РС1, происходит следующим образом: текущие значения тока статора и скорости вращения, поступают в автоматическую систему, которая преобразовав и обработав информацию сравнивает результаты с заданной программой работы и если скорость вращения отклоняется по минимуму, то в цепь статора электродвигателя М1, с помощью двунаправленного регистра сдвига РС1, который получив сигнал от микропроцессорного средства, открывает тиристоры, шунтирующие сопротивление с меньшими значениями, за счет чего вводятся значения сопротивлений R2, R5, R8 на заданный период времени, вследствие чего выполняются выражения:

$$R_{\text{ЭКВ MIN11}} = \frac{R_{1\text{CP}} \cdot R_{2\text{MIN}}}{R_{1\text{CP}} + R_{2\text{MIN}}}; \quad (1)$$

$$R_{\text{ЭКВ MIN12}} = \frac{R_{4\text{CP}} \cdot R_{5\text{MIN}}}{R_{4\text{CP}} + R_{5\text{MIN}}}; \quad (2)$$

$$R_{\text{ЭКВ MIN13}} = \frac{R_{7\text{CP}} \cdot R_{8\text{MIN}}}{R_{7\text{CP}} + R_{8\text{MIN}}}. \quad (3)$$

- 1.3) При работе ДАЭП в областях по максимуму для двигателя М1, управление автоматическим устройством системы электропривода, с помощью введенных в цепь статора сопротивлений со значениями больше среднего, последовательно которым подключены тиристоры, управляю-

щие электроды которых подключены к двунаправленному регистру сдвига РС1, происходит следующим образом: параметры тока статора и скорости вращения поступают в микропроцессорную систему управления, где данные кодируются в двоичный вид обрабатываются и сравниваются с программой работы и, если скорость вращения превышает заданные значения, то в цепь статора электродвигателя М1, с помощью двунаправленного регистра сдвига РС1, который получив сигнал от микропроцессорного средства, открывает тиристоры, шунтирующие сопротивление с большими значениями, за счет чего вводятся значения сопротивлений R3, R6, R9, на заданный период времени, вследствие чего выполняются выражения:

$$R_{\text{ЭКВ MAX11}} = \frac{R_{1\text{CP}} \cdot R_{3\text{MAX}}}{R_{1\text{CP}} + R_{3\text{MAX}}}; \quad (4)$$

$$R_{\text{ЭКВ MAX12}} = \frac{R_{4\text{CP}} \cdot R_{6\text{MAX}}}{R_{4\text{CP}} + R_{6\text{MAX}}}; \quad (5)$$

$$R_{\text{ЭКВ MAX13}} = \frac{R_{7\text{CP}} \cdot R_{9\text{MAX}}}{R_{7\text{CP}} + R_{9\text{MAX}}}. \quad (6)$$

- 2.1) Работа двигателя М2, входящего в систему ДАЭП, в пределах по току статора $I_{12\text{CP}}$ и по скорости вращения $W_{12\text{CP}}$, соответствуют нормальным режимам работы ДАЭП, задающее напряжение проходит через среднее значение сопротивлений $R_{10\text{CP}}$, $R_{13\text{CP}}$, $R_{16\text{CP}}$ введенных в каждую фазу статора, электродвигатели вращаются согласованно. Автоматическая система регулирования, в соответствии с программой работает в режиме диагностики и выдает на дисплей сигнал о заданном режиме работы ДАЭП;

- 2.2) При работе ДАЭП в областях по минимуму для двигателя М2, регулирование микропроцессорным

средством системы электропривода, с помощью введенных в цепь статора сопротивлений со значениями меньше среднего, последовательно которым подключены тиристоры, управляющие электродами которых подключены к двунаправленному регистру сдвига РС2, происходит следующим образом: текущая информация о значениях тока статора и скорости вращения поступает в микропроцессорную систему управления, которая преобразовав и обработав данные сравнивает результаты с заложенными данными и, если скорость отклоняется по минимуму, то в цепь статора электродвигателя М2, с помощью двунаправленного регистра сдвига РС2, который получив сигнал от автоматической системы управления, открывает тиристоры, шунтирующие сопротивления с меньшими значениями, за счет чего вводится значения сопротивлений R11, R14, R17, на заданный период времени, вследствие чего выполняются выражения:

$$R_{\text{ЭКВ MIN21}} = \frac{R_{10 \text{ CP}} \cdot R_{11 \text{ MIN}}}{R_{10 \text{ CP}} + R_{11 \text{ MIN}}}; \quad (7)$$

$$R_{\text{ЭКВ MIN22}} = \frac{R_{13 \text{ CP}} \cdot R_{14 \text{ MIN}}}{R_{13 \text{ CP}} + R_{14 \text{ MIN}}}; \quad (8)$$

$$R_{\text{ЭКВ MIN23}} = \frac{R_{16 \text{ CP}} \cdot R_{17 \text{ MIN}}}{R_{16 \text{ CP}} + R_{17 \text{ MIN}}}. \quad (9)$$

2.3) При работе ДАЭП в областях по максимуму для двигателя М2, регулирование микропроцессорным средством системы электропривода, с помощью введенных в цепь статора сопротивлений со значениями больше среднего, последовательно

которым подключены тиристоры, управляющие электродами которых подключены к двунаправленному регистру сдвига РС2, происходит следующим образом: параметры тока статора и скорости вращения поступают в микропроцессорную систему управления, где данные кодируются в двоичный вид обрабатываются и сравниваются с программой работы и если скорость вращения превышает заданные значения, то в цепь статора электродвигателя М2, с помощью двунаправленного регистра сдвига РС2, который получив сигнал от микропроцессорного средства, открывает тиристоры, шунтирующие сопротивления с большими значениями, за счет чего вводятся значения сопротивлений R12, R15, R18, на заданный период времени, вследствие чего выполняются выражения:

$$R_{\text{ЭКВ MAX21}} = \frac{R_{10 \text{ CP}} \cdot R_{12 \text{ MAX}}}{R_{10 \text{ CP}} + R_{12 \text{ MAX}}}; \quad (10)$$

$$R_{\text{ЭКВ MAX22}} = \frac{R_{13 \text{ CP}} \cdot R_{15 \text{ MAX}}}{R_{13 \text{ CP}} + R_{15 \text{ MAX}}}; \quad (11)$$

$$R_{\text{ЭКВ MAX23}} = \frac{R_{16 \text{ CP}} \cdot R_{18 \text{ MAX}}}{R_{16 \text{ CP}} + R_{18 \text{ MAX}}}. \quad (12)$$

Вывод

Разработанное устройство автоматического регулирования скорости двухдвигательного асинхронного электропривода с введенными в каждую фазу статора сопротивлениями с использованием в качестве системы управления микропроцессорного средства, позволяет обеспечить согласованное вращение электродвигателей.

ИННОВАЦИОННЫЙ СПОСОБ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ ВЕТРА КАК ОСНОВА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ВЕТРОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ УСТАНОВОК НОВОГО ТИПА

Петрова Евгения Викторовна – инженер по метрологии и стандартизации высшей категории Восточно-Казахстанского Государственного технического университета им. Д. Серикбаева, г. Усть-Каменогорск

Бекбаев Амангельды Бекбаевич - д.т.н., профессор Казахского национального технического университета им. К. Сатпаева, г. Алматы

Петров Валерий Александрович - д.ф.-м.н., профессор, технический директор ТОО «Power Line», г. Усть-Каменогорск

Жел энергиясын пайдалану коэффициентін артыру мақсатында қанатты (пропеллер) түрдегі жел-электрлік қондырғыларға арналған жел энергиясын пайдаланудың жаңа тәсілі қарастырылып және негізделген. Әзірленген техникалық шешімдердің негізінде жаңа типті жел-электрлік қондырғыларда пайдалану үшін жаңа құрылғы ұсынылған.

Рассматривается и обосновывается новый способ использования ветровой энергии для ветроэлектрических установок крыльчатого (пропеллерного) типа с целью повышения коэффициента использования ветровой энергии. На основе разработанных технических решений предложены устройства для использования в ветроэлектрических установках нового типа

This article is described the new method by increasing coefficient of use the energy of wind in wind electrical generator. On the basis of the developed technical decisions is elaborated the some models of installations of new type in wind energetic sphere

Основным недостатком ветроэлектрических установок (ВЭУ) крыльчатого (пропеллерного) типа является их низкая производительность при скоростях ветра менее 6 м/с, что ограничивает область их использования на большей части территории Казахстана, относящейся к зонам со слабыми ветрами. При этом потребность в них достаточна, велика – только на территории Восточно-Казахстанской области 38 населенных пунктов с общей численностью населения 1583 человека не имеют постоянного энергоснабжения, и использование возобновляемых источников энергии могло бы решить эту проблему.

Использование энергии ветра в установках вышеуказанного типа описывается формулой мощности, выделяемой ВЭУ /1/:

$$P = \frac{1}{2} \rho \frac{1}{4} \pi D^2 C_p V^3 \eta_r \eta_g \quad (\text{Вт}), \quad (1)$$

где $\rho=1,22 \text{ кг/м}^3$ - плотность воздуха; D – диаметр ветрового колеса (м); V – скорость ветра (м/сек); η_g - коэффициент полезного действия электрического генератора; η_r - коэффициент полезного действия редуктора (мультипликатора); C_p - коэффициент использования ветра (в настоящий момент принято считать равным 0,4-0,45), причем значения скорости ветра (кубическая зависимость) и диаметра ветрового колеса (квадратичная

зависимость) являются факторами, оказывающими максимальное влияние на величину выделяемой мощности.

Обычно ВЭУ имеют две-три лопасти, и увеличение диаметра ветровых колес приводит к усложнению конструкций и удорожанию всего ветроэлектрического комплекса. Использование редукторов также практически не оправдано. Единственно перспективным способом более полного использования энергии ветра, но нашему мнению, является увеличение коэффициента использования энергии ветра C_p .

В теоретических работах по ветроэнергетике [2,3] для идеального ветряка крыльчатого типа коэффициент использования энергии ветра определен как

0,593 /2/ и 0,687/3/. На практике все выпускаемые в настоящий момент ВЭУ крыльчатого типа имеют значение C_p ниже 0,4, из чего следует, что более половины энергии начального ветрового потока уносится воздушным потоком, распространяющимся за ветровым колесом, что подтверждает актуальность изучения поля скоростей за ветровым колесом с целью поиска путей повышения коэффициента использования ветровой энергии.

Результаты экспериментов, приведенные на рисунке 1, показывают, что при попадании на ветровое колесо ветрового потока со скоростью V_a , за ним распространяется воздушный поток со скоростью V_b .

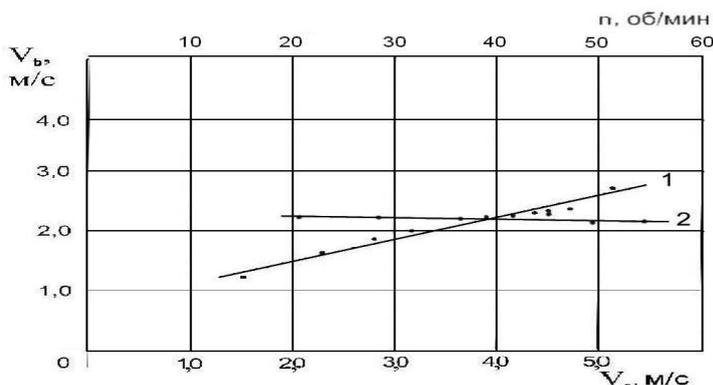


Рисунок 1 - Скоростные характеристики ветровых потоков перед ветровым колесом и за ним. Диаметр ветрового колеса 0,74 м

Зависимость между скоростями падающего V_a и проходящего V_b воздушными потоками показана точками, которые могут быть экстраполированы линией 1 на рисунке 1. Кроме того, если на ветровое колесо падает воздушный поток постоянной скорости (здесь - $V_a = 3,4$ м/с), то скорость воздушного потока за ветровым колесом V_b практически не зависит от частоты вращения n ветрового колеса (линия 2 на рисунке 1, частоту вращения ветрового колеса меняли путем его принудительного торможения). Представленные на рисунке 1 результаты подтверждают наличие достаточной по величине

скорости уходящего за ветровым колесом воздушного потока и демонстрируют её зависимость от скорости набегающего потока и независимость от частоты вращения ветрового колеса.

Кроме того, ранее теоретически [3] и экспериментально [4] подтверждено наличие соленоида вращения воздушного потока за ветровым колесом. По теории Сабинина Г.Х. [4] за ветровым колесом существует вихревой соленоид вращения, причем скорости, вызванные этим соленоидом направлены в обратную сторону падающего ветрового потока, т.е. за ветровым колесом воздушный поток за-

кручивается в противоположную от направления вращения самого колеса статору.

С целью подтверждения данного явления был проведен следующий эксперимент (см.таблицу 1).

Таблица 1 – Влияние типа второго ветрового колеса на его частоту вращения

V_a , м/с	V_b , м/с	n_0 , об/мин (при V_b)	n_1 , об/мин	n_2 , об/мин	$n_2 - n_0$, об/мин	$n_1 - n_0$, об/мин	$n_2 - n_1$, об/мин
3,6	2,1	37,5	35,8	39,3	1,8	-1,7	3,5
2,7	1,7	33,1	31,6	34,6	1,5	-1,5	3,0
1,8	1,2	31,8	30,7	33,0	1,2	-1,1	2,3

За первым ветровым колесом помещали второе колесо двух типов: в первом случае второе колесо могло вращаться в ту же сторону, что и первое, а во втором случае – в противоположную (в этом случае лопасти второго ветрового колеса были повернуты на прямой угол относительно лопастей первого ветрового колеса). Определяли частоту вращения второго ветрового колеса, скорость набегающего на первое ветровое колесо воздушного потока и скорость за ним (поддерживались постоянными).

Установлено, что в случае вращения ветрового колеса второго типа против направления вращения первого ветрового колеса его частота вращения (n_2) была больше частоты вращения (n_1) ветрового колеса первого типа, когда оно вращалось в ту же сторону, что и первое. Приращение частоты вращения во втором случае ($n_2 - n_0$) и убыль частоты вращения ($n_1 - n_0$) в первом подтверждают наличие за ветровым колесом соленоида вращения, вращающего поток воздуха в противоположную вращению первого ветрового колеса сторону.

Абсолютное приращение частоты вращения второго типа ветрового колеса по сравнению с ветровым колесом первого типа ($n_2 - n_1$) составляет заметную величину.

Таким образом, более полное использование энергии ветрового потока, па-

дающего на ВЭУ, возможно при помещении за первым ветровым колесом второго колеса, лопасти которого повернуты на прямой угол по отношению к лопастям первого. На основании этого разработан инновационный способ использования энергии ветра, который в настоящий момент проходит стадию патентования как изобретение.

Суть разработанного способа проиллюстрирована на рисунке 2.

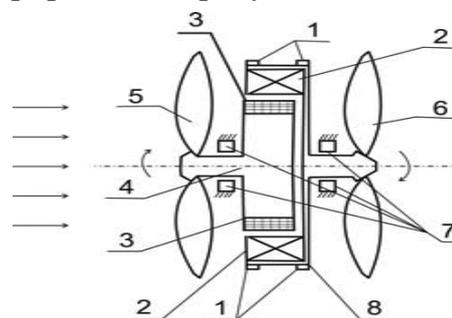


Рисунок 2 – Иллюстрация инновационного способа использования энергии ветра

Направление падающего ветрового потока показано стрелками слева направо. Поток попадает на ветровое колесо 5 ротора 4, который вращается в подшипниках 7. По краям диска ротора закреплены постоянные магниты 3, которые возбуждают в катушках 2 статора 8 э.д.с. Напряжение с катушек статора снимается с контактов 1 (на рисунке 2 контактные щетки не показаны). Статор 8 также может вращаться в подшипниках 7.

После прохождения ветровым потоком ветрового колеса 5 ротора 4 поток попадает на второе ветровое колесо 6 статора 8, лопасти которого повернуты на прямой угол по отношению к лопастям ветрового колеса 5 ротора. Благодаря этому ветровое колесо 6, жестко закрепленное на оси статора 8, заставляет его вращаться в противоположную сторону по отношению к ротору. Взаимное вращение ротора и статора в противоположные стороны приводит к возрастанию относительной скорости ротора по отношению к статору. Так как э.д.с. генератора, выполненного на постоянных магнитах, пропорциональна угловой скорости вращения ротора, то взаимное противоположное вращение ротора и статора приводит к существенному увеличению э.д.с. Частота враще-

ния ($n_{ст}$) ветрового колеса статора становится заметной по сравнению с частотой вращения (n_p) ротора по причине наличия ветрового потока, действующего за ветровым колесом ротора V_v и за счет наличия соленоида вращения, способствующего вращению ветрового колеса статора. Проверку способа осуществляли при разных величинах набегающего воздушного потока V_a . Диаметр обоих ветровых колес - 0,74 м. Ветровые колеса ротора и статора вращались в разные стороны, при этом ветровой поток попадал сначала на ветровое колесо ротора, а затем на ветровое колесо статора, находящееся за ним с другой стороны генератора.

Результаты проверки предлагаемого способа использования энергии ветра приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты проверки инновационного способа использования энергии ветра

V_a , м/с	V_v , м/с	n_p , об/мин	$n_{ст}$, об/мин	$n_{отн} = n_p + n_{ст}$, об/мин	$n_{отн}/n_p$
5,0	3,3	56,3	51,7	108,0	1,92
4,0	2,7	53,5	49,9	103,4	1,93
3,4	2,3	47,4	45,0	92,4	1,94
2,5	1,7	42,5	40,4	82,9	1,95
1,5	1,2	39,1	38,0	77,1	1,97

Результатом использования предлагаемого способа является увеличение частоты вращения ротора относительно статора $n_{отн} = n_p + n_{ст}$, которое, фактически, является суммой их частот вращения. Отношение $n_{отн}/n_p$ показывает во сколько раз увеличивается относительная скорость ротора в предлагаемом способе по сравнению с ранее используемыми. Возрастающие значения э.д.с. электрического генератора, прямо пропорциональной угловой скорости вращения ротора по отношению к статору, подтверждают, что с использованием предлагаемого способа достигается увеличение коэффициента использования ветровой энергии (в дан-

ном случае, примерно в 1,9 раза по сравнению с известными способами).

С использованием данного способа разработана ВЭУ, которая в настоящий момент находится в стадии патентования как изобретение.

Известно, что использование щеточных генераторов электрического тока в ВЭУ не перспективно ввиду наличия скользящих электрических контактов, которые ухудшают их надежность и требуют постоянного технического обслуживания. Современные производители ВЭУ используют генераторы на постоянных магнитах (PMG). Для ВЭУ, в основе которой применяется патен-

туемый способ использования энергии ветра, нами разработан генератор безщеточного исполнения, который (три варианта) содержит неподвижно установленный статор с системой катушек и два ротора, независимо вращающиеся под действием воздушного потока в разные стороны, с закрепленными постоянными магнитами, которые возбуждают э.д.с. в соответствующих катушках статора. Генератор может быть устроен по аксиальному (один ротор вращается внутри статора, а другой - снаружи) типу. Таким образом, каждое из ветровых колес, жестко закрепленное на своем роторе, вращает их, а на статоре с каждой из систем катушек, относящихся к каждому из роторов, снимается напряжение, которые накапливаются в системах аккумуляторов. В генераторе цилиндрического типа роторы располагаются с обеих сторон статора (слева и справа) и также своими магнитами возбуждают в соответствующих катушках э.д.с. В генераторе аксиально-цилиндрического типа один из роторов может вращаться внутри статора, а второй сбоку снаружи. Во всех типах генератора достигаются большие величины действующих напряжений по сравнению со случаем, когда один ротор возбуждает в статоре э.д.с. (традиционная конструкция электрического генератора для ВЭУ).

Выводы

1. Предложен инновационный способ использования энергии ветра, заключающийся в использовании не только энергии ветрового потока, падающего на ветровое колесо, но и ветрового потока за ним, причем доказано, что это может быть осуществлено с помощью второго ветрового колеса, расположенного прямо за первым. Лопасти второго ветрового колеса должны быть повернуты по отношению к лопастям первого ветрового колеса на прямой угол.

2. На основе инновационного способа использования энергии ветра разработана ВЭУ нового типа и генератор трех типов. Новые устройства, созданные с использованием инновационного способа, проходят стадию патентования в РК и в ее международной фазе по системе РСТ.

Список литературы

1. Безруких П.П., Безруких (мл.) П.П. Что может дать энергия ветра. Ответы на 33 вопроса. – М.: 2002, 38 с.
2. Жуковский Н.Е.. Ветряная мельница НЕЖ. – Полное собрание сочинений Н.Е.Жуковского, т.6, 1937.
3. Сабинин Г.Х. Теория идеального ветряка. – Труды ЦАГИ, вып.32, 1927.
4. Сабинин Г.Х. Экспериментальная проверка теории ветряных двигателей. – «Труды Центрального института экспериментальной гидрологии и метеорологии», вып.1 (43), 1943.

О СПЕКТРАЛЬНОМ СОСТАВЕ ТОКОВ НУЛЕВОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ПРИ ПЕРЕМЕЖАЮЩИХСЯ ЗАМЫКАНИЯХ В СЕТЯХ С КОМПЕНСАЦИЕЙ ЕМКОСТНОГО ТОКА

Пашковский Сергей Николаевич – аспирант кафедры электрических станций Электротехнического института Томского политехнического университета, г.Томск, Россия

Сыйымдылықтық тоқты қарымталайтын электрқондырғыларда доғалық түйықталуларды кезектестірген кезде нөлдік тізбектілік токтарының амплитудалық-жиіліктік спектрлерін талдаудың негізінде өндірістіктен төмен жиілігі бар гармоникалар амплитудалары ақаулы элементінде өндірістіктен жоғары жиілігі бар гармоникалар амплитудасынан үлкен, ал ақаулары жоқ элементінде керісінше болады.

На основе анализа амплитудно-частотных спектров токов нулевой последовательности при перемежающихся дуговых замыканиях в электроустановках с компенсацией емкостного тока установлено, что амплитуды гармоник, с частотой ниже промышленной, в поврежденном элементе больше амплитуд гармоник с частотой выше промышленной, а в неповрежденном элементе наоборот.

According to the analysis of amplitude-frequency spectrum of zero sequence currents at alternating short circuits in electrical installations with capacitive current compensation, it is proved that amplitudes of harmonics with lower industrial frequency in the damaged element there are more amplitudes of harmonics with larger industrial frequency and in the intact element on the contrary. The given characteristics remains unchanged at the change of detuning compensation, breakdown voltage and arc starvation moment

При разработке и выборе параметров устройств защиты от замыканий на землю в сетях с компенсацией емкостного тока необходимо учитывать, что значительную долю всех замыканий составляют дуговые перемежающиеся замыкания.

При дуговом перемежающемся замыкании имеют место следующие друг за другом стадии горения дуги и стадия стекания избыточных зарядов с емкостей

фаз сети через дугогасящий реактор. Ток первой стадии содержит ток разряда емкости поврежденной фазы и токи дозаряда емкостей неповрежденных фаз. Пути и направления протекания токов разряда, дозаряда и токов стекания избыточных зарядов различны и показаны на рисунке 1. Это обстоятельство необходимо учитывать при определении частотных спектров тока в поврежденных и неповрежденных элементах.

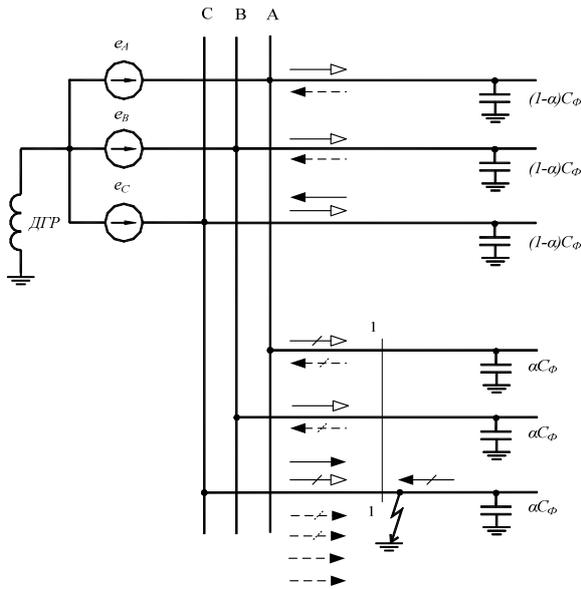


Рисунок 1 - Токи обусловленные изменением зарядов фаз сети при дуговом замыкании: $\text{---}\blacktriangleright$, $\text{---}\blacktriangleright$ - токи разряда; $\text{---}\blacktriangleright$, $\text{---}\blacktriangleright$ - токи дозаряда; $\text{---}\blacktriangleright$, $\text{---}\blacktriangleright$ - токи стекания избыточных зарядов емкостей фаз после обрыва дуги соответственно в поврежденной и неповрежденной линиях

Примем, что ток разряда затухает апериодически, а ток дозаряда имеют колебательный характер. Ток стекания избыточных зарядов в сети с компенсацией емкостного тока имеет вид затухающих колебаний с частотой, близкой к промышленной. В соответствии с этим, выражения для токов различных стадий дугового замыкания примем в виде:

Ток разряда:

$$i_p = K_{II} \cdot \frac{U_{np} \cdot \omega_p^2 \cdot C_\phi}{\alpha_1 - \alpha_2} \times [e^{-\alpha_1 t} - e^{-\alpha_2 t}], \quad (1)$$

Ток дозаряда:

$$i_\delta = K_{II} \cdot \frac{2 \cdot U_{np} \cdot \omega_\delta^2 \cdot C_\phi}{\sqrt{\omega_\delta^2 - \delta^2}} \cdot e^{-\delta t} \times \sin\left[\left(\sqrt{\omega_\delta^2 - \delta^2}\right) \cdot t\right], \quad (2)$$

Ток стекания:

$$i_{cm} = K_{II} \cdot U_{NT} \cdot e^{-\frac{d}{2} \omega t} \times 3 \cdot C_\phi \cdot \omega_{cm} \cdot \sin(\omega_{cm} \cdot (t - t_2)), \quad (3)$$

где C_ϕ - суммарная емкость фазы сети относительно земли;

$\alpha_1, \alpha_2, \omega_p$ - корни характеристического уравнения и резонансная частота

контура разряда емкости поврежденной фазы;

ω_δ, δ - резонансная частота и коэффициент затухания контуров дозаряда емкостей неповрежденных фаз;

$U_{\phi m}$ - амплитуда фазного напряжения сети;

t_2 - момент гашения дуги;

U_{np} - пробивное напряжение в месте замыкания;

U_{NT} - напряжение нулевой последовательности в момент гашения дуги;

K_{II} - коэффициент, определяющий долю тока, протекающего в месте установки защиты (сечение 1-1).

При замыкании на защищаемой линии $K_{II} = 1 - C_{Л*}$, а при замыкании в сети (на других линиях) $K_{II} = C_{Л*}$.

$C_{Л*}$ - доля емкости защищаемой линии от всей сети.

Кроме этого, как следует из рисунка 1, на поврежденной линии все токи суммируются, а на неповрежденной ток стекания по направлению противоположен токам при горении дуги. Для дальнейшего анализа существенно, что частота тока разряда в сотни раз, а частота тока дозаряда в десятки раз больше промышленной частоты.

Примем одну из возможных реализаций дугового замыкания, когда дуга гаснет при первом прохождении дозарядного тока через ноль, а период следования разнополярных пробоев составляет $T_{np} = 0,1$ с. Суммарный емкостной ток сети 50 А, $C_{Л*} = 0,2$.

На рисунке 2 представлены амплитудно-частотные спектры, порождаемые разрядной и дозарядной стадиями токов в поврежденной и неповрежденной линии, полученные аналитическим вычислением амплитуд гармонических составляющих. Эти спектры практически равномерны. Это объясняется тем, что длительность протекания тока замыка-

ния значительно меньше периода гармоники с наибольшей частотой. При таких условиях амплитуды гармоник от разрядной и дозарядной стадий можно также с достаточной точностью определять не по

формулам ряда Фурье, а как среднее значение интеграла токов за половину периода первой гармоники. Спектры этих составляющих, как видно, не несут в себе качественных признаков для выявления поврежденной линии.

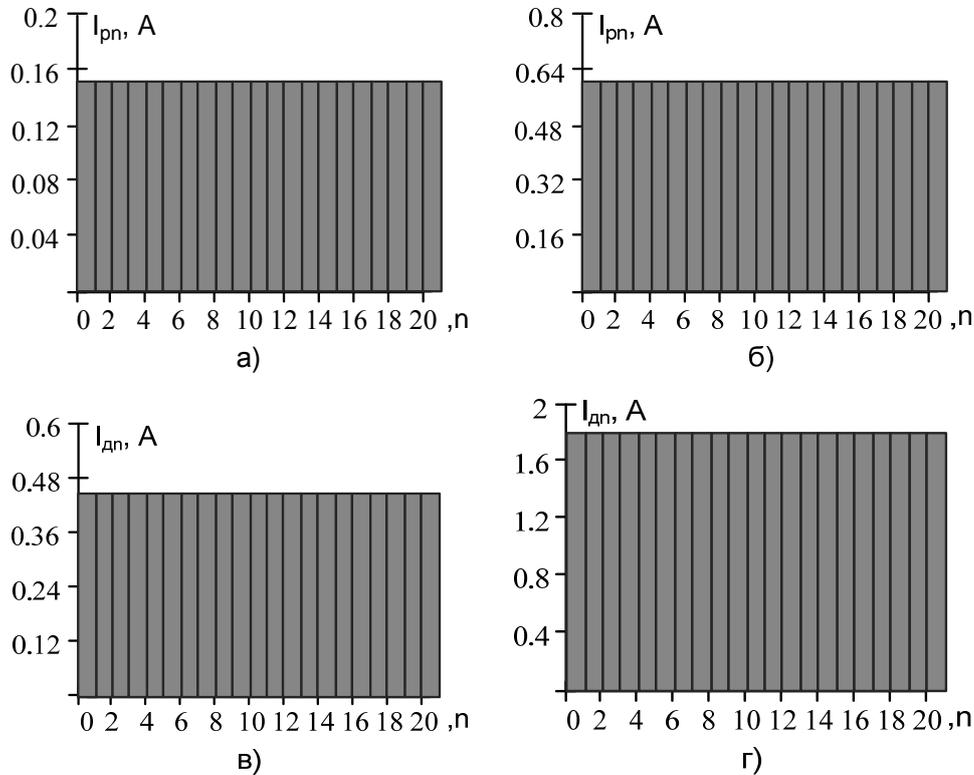


Рисунок 2 - Амплитудно-частотные спектры порождаемые токами разряда и дозаряда: а, в – неповрежденной линии; б, г – поврежденной линии

Существенное различие результирующих спектров проявляется при учете токов стекания и главным образом, при учете взаимно противоположного направления токов различных стадий в поврежденной и неповрежденной линиях

На рисунке 3 приведены результирующие амплитудно-частотные спектры в поврежденной и неповрежденной линиях с учетом токов всех стадий дугового замыкания.

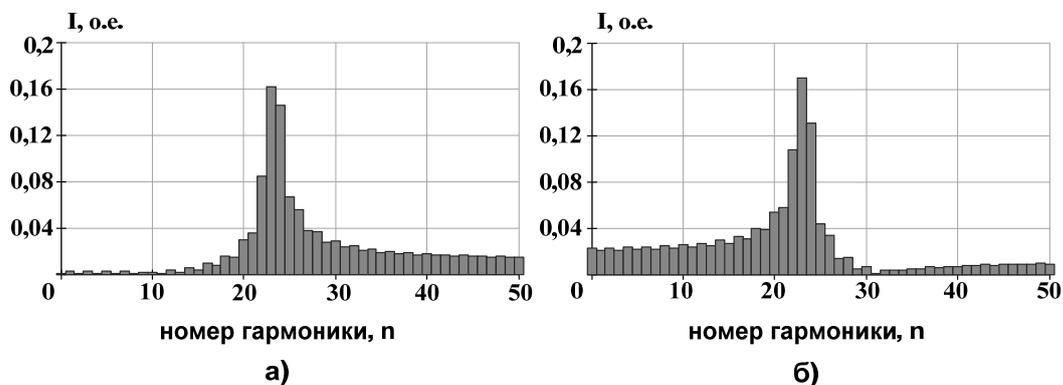


Рисунок 3 - Результирующие амплитудно-частотные спектры: а – неповрежденной линии; б – поврежденной линии

Эти спектры содержат качественный признак поврежденной линии, заключающийся в том, что в поврежденной линии амплитуды гармоник с частотой ниже промышленной больше амплитуд гармоник с частотой больше промышленной, а на неповрежденной линии наоборот.

Полученные аналитически спектры токов нулевой последовательности хорошо совпадают с результатами моделирования на базе программы Matlab с использованием модели перемежающегося дугового замыкания, описанной в /1/, при условиях моделирования близких к расчетным (см.рисунок 4).

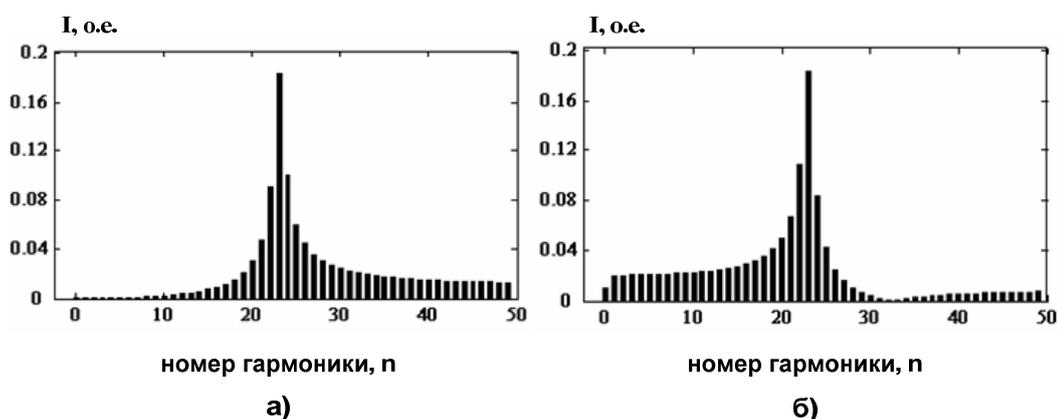


Рисунок 4 – Амплитудно-частотные спектры, полученные при моделировании в программе Matlab: а – неповрежденной линии; б – поврежденной линии

Список литературы

1. Пашковский С.Н., Понамарев Е.А. Моделирование процессов в электриче-

ских сетях при перемежающихся дуговых замыканиях. - Томск: ТПУ, 2007, Деп. в ВИНТИ 28.09.2007 № 927-В2007, 20с.

МИКРОПРОЦЕССОРНОЕ УПРАВЛЕНИЕ СИСТЕМЫ «СОЛНЕЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ–ИНВЕРТОР–НАГРУЗКА»

Исембергенов Налик Турегалиевич – д.т.н., профессор Казахского национального технического университета им. К.И.Сатпаева, г.Алматы

Токтабаев Серик Мусаевич – к.т.н., доцент Казахского национального технического университета им. К.И.Сатпаева, г.Алматы

Илипбаева Ляззат Болатовна – ст.преподаватель Казахского национального технического университета им. К.И.Сатпаева, г.Алматы

Фогель Александр Алексеевич – инженер Казахского национального технического университета им. К.И.Сатпаева, г.Алматы

Бұл жұмыста күн сәулесін айнымалы электроэнергиясына түрлендірудің бірфазалы көп қадамды түрледіргішті микропроцессор арқылы басқару жүйесі келтірілген. Эксперименталық құрылғы ретінде өңделген бір фазалы үш сатылы күн сәулесі түрлендіргішінің шығысында алынған нәтижесі келтірілген.

В данной статье предлагается система микропроцессорного управления однофазным многоступенчатым инвертором для преобразования солнечной энергии в электроэнергию переменного напряжения промышленной частоты. Приведены выходные данные, полученные на выходе экспериментального устройства трехступенчатого солнечного преобразователя.

In this article the microprocessor control system of the single-phase multistage inverter for transformation of a solar energy to the electric power of a variable voltage of industrial frequency is considered. The target data received on an output of the experimental device of the three-stage solar converter are resulted.

В настоящее время при проектировании систем и устройств широко используются микроконтроллеры, которые позволяют получить оптимальные результаты в процессе моделирования и разработки преобразователей солнечной энергии.

При разработке устройства использована структурная схема однофазного многоступенчатого солнечного преобразователя, которая описана в работах /1/, /2/. Преобразование солнечной энергии в электроэнергию переменного тока осуществляется путем ступенчатого соединения солнечного модуля к инвертору на

транзисторах. Переключения транзисторов инвертора в определенные моменты времени дают возможность на нагрузке получить кривую напряжения близкой к синусоидальной. По этой схеме была разработана и изготовлена экспериментальное устройство микроконтроллерного управления однофазным многоступенчатым инвертором для преобразования солнечной энергии в электроэнергию переменного тока промышленной частоты. Структурная схема устройства управления однофазным трехступенчатым инвертором приведена на рисунке 1.

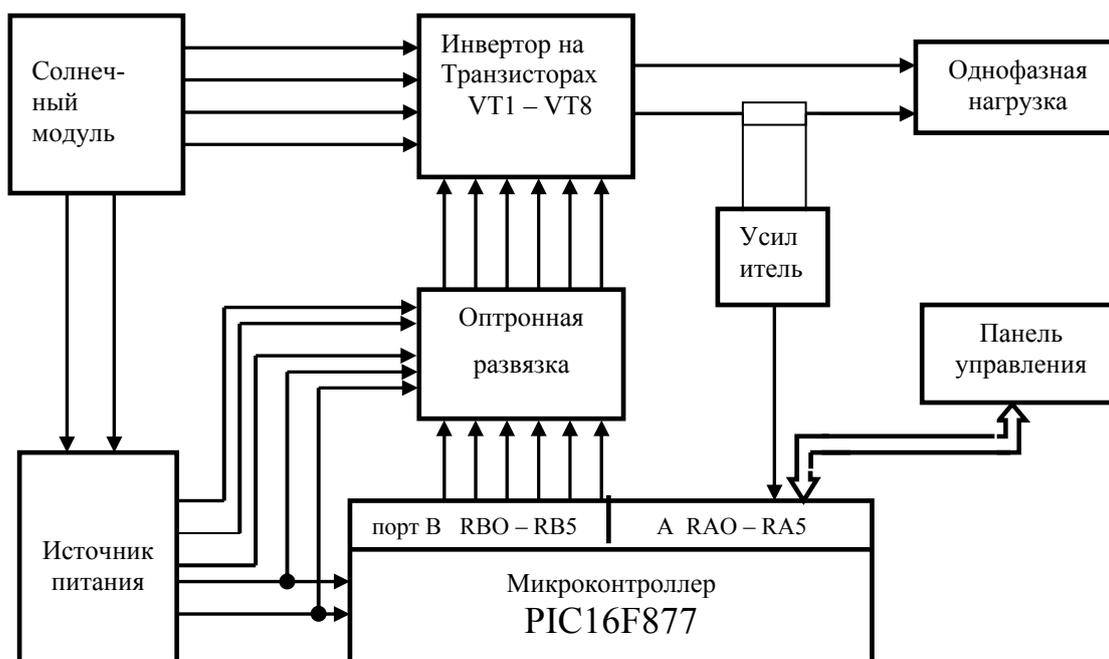


Рисунок 1– Структурная схема микропроцессорного управления

Представленная структурная схема состоит из источника питания, солнечного модуля, инвертора, оптронной развязки, датчика тока, нормирующего усилителя, микроконтроллера, панели управления и однофазной нагрузки. Источник питания вырабатывает стабилизированные напряжения +5В, +15В(1÷3), необходимые для работы микроконтроллера и схемы оптронной развязки. Панель управления предназначена для управления преобразователем в ручном режиме.

Солнечный модуль собран из последовательно и параллельно соединенных солнечных элементов по ступенчатой структуре. Формирование многоступенчатой формы напряжения осуществляется путем последовательно-параллельного соединения солнечных элементов на несколько ступеней с различными уровнями напряжения. Инвертор на транзисторах собран по структуре, где первая ступень по мостовой, а вторая и третья по полумостовым схемам. Каждая ступень напряжения солнечного модуля соединяется соответственно к ступеням

инвертора. Мостовая схема состоит из четырех, а полумостовые из двух транзисторов. В определенные моменты времени на каждой ступени необходимо коммутировать пару транзисторов для формирования положительной и отрицательной полуволны синусоидального напряжения. Режим коммутации транзисторов организован так, чтобы исключить короткое замыкание источников напряжения.

Микроконтроллер формирует управляющие сигналы коммутации транзисторов, по алгоритму управления. Введем логическую переменную S_i такую, что

$$S_i = \begin{cases} 0, & \text{если } i\text{-й транзистор разомкнут} \\ 1, & \text{если } i\text{-й транзистор замкнут} \end{cases}$$

Тогда в любой момент времени должно выполняться равенство

$$S_1 S_2 = 0, S_2 S_4 = 0, S_1 S_5 = 0, S_5 S_6 = 0, S_7 S_8 = 0, S_9 S_{10} = 0, S_{11} S_{12} = 0,$$

Для получения напряжения на нагрузке необходимо замыкание диагонально расположенных транзисторов 1 и 4, либо 2 и 3, 5 и 4, либо 6 и 2, 7 и 4, либо 8 и 2 соответственно:

$$U_H = \begin{cases} E, & \text{если } S_1 S_4 = 1, S_5 S_4 = 1, S_7 S_4 = 1, S_9 S_4 = 1, S_{11} S_4 = 1 \\ -E, & \text{если } S_2 S_3 = 1, S_6 S_2 = 1, S_8 S_2 = 1, S_{10} S_2 = 1, S_{12} S_2 = 1. \end{cases}$$

Для того чтобы на нагрузке было переменное напряжение необходимо, чтобы в каждый момент было замкнуто одна из диагональных пар транзисторов:

$$\begin{aligned} S_1 S_4 \vee S_2 S_3 &= 1, \\ S_5 S_4 \vee S_6 S_2 &= 1, \\ S_7 S_4 \vee S_8 S_2 &= 1, \\ S_9 S_4 \vee S_{10} S_2 &= 1, \\ S_{11} S_4 \vee S_{12} S_2 &= 1. \end{aligned}$$

Для регулирования и улучшения гармонического состава выходного напряжения необходимо увеличить количество ступеней. Чтобы инвертор мог работать не только на активную нагрузку, но и

индуктивную необходимо при смене полярности исключить полный разрыв нагрузки от источника напряжения. Для выполнения этого условия необходимо, чтобы нулевой уровень формировался путем выполнения одного из следующих равенств на каждой ступени:

$$\begin{aligned} S_1 S_2 = 1 &\text{ или } S_3 S_4 = 1, \\ S_5 = 1 &\text{ или } S_6 = 1, \\ S_7 &\text{ или } S_8 = 1, \\ S_9 &\text{ или } S_{10} = 1, \\ S_{11} &\text{ или } S_{12} = 1. \end{aligned}$$

Теперь можно расширить описание работы инвертора:

$$U_H = \begin{cases} E, & \text{если } S_1 S_4 = 1, S_5 S_4 = 1, S_7 S_4 = 1, S_9 S_4 = 1, S_{11} S_4 = 1 \\ 0, & \text{если } S_1 S_3 \vee S_2 S_4 = 1, S_5 \vee S_6 = 1, S_7 \vee S_8 = 1, S_9 \vee S_{10} = 1, S_{11} \vee S_{12} = 1 \\ -E, & \text{если } S_2 S_3 = 1, S_6 S_2 = 1, S_8 S_2 = 1, S_{10} S_2 = 1, S_{12} S_2 = 1. \end{cases}$$

Схема управления инвертором выполнена на PIC-микроконтроллере /3/. Выходные сигналы управления А–G формируются на выходной шине В порта ввода-вывода /4/. Генератор тактовых импульсов стабилизирован кварцевым резонатором QZ1. Включённое состояние инвертора индицируется светодиодом VD1. Выходные сигналы А–G микроконтроллера через оптронную развязку поступают на входы транзисторных ключей.

Оптронная развязка необходима для обеспечения надежной и безопасной работы микроконтроллера и обеспечивает гальваническое разделение низковольтных управляющих узлов от высоковольтных силовых цепей.

На однофазной нагрузке экспериментального устройства получена осциллограмма, представленная на рисунке 2, которая соответствует управляющим сигналам микроконтроллера.

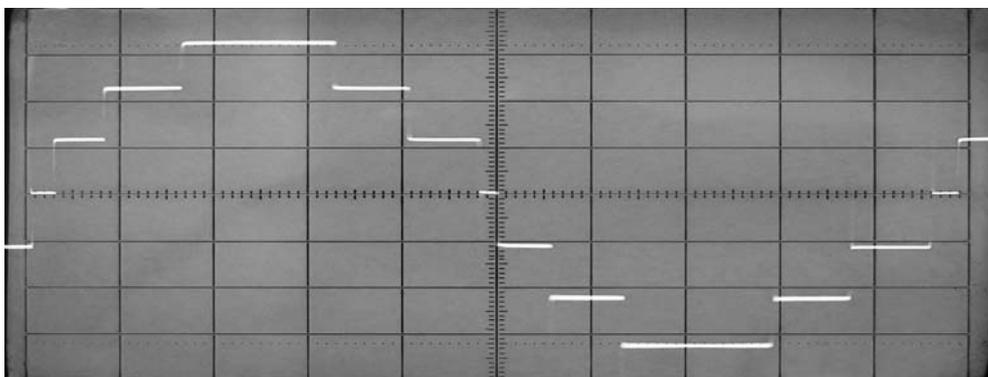


Рисунок 2 – Осциллограмма выходного напряжения трехступенчатого однофазного преобразователя

Выводы

По полученным результатам и анализу экспериментального устройства можно сделать следующие выводы:

- ступенчатое соединение солнечного модуля к инвертору позволяет на выходе получить напряжение по форме близкое к синусоиде;
- низкий уровень высокочастотных гармоник на выходе инвертора позволяет исключить фильтр. Это уменьшает габариты и массу преобразователя;
- использование программируемого микроконтроллера позволяет изменять моменты коммутации транзисторов и получать форму выходного напряжения строго соответствующую синусоидальному закону;
- при небольшом изменении структурной схемы можно сформировать четырёх или пяти ступенчатую форму напряжения с меньшим уровнем высших гармоник;
- применив обратную связь с выходного напряжения можно программ-

но изменять форму при изменении параметров нагрузки, что уменьшит тепловые потери на транзисторах и повысит эффективность преобразователя.

Список литературы

1. Исембергенов Н.Т., Илипбаева Л.Б. Преобразование солнечной энергии в электроэнергию промышленной частоты и напряжения. – Алматы: Вестник Национальной инженерной академии Республики Казахстан, № 1(19), 2006.
 2. Исембергенов Н.Т., Илипбаева Л.Б. Оптимальное использование солнечных элементов. – Алматы: Вестник Казахского Национального Технического Университета им.К.И. Сатпаева, № 5 (55), 2006.
 3. Майкл Предко. Справочник по PIC-контроллерам. – Москва: ДМК, 2002.
 4. Кристиан Таверн. PIC-контроллеры практика и применение. – Москва: ДМК, 2002.
 5. Майкл Предко. Справочник по PIC-контроллерам. – Москва: ДМК, 2002.
-

ПОРИСТАЯ СИСТЕМА ОХЛАЖДЕНИЯ ПЛАЗМОТРОНОВ ДЛЯ РЕЗКИ МЕТАЛЛОВ

Мукажанов Владимир Николаевич – д.т.н., профессор, проректор по научной работе и международным связям Алматинского института энергетики и связи, г.Алматы

Курманбаев Галымжан – старший преподаватель Кызылординского государственного университета им. Коркыт Ата, г.Кызыл-Орда

Су плазматронының қуатына тәуелді құрылымдық бөлшектерін қажетінше салқындату үшін судың келуін жеткілікті қамтамасыз етуге мүмкіндік беретін кеуектік материалды таңдаудың әдістемесі ұсынылды.

Предложена методика выбора пористого материала, который позволяет обеспечить поступление достаточного для охлаждения конструктивных элементов плазматрона, воды в зависимости от его мощности.

Method of porous material selection that allow to provide water entry sufficient for cooling of constructive plasmatron elements in power dependency are given.

Плазменной резкой можно резать любые металлы (конструкционные стали всех марок, коррозионно-стойкие стали, алюминий, медь, латунь) и неэлектропроводные материалы.

Сущность плазменной резки состоит в использовании физических процессов локального нагрева металла до температуры выше точки его плавления и последующего удаления расплава из полости реза высокоскоростным газовым потоком. Газовой резкой нельзя резать коррозионно-стойкие стали из-за высокой температуры их плавления, а также алюминий, медь, латунь из-за высокой теплопроводности этих материалов и низкой температуры в газовой струе /1/.

Промышленные установки для плазменной резки очень громоздки и требуют специального энергообеспечивающего оборудования (компрессор, водяной насос и др.) /2/.

В этой связи, выгодно отличаются генераторы низкотемпературной плазмы, в

которых в качестве рабочего тела используется пар. Это позволяет создать компактные устройства за счет совмещения в одном элементе конструкции функций источника рабочего тела и эффективного охладителя /3/ (см.рисунок 1).

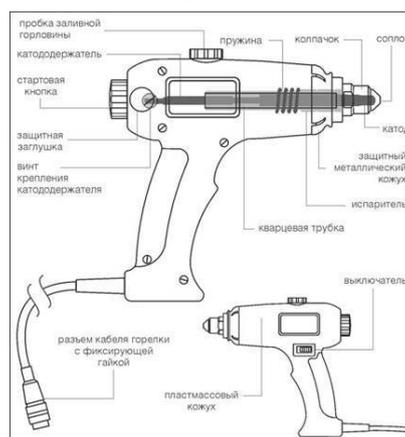


Рисунок 1 – Паровой плазматрон

В тоже время опыт эксплуатации показывает, что такие плазматроны не долговечны и, пока не нашли широкого применения. Поскольку в таких плазматронах до настоящего времени: не иссле-

дован и не объяснен механизм функционирования термохимических катодов в паровой среде; неустойчиво охлаждение конструктивных элементов плазмотрона; не решена проблема стабилизации дуги и движения привязки дуги на электродах плазмотрона.

Проведенные нами исследования показали, что основной причиной разрушения является нестабильная подача воды для охлаждения элементов конструкции плазмотрона.

В таких плазмотронах охлаждение конструктивных элементов осуществляется за счет испарения воды попадающей на них. Образующийся при этом пар является рабочим газом, в котором горит дуга. В рабочей камере плазмотрона поднимается давление пара и под действием этого давления пар покидает рабочую камеру через отверстие в сопле и направляет создаваемый дугой плазменный поток на обрабатываемое изделие. В тоже время, повышенное давление в рабочей камере препятствует дальнейшему поступлению воды в плазмотрон. Поэтому подача воды в рабочую камеру осуществляется через пористое вещество (стекловату или базальтовое волокно, см. рисунок 2).

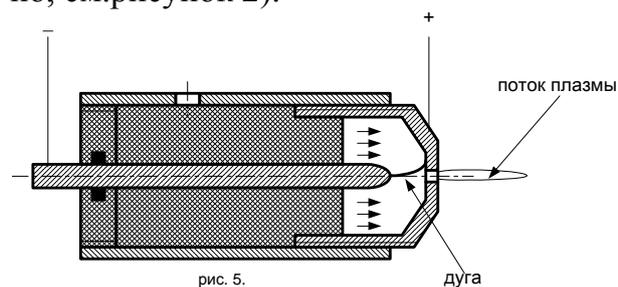


Рисунок 2 – Плазмотрон с пористой системой охлаждения

Количество воды $m_{од}$, подаваемое через пористое тело для охлаждения катода и сопла методом испарения, может быть определено по уравнению:

$$Q_u = A m_{од},$$

где $A = 22,6 \cdot 10^5$ Дж/кг – теплота испарения воды;

Q_u – тепловой поток поступающий в катод и сопло.

Этот тепловой поток определяется тепловыми потерями в плазмотроне, состоящими из потерь в выходной электрод (анод или сопло Q_c) и катод:

$$Q = Q_c + Q_k.$$

Приблизительно величины теплового потока в катод прямо пропорциональной току и равна /4/:

$$Q_k = I[0.293(U_k + U_u) - W_{вых}],$$

где: $W_{вых}$ – энергия, уносимая эмитируемыми электронами.

Тепловой поток в выходной электрод зависит от его типа и для нашего случая может быть определен /4/:

$$Q_c = (5-6) \cdot I_d, \text{ Вт}, \quad (4.2)$$

где I_d – ток дуги, А.

Как видно из уравнений, тепловые потоки в электрод изменяются с изменением тока дуги, и количество подаваемой для охлаждения воды должно зависеть от режима работы плазмотрона. При этом, если пропускная способность пористого тела не достаточна для охлаждения плазмотрона испарением, то элементы конструкции плазмотрона перегреваются и выходят из строя. Если пропускная способность пористого тела значительно выше, чем количество испаряющейся воды, то между катодом и анодом (соплом) может произойти перекрытие электродов водой, приводящее к двойному дугообразованию и выходу их из строя. Перегрев и выход из строя конструктивных элементов плазмотрона возможен и при резком изменении тока дуги в сторону увеличения или уменьшения.

В связи с этим, определялась скорость прохождения воды через пористые тела. Для этого пористое тело помещалось концом в сосуд с водой (см. рисунок 3) и определялась скорость поднятия воды по нему.

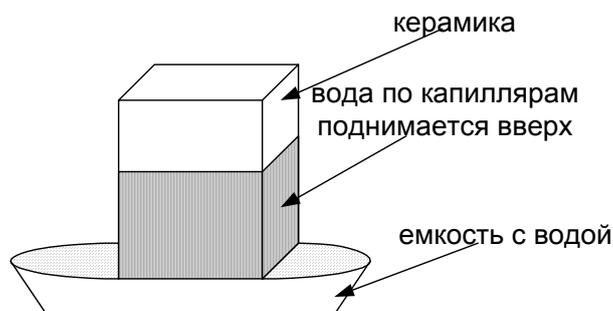


Рисунок 3 – Схема эксперимента

На рисунке 4 показана графическая зависимость скорости поднятия воды по стекловате.

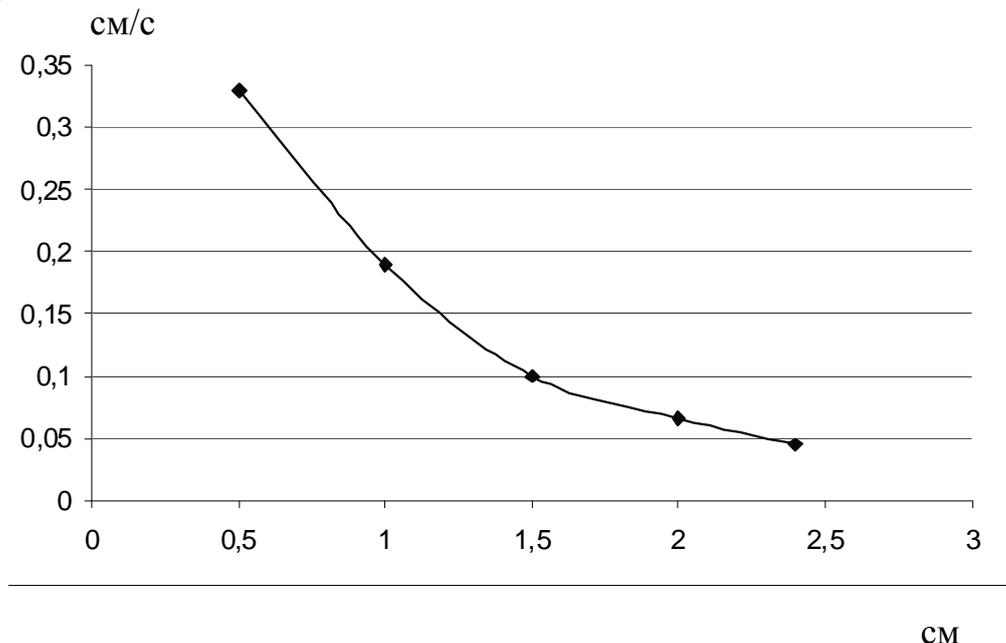


Рисунок 4 – Скорость поднятия воды по стекловате

Пролонгируя кривую до пересечения с осью ординат, мы можем определить скорость движения жидкости v через пористое тело под действием капиллярных сил, что соответствует подаче воды в плазмотроне сверху вниз (для стеклоткани это 0,45 см/с).

Далее из эксперимента определяем пористость тела по уравнению:

$$\Pi_v = \frac{V_{пор}}{V_{тело}}$$

Объем тела определяем $V_{тело} = \pi r^2 \cdot L$ по объему цилиндра, а объем пор по массе всасываемой воды:

$$\Delta m = m_2 - m_1,$$

где m_2 – вес цилиндра с водой; m_1 – вес цилиндра без воды.

Объем всасываемой воды определяется по формуле

$$\Delta V = V_{пор} = \Delta m / \rho,$$

где ρ – плотность воды при 19°C равна 0,99820 г/см³.

Приравнивая объемную пористость тела - поверхностной $\Pi_v = \Pi_s = A_{пор} / A_{тел}$ можно определить эффективную площадь пор $A_{пор}$ в площади поперечного сечения рассматриваемого тела (цилиндра) $A_{тел} = \pi r^2$ и определить объем воды проходящий через это сечение в секунду $V = A_{пор} \cdot v$. По данному объему можно определить массу воды $m_{воды} = V \rho$, подаваемую через пористое тело в рабочую камеру плазмотрона для охлаждения его конструктивных элементов.

Если это количество воды подаваемое через пористое тело больше или равно $m_{\text{воды}} \geq m_{\text{вод}}$ (при подаче воды сверху вниз) количеству воды необходимому для охлаждения катода и сопла методом испарения, то данное пористое тело может быть использовано в плазмотроне при данных режимах работы.

Произведенный расчет подачи воды для охлаждения конструкции разработанного плазмотрона, показал, что стекловолокно может быть использовано только для токов 15-20 А.

Как видно из графика (см. рисунок 4) гидростатическое давление жидкости оказывает влияния на скорость ее движения, уменьшая ее с повышением уровня подъема жидкости. Такая ситуация возникает в плазмотроне, например, при подъеме его режущей головки вверх. Другим условием, замедляющим скорость движения жидкости по пористому телу, является возникающее при испарении воды внутри камеры избыточное давление пара. В тоже время, движение жидкости по пористому телу будет существовать до тех пор, пока капиллярное давление P_k пористого тела, будет превышать суммарное давление гидростатического давления P_h жидкости и давления пара внутри рабочей камеры. Величину капиллярного давления P_k можно определить из эксперимента, поскольку при равенстве $P_k = P_h$ впитывание жидкости в пористое тело прекратится и в некоторый момент времени t_k , достигнув некоторого значения длины l_{max} подъем воды остановится. Величину $l_{\text{max}} = 4\text{см}$ можно также определить по графику, пролонгируя кривую до пересечения с осью абсцисс, а величина P_h определится по уравнению:

$$P_h = \rho g l_{\text{max}},$$

где ρ – плотность жидкости, g – ускорение силы тяготения.

При конструировании плазмотронов с использованием пористого материала длина пористого тела l по которому подается в плазмотрон вода должна быть меньше ($l \leq l_{\text{max}}$) высоты подъема жидкости l_{max} , соответствующей гидростатическому давлению P_h . Давление в рабочей камере плазмотрона $P_{\text{рк}}$, должно быть меньше ($P_{\text{рк}} < P_a + P_k$) суммарного атмосферного давления P_a , плюс капиллярное давление пористого тела P_k .

Для каждой конкретной конструкции плазмотрона, в которых пористое тело представляет собой полый цилиндр, на основании проведенных экспериментов и построенных кривых движения жидкости, может быть определена оптимальная (реальная) скорость воды и выбран режим работы (по току I) плазмотрона соответствующий охлаждению плазмотрона испарением.

Проведенные эксперименты показывают, что именно в этом режиме целесообразно осуществлять резку металлов различной толщины, но для получения качественного реза на разных скоростях.

Таким образом, предлагаемая методика экспериментального определения параметров пористого тела, для конкретной конструкции и определенного режима работы, может быть использована для расчета плазмотронов с охлажденным испарением.

Для плазмотронов больших мощностей с токами 200-300А и испарительной системой охлаждения конструктивных элементов использование волокнистых материалов не возможно в виду их малой пропускной способности охлаждающей жидкости. Поэтому мы использовали изготавливаемую самостоятельно пористую керамику (см. рисунок 5). Параметры, которых определяли по выше предложенной методике.



Рисунок 5 – Пористая керамика для подачи воды в плазмотрон

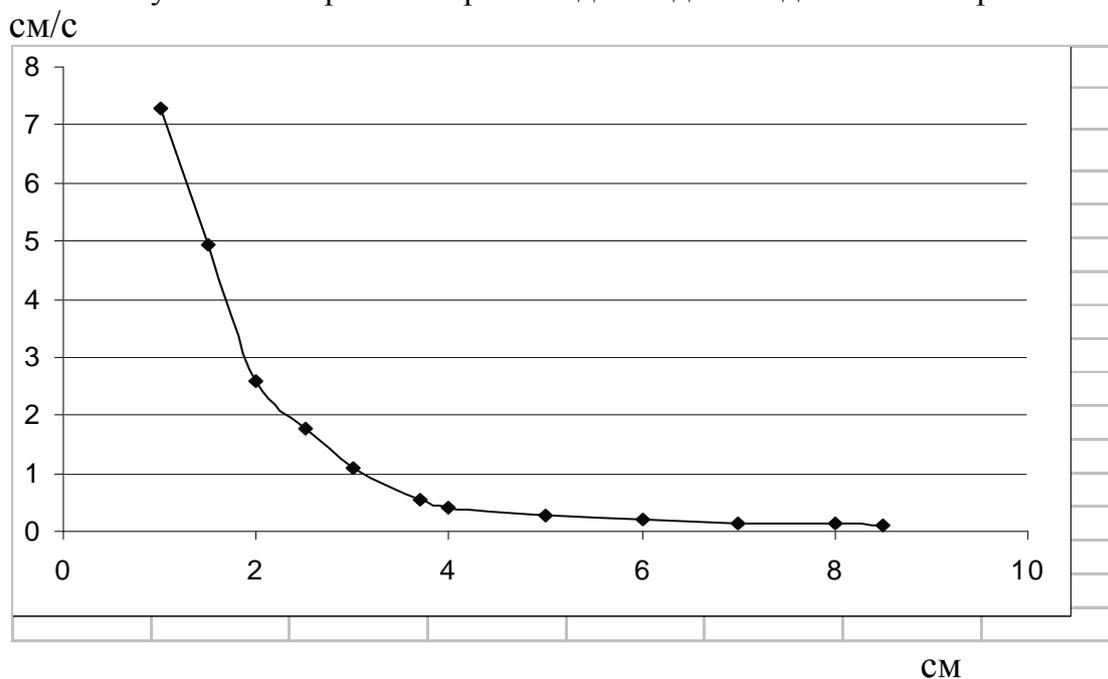


Рисунок 6 – Скорость поднятия воды по керамике

Проведенные расчеты показали, что изготовленный материал применим для охлаждения плазмотронов испарением на токах 200-300А.

Таким образом, используя систему подачи охлаждающей воды в плазмотрон через пористые тела можно избавиться от части энергообеспечивающего оборудования – компрессора, водяного насоса и существенно уменьшить габариты самого плазмотрона.

Список литературы

1. Эсибян Э. М. Плазменно-дуговая аппаратура. – Киев: Техника, 1971, 164 с.
2. Кангожин Б.Р. Монография. Плазменная резка рельсов. – Алматы: КазАТК, 2002, 200 с.
3. Патент RU 2072640; RU2060131
4. Жуков М.Ф., Коротеев А.С., Урюков Б.А. Электродуговые нагреватели газа (плазмотроны). – М.: «Наука», 1973.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОРОННОГО РАЗРЯДА ПРИ ПОНИЖЕННЫХ ДАВЛЕНИЯХ ВОЗДУХА

Байниязов Дархан Таскараевич – старший преподаватель Кызылординского Государственного университета им. Коркыт Ата, г.Кызылорда

Сыдыкова Гульнар Кудайбергеновна – к.т.н., докторант Казахского национального технического университета им. К.И. Сатпаева, г.Алматы

Тойгожинова Айнур Жумакановна – старший преподаватель кафедры электроники и компьютерных технологии Алматинского института энергетики и связи, г.Алматы

Өндірістік жағдайда сұйықтықты озонмен өңдеуге арналған құрылғыны жасауда, негізгі элемент болып табылатын «ине-жазықтық (тор)» түріндегі озондаушы элементтің электрлік сипаттамалары қарастырылған.

Рассмотрены электрические характеристики озонирующего элемента в виде «игла-плоскость (сетка)», который является основным элементом при разработке устройства для озонной обработки жидкости в производственных условиях.

Electric characteristics of an ozonizing element in a kind «a needle-plane (grid)» which is a basic element by working out of the device for ozone liquid processings under production conditions are considered.

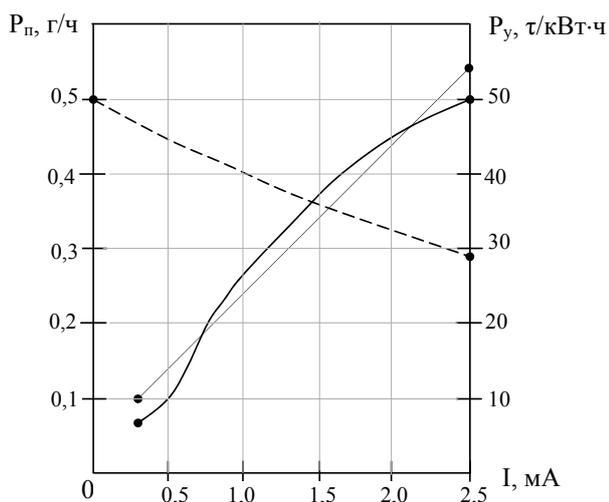
Результаты теоретических и экспериментальных работ последних лет показали, что отрицательный коронный разряд с микроэлектродами (микропроволока, игла (острие), острые кромки и тонкая спираль с радиусами кривизны не более 25-50 мкм) по сравнению с другими видами коронного разряда обеспечивает более высокий удельный ток разряда и большую плотность тока на коронирующем электроде /1/. На основе полученных данных разработаны новые озонаторы на коронном разряде (ОКР), которые существенно не отличаются по своему энергетическому выходу озона (до 50 г/кВт·ч) от известных озонаторов со средней производительностью озона (10-100 г/ч) и в то же время имеют следующие преимущества: простота конструкции и малые габариты, слабое влияние давления и скорости протекающего воздуха на

их характеристики, экологическая безопасность и отсутствие воздухоподготовки, малая металлоемкость и малый вес /2/.

При всех преимуществах в своем классе (малогабаритность, удобство и простота обращения и обслуживания, не требующая высокой квалификации обслуживающего персонала) озонаторы типа ОКР обладают рядом недостатков, не позволяющие использовать их в качестве озонирующих элементов при разработке промышленных озонаторов для получения большого объема озона (5-10 кг/ч), причем, не считая отдельных модификаций, озонаторы на коронном разряде в большинстве случаев имеют низкие энергетические выходы озона (г/кВт·ч). В отдельных модификациях озонаторов типа ОКР обеспечение существенного увеличения энергетического выхода озона

на (до 50 г/кВт·ч) по сравнению с классическими способами получения озона на коронном разряде достигается различными ухищрениями и усовершенствованиями конструкции коронирующих электродов, комбинированным питанием или продувкой в оптимальном режиме разрядного промежутка.

Производительность по озону (г/ч) озонатора или озонирующего элемента определялась по градуировочной кривой, снятая с помощью озонметра типа ЛЭК разработки Санкт-Петербургского технического университета. На рисунке 1 приведена зависимость производительности трубчатого озонатора от значения разрядного тока (P_p) и расчетные значения удельного энергетического выхода по озону (P_y).



Сплошные линии – производительности (г/ч)
Штриховая – энергетический выход озона (г/кВт·ч)

Рисунок 1 – Производительность и энергетический выход озона

Озонатор имел следующие параметры: $L = 150$ мм, $D = 100 + 26$ микрон (спиральная). Расход продуваемого воздуха через озонатор составил 20 л/мин. Как следует из этого рисунка, с ростом величины разрядного тока производительность озонатора по озону также рас-

тет, в то время как энергетический выход его монотонно падает, что подтверждает ранее известные данные по росту энергетического выхода озона при малых токах коронного разряда /1/.

Таким образом, производительность по озону озонирующего элемента (г/ч) определяется измерением на его выходе концентраций озона известным стандартным озонметром или определяется по градуировочной кривой (см. рисунок 1), тогда как его энергетический выход находится расчетным путем через количество выработанного озона (г) на единицу затрачиваемой электроэнергии (кВт·ч). Отсюда следует, что снижение удельных энергозатрат (г/кВт·ч) необходимо при многозвенных и многомодульных соединениях озонирующих элементов с целью повышения суммарной производительности озонатора.

Производительность по озону любого озонирующего элемента, в первую очередь, зависит от величины разрядного тока, и потому, для снижения удельных энергозатрат возникает возможность уменьшения значений питающего напряжения при тех же токах разряда. Имеются несколько путей для усиления тока коронного разряда, которые ведут к повышению производительности озонирующего элемента. Рассмотрим их возможности, достоинства и недостатки при применении их в озонирующих элементах.

Одним из путей усиления тока коронного разряда, что равносильно повышению производительности озонирующего элемента, является уменьшение межэлектродного расстояния разрядного промежутка. В этом случае при тех же напряжениях питания, возможно, получить более высокие значения разрядного тока, если при этом не возникнет пробой между электродами.

В коаксиальных цилиндрах существует геометрический предел отношения внешнего радиуса к внутреннему, равный e (основание натурального логарифма), ниже которого коронный разряд не может возникнуть [3]. Рассмотрим напряженность поля на поверхности внутреннего электрода:

$$E_0 = \frac{U_0}{r_0 \ln \frac{R}{r_0}}, \quad (1)$$

где U – напряжение между электродами; R – радиус внешнего цилиндра; r_0 – радиус внутреннего цилиндра. Если принять значения U и R постоянными, то можно найти r_0 при минимальной E_m когда более вероятен пробой промежутка:

$$\begin{aligned} \frac{d}{dr} \left(\frac{1}{E_m} \right) &= \frac{d}{dr} \left[\frac{r}{U_m} (\ln R - \ln r) \right] = 0; \\ \frac{1}{U_m} (\ln R - \ln r - 1) &= 0; \quad \ln \frac{R}{r} = 1. \end{aligned} \quad (2)$$

Таким образом, вопрос о критическом расстоянии между электродами, в частности, о критическом отношении R/r в случае коаксиальных цилиндров, тесно связан с условиями возникновения и распространения стримеров при начальных стадиях развития коронного разряда. Выражение (2) остается предельным и дает минимальную величину критического отношения $\frac{R}{r_0} = e = 2,718... [9]$.

Между тем, большинство разработанных озонаторов типа ОКР имеют межэлектродные расстояния порядка 5-10 мм, тогда как радиусы кривизны коронирующих электродов лежат в пределах 25-50 микрон. Установлено экспериментально, что выбранные параметры разрядного промежутка являются наиболее оптимальными по части равномерной продувки воздухом разрядного промежутка и при этом значения напряжения питания и разрядного тока недостаточны для возникновения пробойных процессов.

Следующим путем усиления разрядного тока может служить нагрев коронирующего электрода или нагрев воздуха, окружающего разрядный промежуток. В этом случае, с повышением температуры воздуха растет интенсивность ионизации в коронирующем слое из-за увеличения длины свободного пробега электронов, причем значительно возрастает плотность тока во внешней области короны. Установлено, что при нагреве воздуха до 140°C и при одном и том же значений напряжения питания разрядный ток возрастает в пятикратном размере, но применение этого способа для усиления разрядного тока связано с рядом трудностей технического характера: необходимость дополнительного приспособления для нагрева воздуха и затем, продувки его через озонирующий элемент, а также возникает необходимость тепловой изоляции озонирующего элемента от окружающей среды. Кроме того, при такой температуре воздуха (140°C) наиболее вероятным является разложение озона, полученного в озонирующем элементе.

Другим путем для повышения производительности озонирующего элемента является применение вместо воздуха чистого кислорода. Действительно, в этом случае выход озона увеличивается почти, 2 раза [4]. Причиной, задерживающей применение этого способа, является его дороговизна. Кроме того, в производственных условиях применение кислорода также не удовлетворяет требованиям техники безопасности.

К одному из эффективных путей снижения удельных энергозатрат при получении озона относится работа озонирующего элемента при пониженных давлениях воздуха. При этом, единственной возможностью осуществления этого способа является отсасывание воздуха из рабочего объема озонирующего элемента, что, в свою очередь, предполагает про-

хождение озонированного воздуха через отсасывающее устройство и, в конечном итоге, в значительной степени снижается эффективность получения озона. Эта задача была решена в работе /2/, когда процессы образования озона и взаимодействия его с обрабатываемой жидкостью объединены и протекают одновременно в рабочей зоне водоструйного насоса. При этом эффективность применения озона существенно повышается из-за отсутствия действия по доставке и транспортировке озона к рабочему месту.

С целью повышения эффективности выхода озона разработан способ усиления электрического тока в озонаторе, включающем возбуждение коронного разряда между коронирующим и внешним электродами, когда озонирующий элемент помещают в полужакрытую камеру, открытая часть которой расположена в направлении электрического ветра, возникающего в условиях коронного разряда /5/.

Результаты исследования показали, что во всем диапазоне температур и давлений воздуха характеристики коронного разряда являются функциями только плотности воздуха. Влияние температуры воздуха на коронный разряд описывается той же закономерностью, что и зависимость плотности воздуха от его температуры. Давление воздуха или плотность его на величину силы тока разряда влияет через начальную напряженность поля коронного разряда, которая в свою очередь, определяет напряжение возникновения разряда в данном промежутке.

Выводы

1. Определены основные пути усиления электрического тока озонирующих элементов, что ведет к повышению эффективности выхода озона.

2. Установлено, что более реальным путем повышения эффективности выхода озона является работа озонирующего элемента при пониженных давлениях рабочей атмосферы.

3. Предложен новый способ для усиления электрического тока в озонирующем элементе путем применения эффекта «электрический ветер», образующего в разрядном промежутке «игла-плоскость».

Список литературы

1. Бахтаев Ш.А., Боканова А.А., Бочкарева Г.В., Сыдыкова Г.К. Физика и техника коронно-разрядных приборов. – Алматы: 2007, с.278.

2. Бахтаев Ш.А. и др. Озонаторы на коронном разряде. Аналитический обзор. КазГосИНТИ. 1978, с.30.

3. Бахтаев Ш.А. Коронный разряд на микроволокнах. – Алматы: Наука, 1984, с.208.

4. Верещагин И.П. Коронный разряд в аппаратах электронно-ионной технологии. - М.: Энергоатомиздат, 1985, с.159.

5. Пред.патент №19274 от 25.01.2008, Способ усиления электрического тока в озонаторе. Бахтаев Ш.А., Дюсебаев М.К., Нурпеисова К.М., Тойгожинова А.Ж.

ИСПЫТАНИЯ ИЗОЛЯТОРОВ НАХОДИВШИХСЯ В ЭКСПЛУАТАЦИИ

Борисов Владимир Николаевич – к.т.н., профессор кафедры электрических станций, сетей и систем Алматинского института энергетики и связи, г.Алматы

Оржанова Жанар Керимбековна – к.т.н., доцент кафедры электрических станций, сетей и систем Алматинского института энергетики и связи, г.Алматы

Зертханалық жағдайда жоғарывольттік оқшаулағыштарды сынаудың нәтижелері келтірілген. Сынақтардың нәтижесі бойынша жоғарғы өткізгішті сумен ылғалданған оқшаулағыштардың өте төмен разрядтық кернеуі болатыны туралы қорытынды жасалған.

Приводятся результаты испытаний высоковольтных изоляторов в лабораторных условиях. По результатам испытаний делается вывод о том, что изоляторы, которые увлажнялись водой повышенной проводимости, имеют более низкие разрядные напряжения.

The results of the tests of the high voltage insulators in laboratory conditions are given. According to the results of the tests the following conclusion can be drawn: Insulators which are moisturised by water of high conductivity have lower discharged voltage.

Испытания изоляторов в лабораторных условиях проводились в соответствии с ГОСТ-10390-86 методом длительного приложения напряжения. Время, необходимое для увлажнения поверхности изоляторов до насыщения, устанавливалось экспериментально по достижению стабильных значений разрядного напряжения.

Величина 50% разрядного напряжения определялась по методу «вверх-вниз», по результатам 120 опытов. Количество приложений к одному объекту испытаний без его замены составляло 1-5 и зависело от интенсивности увлажнения. При неизменных условиях увлажнения (интенсивности и удельной объем-

ной проводимости раствора) испытанию подвергались 15-20 гирлянд изоляторов, по 2-4 изолятора в каждой гирлянде.

При определении разрядных характеристик изоляторов изменялись параметры увлажнения (интенсивность J , проводимость γ_v) и удельная поверхностная плотность загрязнения η . Обработка результатов испытаний изоляторов проводилась согласно [1, 2]. Значения 50% разрядных напряжений и стандартов отклонений, которые были получены в результате опытов, приведены в таблицах 1-2.

Погрешность определения 50% разрядного напряжения составила 5%, стандарта отклонения – 30%.

Таблица 1 - Результаты испытаний искусственно загрязненных изоляторов при увлажнении их поверхности влагой различной проводимости с интенсивностью 24 мм/час

Объемная проводимость увлажнения мСм·см ⁻¹	Удельная		Разрядное напряжение U _{0,5кВ} (на один изолятор)	Стандартное отклонение, σ, %
	поверхностная			
	Проводимость, γ, мкСм	плотность загрязнения, η, мг/см ²		
0,2	0,3	2	36,0	3,0
0,4	0,5	2	31,6	5,0
4,3	4,0	2	19,6	6,0
7,8	8,0	2	17,0	6,5
15,9	16,5	2	15,8	7,0

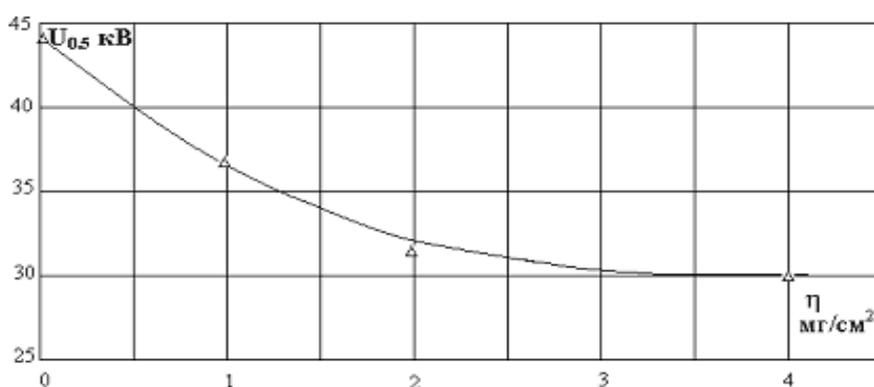
Таблица 2 – Результаты испытаний искусственно загрязненных изоляторов, увлажненных влагой различной интенсивности и проводимости

Интенсивность увлажнения, мм/час, J	Удельная объемная проводимость увлажнения, мСм/см	Разрядное напряжение, U _{0,5, кВ}	Стандарт отклонения в процентах от U _{0,5} , σ %
1	2	3	4
11	0,4	33,5	3
	2,3	23,6	4
	4,3	20,5	5
	6,3	18,2	5
	10,0	16,5	9
6,5	0,4	35,5	4
	0,8	31,2	7
	2,3	25,5	5
	4,3	22,2	9
	7,8	20,1	9
2,3	10,0	18,5	7
	16,0	16,5	9
	0,4	40,2	4
	2,3	27,3	5
	4,3	23,5	7
1,0	2,3	34,2	5
	4,3	30,5	4
	20,0	21,0	7
0,5	0,4	49,5	5
	4,3	37,5	4
	12,0	31,6	7
	20,0	28,5	6

	40,0	24,0	7
24	0,4	44,0	2
	0,4	37,0	3
	0,4	30,0	7
0,0	----	62,0	7

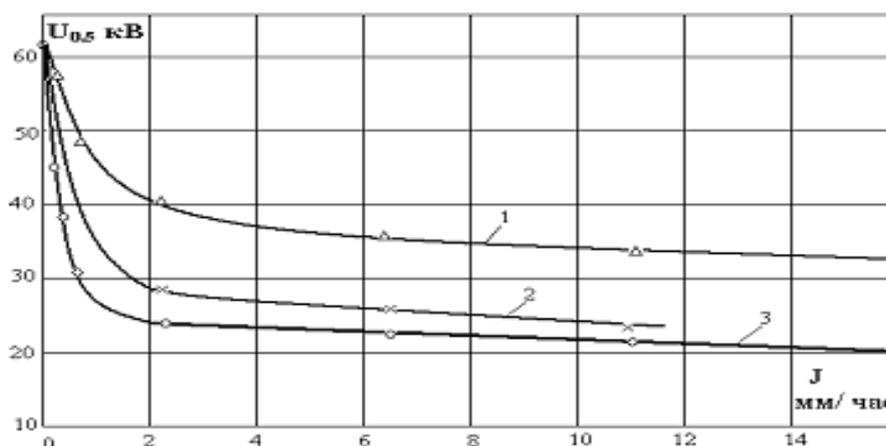
Результаты лабораторных испытаний искусственно загрязненных изоляторов показали, что при увлажнении изоляторов (поверхностная плотность загрязнения 2 мг/см²) влагой тумана проводимости 0,4 мСм/см разрядные напряжения снижа-

ются на 23% по сравнению с разрядным напряжением изоляторов без загрязнения. Разрядные напряжения изоляторов с поверхностной плотностью загрязнения более 2 мг/см² снижаются незначительно (см. рисунок 1).



Изоляторы типа ПФ6-В. Увлажнение водой проводимости 0,4 мСм·см⁻¹. Интенсивность увлажнения 24 мм/час

Рисунок 1 – Зависимость разрядного напряжения (на один элемент гирлянды) загрязненных изоляторов от поверхностной плотности загрязнения



Плотность загрязнения 2 мг/см². Проводимость увлажнения: 1 – 0,4 мСм·см⁻¹; 2 – 2,3 мСм·см⁻¹; 3 – 4,3 мСм·см⁻¹

Рисунок 2 – Зависимости разрядного напряжения на один элемент гирлянды загрязненных изоляторов от интенсивности увлажнения их поверхности влагой тумана различной проводимости

С увеличением интенсивности увлажнения поверхности изоляторов, их разрядные напряжения также снижаются (см. рисунок 2). Однако влияние интенсивности увлажнения на разрядные напряжения изоляторов сказывается в меньшей степени, чем проводимость самих увлажнений.

Согласно выводам, которые были сделаны авторами [3], при каждой интенсивности увлажнения, со временем устанавливается динамическое равновесие между количеством падающей на поверхность влаги и испаряемой. Чем больше интенсивность увлажнения, тем больше влагосодержание загрязняющего слоя и, соответственно, тем больше его проводимость. Однако, после достижения предельного влагосодержания (насыщение загрязняющего слоя), проводимость слоя перестает увеличиваться при дальнейшем увеличении интенсивности увлажнения. Неспособность загрязняющего слоя удерживать всю попадающую на него влагу приводит к стеканию воды, вымыванию растворимых веществ и снижению поверхностной проводимости.

При увлажнении изоляторов влагой повышенной проводимости, процессы, протекающие на поверхности загрязненных изоляторов, несколько меняются. При каждой интенсивности увлажнения достижение динамического равновесия между количеством падающей и испаряемой влагой сопровождается частичным накоплением проводящих примесей в слое загрязнения за счет испарения попадающей на поверхность влаги. Накопление проводящих примесей на поверхности изоляторов не приводит к дальнейшему росту поверхностной проводимости, поскольку одновременно с накоплением солей протекает процесс их вымывания избытком поступающей влаги.

При малых интенсивностях увлажнения процесс вымывания проводящих примесей с поверхности не происходит. Однако и накоплению их на поверхности препятствует конвективный поток тепла с поверхности подсыхающего изолятора. Таким образом, при высокопроводящих увлажнениях проводимость поверхностного слоя загрязнения изолятора простых форм находится в зависимости от удельной объемной проводимости и интенсивности падающей на поверхность изоляторов влаги. Подтверждением этого служат результаты испытаний изоляторов при искусственном их увлажнении и загрязнении.

Результаты испытаний искусственно загрязнённых изоляторов при увлажнении их поверхности влагой различной проводимости позволили получить зависимость пятидесятипроцентного разрядного напряжения от величины удельной объемной проводимости и интенсивности увлажнений.

Аппроксимирующая зависимость для определения влагоразрядных напряжений испытываемых изоляторов имеет вид

$$U_{ВЛР0,5} = 37,8 \cdot (J/J_0)^{-0,17} \cdot (\gamma/\gamma_0)^{-0,19}, [\text{кВ}]$$

где J - интенсивность увлажнения (мм/час);

γ - удельная объемная проводимость раствора (мСм.см⁻¹);

J_0, γ_0 – условные значения интенсивности и проводимости увлажнений ($J_0 = 1$ мм/час, $\gamma =$ мСм/см)

и позволяет определить величину разрядного напряжения изоляторов по известному значению интенсивности увлажнения в виде тумана и морозящего дождя для интервала изменения интенсивности от 0,2 мм/час до 24 мм/час. Максимальная погрешность аппроксимации для рассматриваемых пределов изменения интенсивности составляет не более 20%.

Список литературы

1. ГОСТ 10390-86. Электрооборудование на напряжение свыше 3 кВ. Методы испытаний внешней изоляции в загрязненном состоянии. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1999, 12 с.

2. ГОСТ 1516. 2-97. Электрооборудование и электроустановки переменного

тока на напряжение 3 кВ и выше. Общие методы испытаний электрической прочности изоляции. – Минск: ИПК Издательство стандартов, 1998, 32 с.

3. Александров Г.Н., Кизеветтер В.Е. О нормировании характеристик изоляторов. // Электротехника, 1968, №1. - С. 44-47.

ОПТИМИЗАЦИЯ ЭНЕРГОЗАТРАТ В ЭЛЕКТРОПРИВОДЕ СЛЕЖЕНИЯ СФЭС ПРИ ПЕРЕХОДЕ ОТ НЕПРЕРЫВНОГО РЕЖИМА К ПОШАГОВОМУ

Дараев Абдумежит Масимович – старший преподаватель кафедры радиотехники Алматинского института энергетике и связи, г.Алматы

Цыба Юрий Александрович – профессор кафедры электропривода и автоматизации промышленных установок Алматинского института энергетике и связи, г.Алматы

Бұл жұмыста Күнді автоматты ілесетін гелиоқондырғылар адымының оптималды шамасын максималды қуат шарты бойынша анықтаудың тәсілі келтірілген.

В настоящей работе представлена методика определения оптимальной величины шага автосопровождения Солнца гелиоустановки по критерию максимальной мощности.

In the work is presrnt methods of definition of optimal size of pase? Sun's autoescort of heleo installation by the criteria maximal outlet capacity.

Экономия энергии в электроприводе в результате перехода от непрерывного движения к пошаговому режиму автосопровождения Солнца, целесообразно оценить через коэффициент эффективности, представляющего отношение потерь в приводе при непрерывном слежении к потерям при шаговом слежении

$$K_{\text{эфф}} = \frac{\Delta P_{\text{сп}} \cdot t_c}{\Delta W_{\text{ш}} \cdot N_{\text{ш}}}, \quad (1)$$

где $\Delta P_{\text{сп}}$ – общие потери мощности в двигателе и силовой электрической части при непрерывном слежении, Вт;

$\Delta W_{\text{ш}}$ – потери энергии в двигателе при обработке одного шага, Дж;

t_c – время непрерывного слежения, с;

$N_{\text{ш}}$ – число шагов за время слежения.

Потери $\Delta P_{\text{сп}}$ будем определять для электропривода с преобразователем напряжения на транзисторах, работающих в усилительном режиме. Такой электропривод примем за базовый вариант. Считаем, что двигатель и механическая часть

при переходе от непрерывного к шаговому режиму не изменились. Это возможно благодаря тому, что непрерывное слежение осуществляется при скорости двигателя, значительно меньше номинальной. Более высокие скорости резервируются для режимов «переброса», когда установка после захода Солнца совершает поворот с запада на восток, и для режимов «захвата цели». Потери в приводе представим как сумму постоянных и переменных потерь в двигателе, а также потерь в силовом регуляторе напряжения:

$$\Delta P_{\text{сп}} = \Delta P_{\text{ст}} + \Delta P_{\text{мех}} + \Delta P_{\text{доб}} + \Delta P_{\text{я}} + \Delta P_{\text{щ}} + \Delta P_{\text{сп}} + \Delta P_{\text{ср}}, \quad (2)$$

где $\Delta P_{\text{ст}}$ и $\Delta P_{\text{мех}}$ – потери в стали и механические потери в двигателе при скорости, соответствующей скорости непрерывного слежения, Вт;

$\Delta P_{\text{доб}}$ и $\Delta P_{\text{ст}}$ – добавочные потери и потери в обмотке возбуждения, Вт;

$\Delta P_{\text{я}}$ – потери в обмотке якоря, Вт;

$\Delta P_{щ}$ – потери мощности на щеточных контактах в двигателе, Вт;

$\Delta P_{ср}$ – потери мощности в силовом регуляторе напряжения, Вт.

Считаем, что магнитный поток в двигателе постоянен и равен номинальному, потери в стали и механические потери в двигателе представим в виде:

$$\Delta P_{СТ} = \Delta P_{СТ.НОМ} \cdot \left[\frac{\omega_c \cdot i}{\omega_{НОМ,ДВ}} \right]^{1.3};$$

$$\Delta P_{МЕХ} = \Delta P_{МЕХ.НОМ} \cdot \left[\frac{\omega_c \cdot i}{\omega_{НОМ,ДВ}} \right]^{1.3}, \quad (3)$$

где ω_c – скорость исполнительного вала в процессе непрерывного слежения, рад/с;

i – передаточное отношение кинематической цепи;

$\omega_{НОМ,ДВ}$ – номинальная скорость двигателя, рад/с.

Переменные потери в двигателе определяются

$$\Delta P_{Я} = I_{СТ}^2 \cdot R_{НОМ},$$

$$\Delta P_{Ш} = 2U_{Щ} \cdot I_{СТ}, \quad (4)$$

где $I_{СТ}$ – статический ток якоря двигателя, А;

$U_{Щ}$ – падение напряжения на щеточном контакте, Вт;

$R_{Я}$ – сопротивление якоря, Ом.

Потери мощности в силовом регуляторе представим как

$$\Delta P_{СТ} = \Delta U_{СР} \cdot I_{СТ}, \quad (5)$$

где $U_{ср}$ – падение напряжения в силовом регуляторе напряжения, В.

Основную нагрузку на двигатель составляют силы сухого и вязкого трения в кинематической цепи. Доля ветровой нагрузки невысока. Учитывая, что статический ток $I_{СТ}$ и напряжение U_c – могут отличаться от естественно номинального тока I_H и номинального напряжения U_H двигателя, определим падения напряжения на силовом регуляторе из условий:

$$U_c = E_{ДВ} + I_{СТ} \cdot R_H + \Delta U_{ср};$$

$$U_H = E_{ДВН} + I_H \cdot R_H \quad (6)$$

где $E_{ДВ}$ и $E_{ДВН}$ – ЭДС двигателя в рабочем режиме непрерывного слежения и в номинальном режиме соответственно, В.

$$E_{ДВ} = k\Phi \cdot i\omega_c;$$

$$E_{ДВН} = k\Phi\omega_c, \quad (7)$$

где k – конструктивный коэффициент двигателя;

Φ – магнитный поток в двигателе, Вб.

Из выражений (6) и (7) падение напряжения на силовом регуляторе определится:

$$\Delta U_{СР} = k\Phi\omega_H \cdot \left[1 - \frac{\omega_c \cdot i}{\omega_{НОМ,ДВ}} \right] + (I_H + I_{СТ})R_H + (U_c - U_H). \quad (8)$$

Длительность непрерывного слежения определится как

$$\Delta W_{Ш} = \int_0^{t_1} \Delta P_{СТ.НОМ} \left[\frac{\omega \cdot i}{\omega_{НОМ,ДВ}} \right]^{1.3} + \Delta P_{МЕХ.ЛКМ} \cdot \left[\frac{\omega \cdot i}{\omega_{НОМ,ДВ}} \right] dt + \int_0^{t_1} (I^2 R_H + (2U_{Щ} + U_{СР}^{ПК})I + \Delta P_H + \Delta P_{ДОП}) dt + \Delta W_n^{ПП} \quad (9)$$

где t_1 – длительность работы двигателя в течение шага, с;

$\Delta U_{СТ}^{ПП}$ – падение напряжения на силовом ключе в открытом состоянии, В;

$W_{СТ}^{ПП}$ – потери энергии при переходном процессе тока возбуждения, Дж.

Используемый двигатель слежения может быть с независимой обмоткой возбуждения или с возбуждением от постоянных магнитов.

Предполагается, что обмотка возбуждения в перерывах между шагами отключается, и момент ее включения опережает момент подачи напряжения на якорь двигателя на некоторое время t_0 . Потери в системе возбуждения за это время достаточно оценить приближенно,

$$\Delta W_n^{ПП} = \int_0^{t_0} I_H R_H dt = I_{НМТ}^2 R_H \int_0^{t_0} \left[1 - e^{-\frac{t}{T_M}} \right] dt \approx \approx I_{НМТ}^2 R_H (t_0 - 1.5T) = \Delta P_n (t_0 - 1.5T_B) \quad (10)$$

При $t_0 > 3T_B$.

Если система возбуждения двигателя выполнена на основе постоянных магни-

тов, то во всех расчетах необходимо принять $\Delta P_B = 0$.

В выражении (9) скорость исполнительного вала ω и якоря I являются функцией от времени:

$$\omega = \omega_{ш} \left[1 - e^{-\frac{t}{T_M}} \right] \quad (11)$$

$$I = I_{C2} + (I_{K3} - I_{CT}) e^{-\frac{t}{T_M}} \quad (12)$$

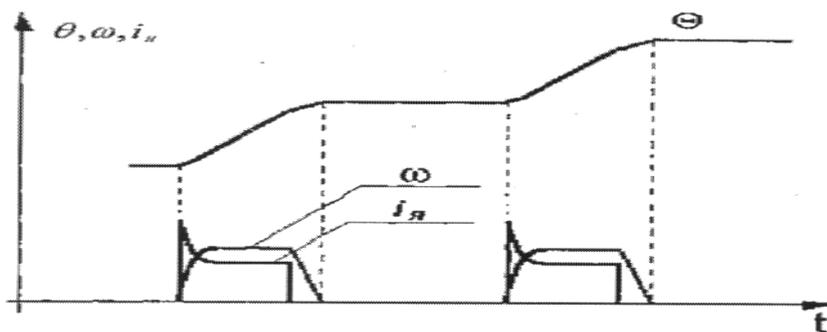


Рисунок 1 – Зависимость тока двигателя (i_a), скорости (ω) и угла поворота (Θ) от времени при пошаговом режиме автосопровождения Солнца

В течение переходного периода ток якоря двигателя существенно превышает номинальный. В результате реакции якоря происходит снижение магнитного потока двигателя. Однако длительность интервала времени, когда наблюдается наиболее высокие значения тока якоря намного меньше длительности переходного процесса в целом. Кроме того, при проектировании двигателей малой мощности принимают повышенные меры для снижения реакции якоря. В связи с этим для оценки мощности в выражении (9) принято, что магнитный поток в двигателе постоянен и равен номинальному.

После интегрирования выражения (9) и соответствующих упрощений получаем выражение для коэффициента эффективности:

$$K_{эфф} = \frac{\omega_{ш}}{\omega_c} \cdot \frac{A \left[\frac{\omega_c}{\omega_{ш}} \right] + D}{\Delta P_{уст} + B \frac{\omega_{ш}}{\theta_{ш}}}, \quad (13)$$

В выражениях (11) и (12) не учтена электромагнитная постоянная времени якорной цепи. Корректность данного допущения определяется тем, что для двигателей малой мощности выполняется условие $T_M \gg T_{яц}$. Зависимость скорости, угла поворота и тока якоря двигателя от времени представлены на рисунке 1

где B – параметр, отражающий потери энергии в переходном процессе;

$$B = K_3 + T_M \Delta P_{уст}$$

Если система возбуждения двигателя выполнена на постоянных магнитах, то параметр B определится:

$$B = T_M \cdot \left[\frac{1}{2} (I_{K3} - I_{C2})^2 \cdot R_{я} + (I_{K3} - I_{C2}) \cdot (2U_{щ} + U_{cp}^{от} + 2I_{C2} R_{я}) - K_{ом} (\Delta P_{ст.ном} + \Delta P_{Мех.ном}) + \Delta P_{уст} \right] \quad (14)$$

На рисунке 2 представлены зависимости $K_{эфф}$ от $\theta_{ш}$, построенные по выражению (13), при использовании двигателя постоянного тока с возбуждением от постоянных магнитов МЭ215. Номинальная мощность двигателя 30Вт, электромагнитная постоянная времени привода принята 0.1с, электромагнитная постоянная времени принята равной нулю.

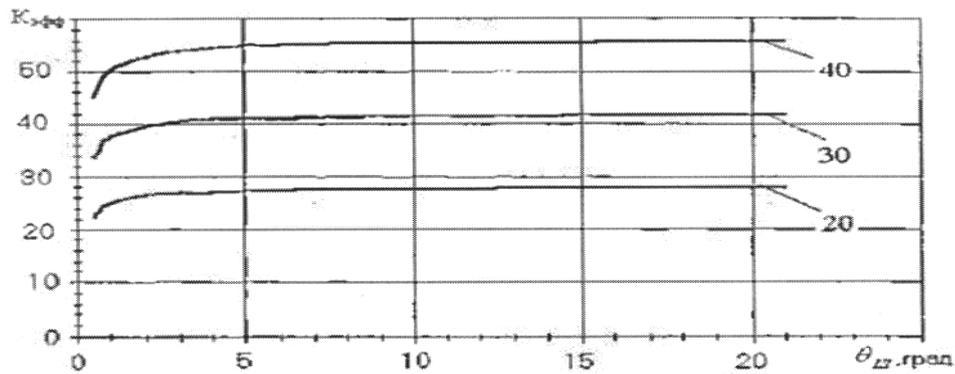


Рисунок 2 – Зависимость $K_{эфф}$ и $\theta_{ш}$ при неизменной скорости шага $\omega_{ш} = 4,3 \cdot 10^{-3}$ рад/с и разных отношениях $\omega_{ш}/\omega_c$

Рисунок 2 отражает зависимость $K_{эфф}$ от θ_3 , при постоянной скорости шага $\omega_{ш} = 4,3 \cdot 10^{-3}$ рад/с и разных отношениях $\omega_{ш}/\omega_c$.

По графику видно, что в рассматриваемом варианте коэффициент эффективности высокий, и остается высоким даже при достаточно малых величинах шага – порядка $0,5^\circ$.

При мощности двигателя слежения 30 Вт, экономия потерь в результате перехода от непрерывного к пошаговому режиму автосопровождения Солнца может быть сравнимой с номинальной мощностью двигателя и достигать до 50% энергии, потребляемой электроприводом от сети.

Отметим, что релейный электропривод постоянного тока, реализующий пошаговый режим автосопровождения Солнца энергетически более эффективен, чем электропривод на базе преобразователя с широтно-импульсной модуляцией. По сравнению с базовым вариантом электропривода, при использовании релейного электропривода энергия экономится в преобразователе и в якорной цепи двигателя, а при использовании широтно-импульсной модуляции – только в преобразователе.

Определение целесообразности перехода от непрерывного к пошаговому режиму по условию энергосбережения должна определяться на основе сравнения

энергии теряемой в фотопреобразователе ΔW_{ϕ} за весь сеанс слежения и энергии, сэкономленной в электроприводе $\Delta W_{оп}$ в результате такого перехода. При этом корректно поставить задачу определения оптимальной величины шага $\theta_{ш}$. Решение этой задачи сводится к нахождению наибольшего значения функции

$$f(\theta_{ш}) = \Delta W_{оп} - \Delta W_{\phi} \quad (15)$$

в некоторых ограниченных пределах значений $\theta_{ш}$. Минимальные значения могут быть ограничены опасностью существенного снижения ресурса надежности системы вследствие частых включений двигателя, а максимальные значения – целесообразностью применения системы наведения как таковой. Отметим, что необходимым условием целесообразности пошагового режима является наличие положительных значений функции (15) в указанных пределах $\theta_{ш}$.

Определим экстремумы функции $f_1(\theta_{ш})$:

$$\frac{\partial f_1}{\partial \theta_{ш}} = \frac{B \cdot \theta_3}{\theta_{ш1}^2} - \frac{P_{ш}}{\omega_c} \cdot \frac{\theta_{ш1} \cdot \theta_3}{12} \quad \frac{\partial f_1}{\partial \theta_{ш}}$$

$$\text{Откуда } \theta_{ш1} = \sqrt[3]{\frac{12 \cdot B \omega_c}{P_{ш}}} \quad (16)$$

Определим экстремумы функции $f_2(\theta_{ш})$:

$$\frac{\partial f_2}{\partial \theta_{ш}} = \frac{B \cdot \theta_3}{\theta_{ш2}^2} - \frac{P_{ш}}{\omega_c} \cdot \frac{\theta_{ш2} \cdot \theta_3}{3} \quad \frac{\partial f_2}{\partial \theta_{ш}}$$

$$\text{Откуда } \theta_{ш2} = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot B \omega_c}{P_{ш}}} \quad (17)$$

Выражения (16) и (17) поддаются простому качественному анализу. Оптимальный шаг увеличивается с возрастанием скорости движения Солнца, и возрастанием потерь энергии в переходных процессах в электроприводе. С возрастанием установленной мощности фотоприемника, оптимальный шаг уменьшается. Данные утверждения представляются вполне очевидными.

Выражения (16) и (17) можно обобщить

$$\theta_{\text{опт}} = \sqrt[3]{\frac{K_{\text{ш}} \cdot B \omega_c}{P_{\text{ш}}}}, \quad (18)$$

где коэффициент $K_{\text{ш}}$ принимает значения в зависимости от соотношения углов α_1 и α_2 :

$$K_{\text{ш}} = \frac{3 \cdot (\alpha_1 / \alpha_2 - 1)^3}{(\alpha_1 / \alpha_2)^3 - 1}, \text{ или}$$

$$K_{\text{ш}} = \frac{3 \cdot (1 - \alpha_2 / \alpha_1)^3}{1 - (\alpha_2 / \alpha_1)^3}. \quad (19)$$

При постановке реальных значений, при использовании в качестве исполнительного двигателя – двигателя постоянного тока МЭ215, для фотопреобразователя, с выходной мощностью 2000Вт, получаются следующие результаты:

$$\theta_{\text{ш1}} = 0,0192 \text{ рад} = 1,1^\circ;$$

$$\theta_{\text{ш2}} = 0,012 \text{ рад} = 0,7^\circ.$$

На практике точность расчетов по формулам (16) и (17) не может быть высокой, в связи с этим целесообразно рассмотреть вопрос о влиянии величины шага от оптимального значения на изменения значений функции $f(\theta_{\text{ш}})$. Анализ показывает, что при изменении величины шага в пределах от $0,7^\circ$ и 3° , отношение $\frac{f_2}{\Delta P_{\text{ст}} \cdot t_c}$ для выбранного варианта меняется в пределах 2%.

Вывод

Очевидно, что в практических целях, в рассматриваемом варианте, шаг целесообразно выбрать из отрезка $[0,7^\circ; 3^\circ]$, отдавая при этом предпочтение значениям близким к 3° . В соответствии с требованием сбережения ресурса надежности системы, значения величин шага, меньше оптимального значения, использовать не рационально.

Список литературы

1. Г.С. Асланян, С.Д. Молодцов. Возобновляемые источники энергии на мировой сцене.// Электронный журнал энергосервисной компании «Экологические системы», 2003г.: //httpstco-tcoassy.narod.ru/2003_5/art07.htm.
2. Овсянников Е.М. Электропривод энергетической гелиоустановки//Привод и управление. 2000.№2, С.4-9.
3. Энергосберегающие технические решения в электроприводах. Коллектив авторов/Под ред. Н.Ф. Ильинского – М.:МЭИ,1985.
4. Терехов В.М., Овсянников Е.М. Оптимизация режимов слежения по потерям электроэнергии в тихоходных следящих электроприводах.//Труды МЭИ, вып.672. – М.: Издательство МЭИ,1995, С.29-34.
5. Амброзьяк А. Конструкция и технология полупроводниковых фотоэлектрических приборов.//перевод с польского к.т.н Н.И. Тюшкевича, под ред д.т.н. проф. Б.Т. Коломийца. – М.: изд. «Советское радио», 1970.
6. Стребков Д.С., Беленев А.Г., Муругов В.П. Использование энергии солнца. – М.: «Нива России», 1992, 48с.

УДК 621.396.946 (075)

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Амренов Сагат Амырханович – начальник отдела управления по информатизации и связи по г. Астана и Акмолинской области Агентства Республики Казахстан по информатизации и связи, г. Астана

Мақалада Қазақстанның республикасында жерсеріктік байланысын пайдаланудың ерекшеліктері қарастырылған. «KazSat» мысалында жерсеріктік орбиталарды салыстыру кестесі мен қазақстандық геостационарлық серігінің артықшылықтары келтірілген.

В статье рассматриваются особенности применения в Республике Казахстан спутниковой связи. Приводятся таблица сравнения спутниковых орбит и преимущества казахстанского геостационарного спутника на примере «KazSat».

In clause the features of application in Republic of Kazakhstan of satellite communication are considered. Are resulted the table of comparison of satellite orbits and advantages of the Kazakhstan geostationary companion on an example "KazSat".

Спутниковая связь получила широкое распространение в Казахстане в силу ряда особенностей республики:

- 1) большая площадь Республики Казахстан, затрудняет строительство наземных инфраструктур связи;
- 2) малая плотность населения на большей части территории;
- 3) возрастающая потребность населения в телекоммуникационных услугах, как в крупных населенных пунктах, так и в труднодоступных районах.

В настоящее время в Казахстане имеется более 10 операторов спутниковой связи, 4500 VSAT станций, арендуемая емкость спутниковых ресурсов превысила 830 МГц [1].

VSAT – Very Small Aperture Terminal (миниатюрный апертурный терминал) предоставляет соединение типа «точка-точка» или «точка-много точек» между

точками по всему земному шару и имеет ряд преимуществ перед наземными каналами. Для частных приложений компании могут полностью контролировать свою систему связи, не испытывая зависимость от других компаний. В отличие от традиционных услуг проводного канала, услуги VSAT не подвергаются воздействию физических преград, многоцелевых услуг поставщиков и проблем, связанных с соединением «последней мили». Обычно за несколько дней можно подсоединить новые участки и изменить конфигурацию существующих соединений [2].

Основными преимуществами сети VSAT являются:

- одна сеть как для голоса, данных, видео, электронной почты, так и для факса;

- отсутствие воздействия географических преград или стихийных бедствий;
- быстрая установка (для антенны 2,4 м – в общем, не более 3 дней);
- экономичное подсоединение новых участков – сокращаются расходы на международное расширение и эксплуатацию;
- эффективная доступность сети (99,5 – 99,9%);
- регулируемая полоса частоты.

Высота орбит космических аппаратов (КА) выбирается на основании анализа многих факторов, включая энергетические характеристики радиолиний, задержку при распространении радиоволн, близость к орбите поясов Ван Алена, размеры и расположение обслуживаемых территорий. Кроме того, на высоту орбиты влияют способ организации связи и требования по обеспечению необходимого значения угла места КА [3].

Виды спутниковых орбит КА показаны на рисунке 1.

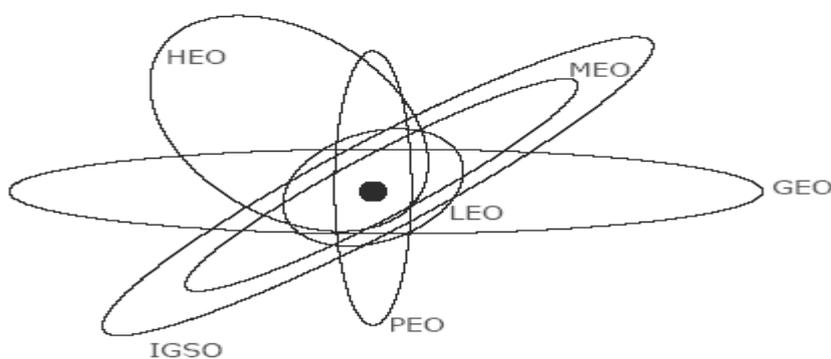


Рисунок 1 – Виды спутниковых орбит КА

Применение казахстанского спутника целесообразно именно на геостационарной орбите, что связано с достоинствами геостационарной системы (в качестве примера можно привести «KazSat1»).

Геостационарные системы GEO имеют ряд преимуществ с точки зрения долгого срока службы спутника и глобального охвата малым количеством спутников, не требуется систем слежения за спутником, обеспечивается устойчивая связь.

Недостатками системы GEO являются время ожидания полного обхода, превышающее полсекунды, плохой охват и

недостаточные углы возвышения (для избежания зон радиомолчания зданий в городской местности) на высоких широтах, большое время распространения сигнала.

Эти недостатки разрешаются системами низкой околоземной орбиты (LEO), позволяющими сокращать задержки, улучшать охват и углы возвышения. Вместе с тем, LEO требуют большее количество спутников, чтобы обеспечить необходимый охват, но для этого требуется более частая их замена.

В таблице 1 приведены сравнение спутниковых орбит LEO, MEO и GEO.

Таблица 1 - Сравнение спутниковых орбит LEO, MEO и GEO

	Низкая околоземная орбита (LEO)	Средняя околоземная орбита (MEO)	Геостационарная околоземная орбита (GEO)
Высота (км)	700 - 1400	10,000 – 15,000	36,000
Спутники для глобального охвата	40	10 - 15	3 – 4
Угол возвышения	Низкий	От среднего к высокому	От низкого до среднего
Операции	Сложные	Средние	Простые
Проникновение в здание	Плохое	Плохое	Нет
Характеристики спутника:			
Затраты на сегмент пространства	Высокие	Низкие	Средние
Срок службы спутника (годы)	3 - 7	10 - 15	10 - 15
Задержка передачи в одну сторону	0,05	0,10	0,25

На рисунке 2 показаны положения спутника на орбите: геосинхронная орбита перелета (GTO), геостационарная орбита (GEO), низкая околоземная орбита (LEO), расстояние до луны (Moon).

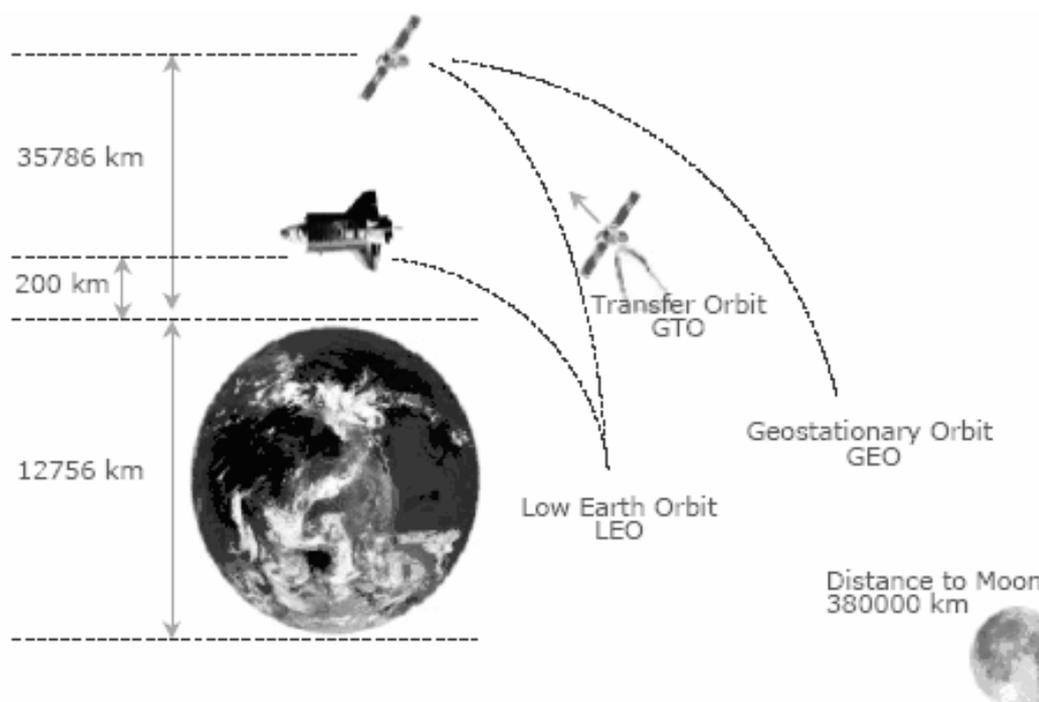


Рисунок 2 – Положение спутника на орбите: геосинхронная орбита перелета (GTO), геостационарная околоземная орбита (GEO), низкая околоземная орбита (LEO), расстояние до луны (Moon)

Для удержания спутника в одном и том же положении спутник необходимо разместить над экватором на определенной высоте - геостационарная околоземная орбита. На этой высоте центробежная сила равна силе притяжения независимо от массы спутника, и спутник имеет такое же время обращения (24 часа), как и Земля.

Чтобы запустить спутник на геостационарную околоземную орбиту, вначале ракета-пускатель помещает спутник на низкую околоземную орбиту, отсюда спутник ускоряется своими собственными ракетами. От этого ускорения центробежные силы увеличиваются, и спутник движется к геостационарной околоземной орбите.

В это время потребление горючего составляет около 400кг, что значительно сокращает полезную нагрузку.

Средний срок службы спутников связи на геостационарной околоземной орбите (GEO) – около 10 лет. Требуемый объем горючего для удержания спутника на орбите является ограничивающим фактором времени жизни.

После установления спутника на орбите регулируются антенны. Направления антенны постоянно контролируются по трем осям. Точность наведения антенны – в пределах 0,1 град.

В заключении отметим, что применение Казахстанской спутниковой системы

связи позволит Казахстану не зависеть от иностранных спутниковых операторов связи, поскольку: обеспечивается информационная безопасность; арендуемый бюджет Казахстана, который платится за аренду спутника, остается в Республике Казахстан; повышается имидж Казахстана.

Вывод

Развитие Казахстанской спутниковой системы связи на геостационарных орбитах, в том числе спутников «KazSat» является перспективным направлением и позволит Казахстану не зависеть от иностранных спутниковых операторов связи.

Список литературы

1. Отчет деятельности АО «РЦКСЭМ-СРЭС» за 2006 год – Астана: Агентство Республики Казахстан по информатизации и связи, 2006, 18с.
2. Отчет АО «РЦКСЭМСРЭС» за 2005 год – Астана: Агентство Республики Казахстан по информатизации и связи, 2005, 18 с.
3. Андрианов В.И., Соколов А. В. Средства мобильной связи - Москва: Издательская группа АРЛИТ - Санкт-Петербург: ВНУ-Санкт-Петербург, 1998, 256 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ ОПТИКО-СТОЛКНОВИТЕЛЬНОГО ЗАСЕЛЕНИЯ РЕЗОНАНСНОГО УРОВНЯ АТОМА РУБИДИЯ МЕТОДОМ ПОГЛОЩЕНИЯ

Бимагамбетов Тулеугали Сапарович – к.ф.-м.н., доцент кафедры электроники и компьютерных технологий Алматинского института энергетики и связи, г.Алматы

Бұл жұмыста жиілігі қайта реттелетін екі лазерді қолдануға негізделген рубидий атомының резонанстық деңгейін қоныстандырудың оптикалы-соқтығысты жылдамдығы экспериментті зерттелген

В настоящей работе экспериментально исследована скорость оптико-столкновительного (ОС) заселения резонансного уровня атома рубидия, основанного на применении двух лазеров с перестраиваемой частотой

This article deals with the optic - collision occupation of Rb atom resonance level based on the application of two lasers with reconstructed frequency

Вынужденное излучение в инфракрасной (ИК) области спектра, возникающее при взаимодействии лишь одного рубинового лазера с парами калия наблюдалось в работе [1]. Хотя его частота генерации и близка к частоте разрешенного перехода $4^2P_{3/2}-6^2S_{1/2}$, отсутствие сколь-либо значительной заселенности уровня $4^2P_{3/2}$, не являющегося основным, не позволило ожидать появления вынужденного ИК излучения. Тем не менее, в этой работе были обнаружены вынужденные ИК переходы $3^2D_{3/2}-5^2P_{1/2}$ и $3^2D_{5/2}-5^2P_{3/2}$. Их появление было интерпретировано как результат двухфотонного возбуждения молекул калия и их последующей диссоциацией на атомы в состояниях $5^2P_{1/2}$ и $5^2P_{3/2}$. Однако, в работе [2] получены вынужденное ИК излучения на частотах атомных переходов: $5^2P_{3/2,1/2}-6^2S_{1/2}$, $5^2P_{3/2,1/2}-4^2D_{5/2,3/2}$ и их появление уже нельзя интерпретировать только как результат двухфотонного возбуждения молекул калия и их последующей диссоциацией на атомы в возбужденном состоянии.

При этом частота рубинового лазера от перехода $4^2P_{3/2}-6^2S_{1/2}$ и $4^2P_{3/2}-4^2D_{5/2}$ отличается, соответственно на 8 и 45 см^{-1} , а от частоты резонансного перехода $4^2P_{3/2}-4^2S_{1/2}$ на 1360 см^{-1} . Можно предположить, что генерации этих ИК - линий связаны с оптико-столкновительным (ОС) заселением резонансного уровня $4^2P_{3/2}$. Для этой цели необходимо исследовать скорость ОС заселения резонансного уровня.

Метод определения скорости ОС перехода w_{12} по поглощению смеженным переходом 2-3 основан на измерениях в видимой области спектра, проводимых с использованием фотографического метода. Первый лазер А с частотой ω_A осуществлял ОС заселение уровня 2 из основного состояния атома. Второй лазер В с частотой ω_B , настраивался на атомный переход 2-3. Волнистой линией на рисунке 1 показана передача части энергии светового кванта в кинетическую энергию атома. Скорость ОС перехода 1-2 определялась по поглощению зондирующего лазера В, при этом ширина спектра лазера берется

достаточно большой $\Delta\omega_B \gg \Delta\omega_{23}$. Если интенсивность лазера достаточно велика, то $\omega_{23}\tau_L \gg 1$. В этом случае концентрация N_2 намного меньше числа атомов, проведенных за время импульса с уровня 1. Поэтому

$$\Delta W_B = Vh\nu_B \int N_1 w_{12} dt = Vh\nu_B N_1 \tau_L \bar{w}_{12}$$

откуда $\bar{w}_{12} = \frac{\Delta W_B}{h\nu_B N_1 \tau_L V}$, (1).

тогда $\Delta W_B = \Delta P \tau_L$ тогда $\bar{w}_{12} = \frac{\Delta P_B}{h\nu_B N_1 V}$

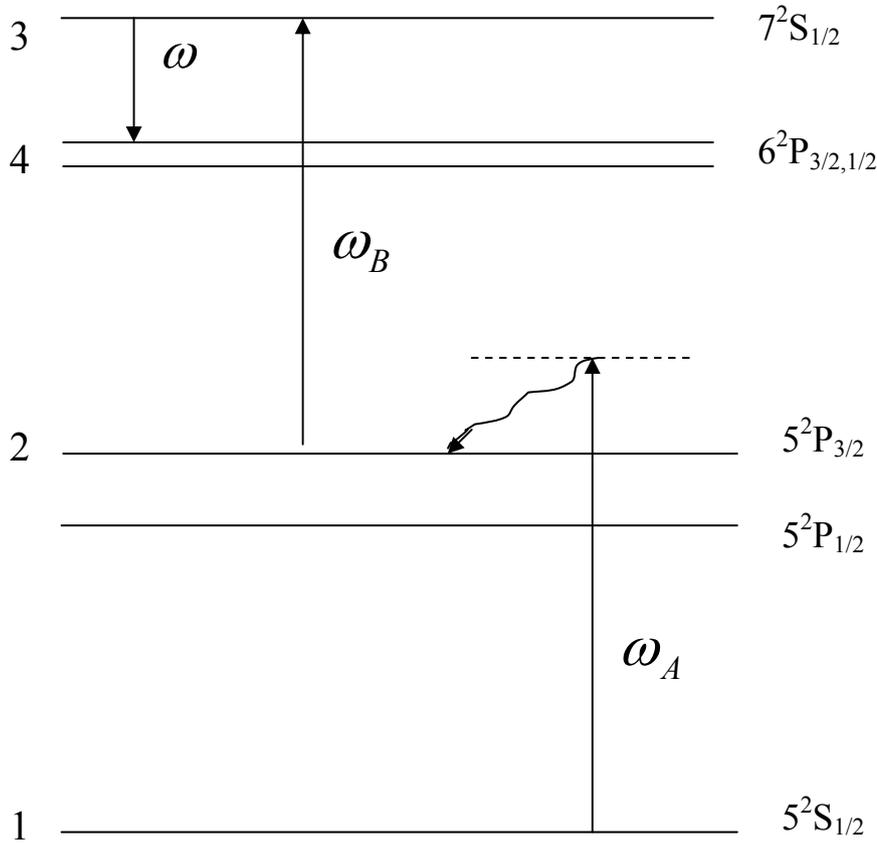


Рисунок 1

где \bar{w}_{12} - скорость ОС перехода 1-2, ΔP_B - мощность поглощенной лазера В, V - объем взаимодействия лазерного пучка с атомами Rb. Используя уравнение (1) определим скорость ОС перехода 1-2. Мощность $P_A=80$ кВт, $\Delta P_B=2$ кВт и шириной лазеров $\Delta\omega_A = 2\text{см}^{-1}$, $\Delta\omega_B = 20\text{см}^{-1}$ Диаметр пучка внутри кюветы 4 мм, длина кюветы 20 см, частота лазера В $\nu_B=4 \cdot 10^{14}$ Гц. Лазер В настраивался на смеженном переходе 2-3, а лазер А заселял резонанс-

ный уровень 2. При концентрации атомов $N_1=6 \cdot 10^{15} \text{ см}^{-3}$ ширина перехода с учетом аппаратной функций прибора составлял $\Delta\nu_{23} = 0.4\text{см}^{-1}$. Расстройка частоты лазера А от резонансного уровня составлял $\Delta_A = 140\text{см}^{-1}$. Подставляя данные в уравнение (1) получим $\bar{w}_{12} \approx 5 \cdot 10^5 \text{ с}^{-1}$.

Метод поглощения на смеженном переходе лазера В позволяет оценить ширину атомного перехода 2-3. Она представлена на рисунке 2 и составляет $\sim 0.4 \text{ см}^{-1}$.

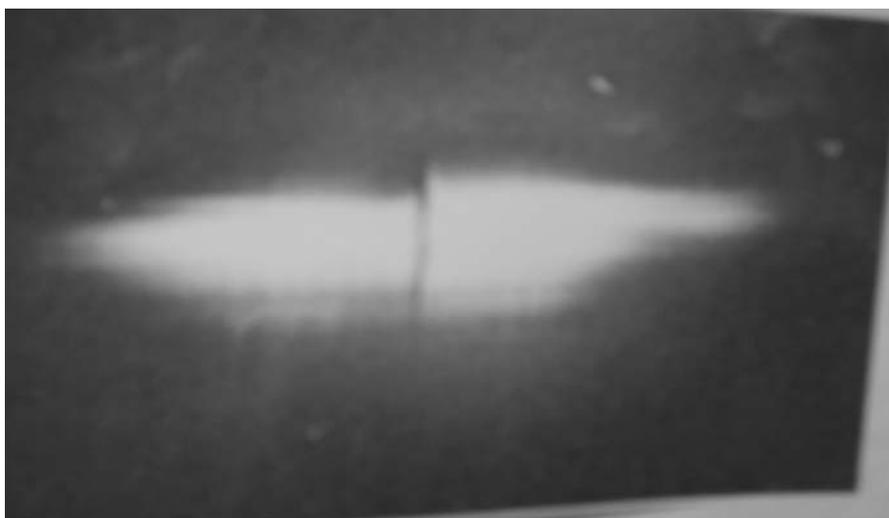


Рисунок 2 – Спектр поглощения лазера В, на смежном переходе 2-3

Таким образом, методом поглощения на смежном переходе получено значение скорости ОС заселения резонансного уровня и оценена ширина атомного перехода 2-3.

Экспериментальная работа проведена на установке для оперативного спектрометрического анализа [3] научно-исследовательского института радиоэлектроники полигона Сары-Шаган г. Приозерска в 1996г.

Список литературы

1. Sorokin P.P., Lankard J.R. Infrared lasers resulting from giant pulse laser excitation of alkali metal molecules. *Journal Chem. Phys.* 1993, 54, №5, С. 2184-2189.

2. Знаменский Н.В. Генерация вынужденного инфракрасного излучения при резонансном возбуждении атомов калия. Деп. ВИНТИ, 1995, № 1659-В87,

3. Е.А. Калюжный, А.Б. Байсакалов, Т.С. Бимагамбетов. Установка для оперативного спектрометрического анализа. *Новости науки Казахстана.* 1996, №4, С.75-77.

ВХОДНОЙ БЛОК ПРОГРАММЫ ПО РАЗРАБОТКЕ И АНАЛИЗУ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СХЕМ

Жунусов Зангар Абильхасимович – к.т.н., доцент кафедры электроники и компьютерных технологий Алматинского института энергетики и связи, г.Алматы

Епанешников Сергей Алексеевич – студент 2 курса Алматинского института энергетики и связи, г.Алматы

Электр тізбектерінің сұлбатехникалық үлгілеуіне арналған программалық қамтамасыз ету әзірленген.

Разработано программное обеспечение для схемотехнического моделирования электрических цепей.

Software for circuit technical modelling of electric circuits is developed.

В данной статье рассматриваются вопросы, связанные со схемотехническим проектированием электрических схем, которые являются подструктурой системы автоматизированного проектирования в электронике САПР.

Схемотехническое проектирование является наиболее сложным этапом в математическом отношении. И требует от проектировщика программных средств автоматизации проектирования весьма высокой математической и инженерной квалификации, включая свободное владение разнообразными численными методами и приемами программирования в сочетании с полным пониманием принципов работы проектируемых схем и особенностей их математического описания на основе законов теории цепей и уравнений моделей элементов /1/.

Схемотехническое проектирование состоит из нескольких блоков. Основным является входной блок, в котором представляется топология схемы и характеристика элементов, и который разработан в данной статье. Следующим этапом идет модель прибора и блок поиска и замеще-

ния. Далее блок формирования уравнения равновесия, блок численного решения и, наконец, выходной блок /1/.

Входной блок представляет собой текстовый файл, в котором содержатся данные о пользователе, описание топологических и параметрических данных электрической цепи по определенным требованиям, а также методы, применяемые для анализа, и параметры математической модели элементов.

Первая строка входного файла должна представлять собой данные о работе и не влияет на цепь. Далее идет описание цепи, видах применяемого метода для анализа и подготовка выходных параметров необходимых для пользователя. Каждая строка описывает один компонент.

На данный момент реализован ввод шести элементов: R (резистор), L (индуктивность), C (емкость), V (источник ЭДС), I (источник тока), K (взаимоиндуктивность). Форма оформления элементов соответствует программе OrCad PSpice /2/. Начинается строка с названия элемента и его имени, которое может содер-

жать любые символы, кроме запрещенных (!@#\$\$%^*_”№;:;?√{}). Далее через пробел идет название начального узла элемента, потом также через пробел конечного. В качестве узлов можно писать не только цифры, но и любой текст – это не будет считаться программой за ошибку. Необходимо отметить, что программа при расчете за положительное направления тока рассматривает направление от начального узла к конечному.

И, наконец, через пробел следует числовое значение элемента. Например, нам нужно описать резистор с именем 123, включенный между узлами а и 22, со значением 2.75 МегаОм. Во входном файле это будет выглядеть следующим образом:

$$R123 \ a \ 22 \ 2750000 \quad (1)$$

Эту же строку можно записать с помощью краткодольных значений (см. таблицу 1):

$$R123 \ a \ 22 \ 2750K \quad (2)$$

$$R123 \ 22 \ a \ 2.75MEG \quad (3)$$

Эта запись обозначает, что значение резистора составляет 2.75 МегаОма. Нужно заметить, что положительное направление тока берется от начального узла к конечному, то есть от узла *a* к узлу 22 в примере (2). Если изменить запись, поменяв местами начальный узел с конечным, то положительное направление тока идет от узла 22 к узлу *a* (3). В таблице 1 приведены самые распространенные краткодольные значения, применяемые в САПР /2/.

Таблица 1 – Таблица краткодольных значений

Значение	Буквенное обозначение	Экспоненциальная форма
10^{-15}	F	1E-15
10^{-12}	P	1E-12
10^{-9}	N	1E-9

10^{-6}	U	1E-6
10^{-3}	M	1E-3
$25,4 \cdot 10^{-6}$	MIL	25,4E-6
10^3	K	1E3
10^6	MEG	1E6
10^9	G	1E9
10^{12}	T	1E12

Имеется возможность задать взаимную индуктивность. Общий формат описания выглядит следующим образом, определяющей буквой взаимной индуктивности является символ «K», далее без пробела пишется название, после через пробел перечисляются индуктивности, которые должны входить в эту связь и в конце пишется коэффициент связи. Причем, перечисляемые индуктивности должны быть преждевременно описаны. Например, нам нужно описать взаимную индуктивность с названием 123 и тремя элементами L1, L2, L3. Приведем часть входного файла, описывающего эту часть:

$$L1 \ a \ b \ 0.2$$

$$L2 \ b \ c \ 0.3$$

$$L3 \ c \ d \ 0.4$$

$$K123 \ L1 \ L2 \ L3 \ 0.5 \quad (4)$$

Чтобы создать комментарий во входном файле, нужно поставить знак «*» в начале строки, тогда она не будет восприниматься программой. Иногда необходимо данные одного компонента для удобного чтения расположить на нескольких строках. Если нужно перенести данные предыдущей строки на новую, то в начале новой необходимо поставить знак «+», тогда эти строки будут восприниматься как одно целое. Например:

$$R123 \ a$$

$$+22$$

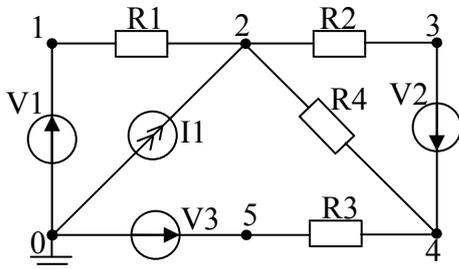
$$+2750000$$

(5)

Это мы описали тоже, что и в примере (1). Знак «.» в начале строки обозначает запрос пользователя, то есть каким методом и что нужно определить программе.

Конкретней об этом будет сказано позже. В заключение описания схемы необходимо вставить строку “.end”.

Созданная программа входного блока осуществляет проверку введенной схемы. Теперь поговорим об ошибках пользователя, которые могут возникнуть при создании входного файла. Для разбора различных ошибок, которые пользователь может допустить во входном файле, рассмотрим схему, показанную на рисунке 1,а. Схема содержит 3 постоянных ЭДС, 1 источник тока и 4 резистора. Правильный входной файл представлен на рисунке 1,б.



а)

```
vhod - Блокнот
Файл Правка Формат Вид Справка
Епанешинков Сергей, БВТ-06-2.
R1 1 2 2K
R2 2 3 50
R3 5 4 75
R4 0 3 100
V1 0 1 10
V2 3 4 20
V3 0 5 30
I1 0 2 20M
.end
```

б)

Рисунок 1 - а – схема; б - верный входной файл

Какие ошибки могут возникнуть во время ввода? Во-первых, могут быть не введены какие-либо данные об элементе. Например, во входном файле (см. рисунок 2) у элемента R1 не задано значение, у элемента V1 задан только начальный узел, а в строке с элементом R4 на первой позиции стоит не обозначение элемента.

Запустив программу, мы получим выходной файл с сообщениями об этих ошибках.

```
vhod.txt - Блокнот
Файл Правка Формат Вид Справка
Епанешинков Сергей, БВТ-06-2.
R1 1 2
R2 2 3 50
R3 5 4 75
aR4 2 4 100
V1 0
V2 3 4 20
V3 0 5 30
I1 0 2 20M

vihod.txt - Блокнот
Файл Правка Формат Вид Справка
Епанешинков Сергей, БВТ-06-2.
R1 1 2
*R1 1 2
*
*Ожидается значение величины
элемента
R2 2 3 50
R3 5 4 75
aR4 2 4 100
*aR4 2 4 100
*Ожидается название элемента
V1 0
*v1 0
*
*Ожидается наименование конечного узла
V2 3 4 20
V3 0 5 30
I1 0 2 0,02
```

Рисунок 2 – Ошибки, возникающие при нехватке данных

Во-вторых, ошибка возникает, если название какого-нибудь элемента дублируется (см. рисунок 3). Например, задан два раза резистор R3 и источник напряжения V1.

```
vhod.txt - Блокнот
Файл Правка Формат Вид Справка
Епанешинков Сергей, БВТ-06-2.
R1 1 2 2K
R2 2 3 50
R3 5 4 75
R3 3 2 150
R4 2 4 100
V1 0 1 10
V1 0 1 100
V2 3 4 20
V3 0 5 30
I1 0 2 20M

vihod.txt - Блокнот
Файл Правка Формат Вид Справка
Епанешинков Сергей, БВТ-06-2.
R1 1 2 2000
R2 2 3 50
R3 5 4 75
R3 3 2 150
*Дублируемое название элемента R3
R4 2 4 100
V1 0 1 10
V1 0 1 100
*Дублируемое название элемента v1
V2 3 4 20
V3 0 5 30
I1 0 2 0,02
```

Рисунок 3 – Ошибка дублируемого элемента

Другая ошибка появиться, если во входном файле не будет обнаружен нулевой узел, который обозначается «0» (нулем) (см. рисунок 4).

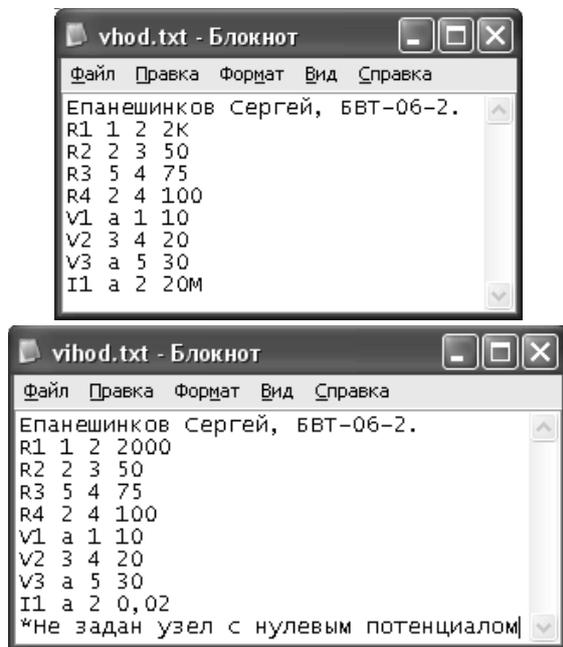


Рисунок 4 – Ошибка нулевого узла

Если же во входном файле заданная цепь получится не замкнутой, а это может получиться в двух случаях: задан узел, что встречается только один раз (см. рисунок 5); задана цепь, к примеру, из двух замкнутых участков (см. рисунок 6). В любом случае программа выдаст ошибку.

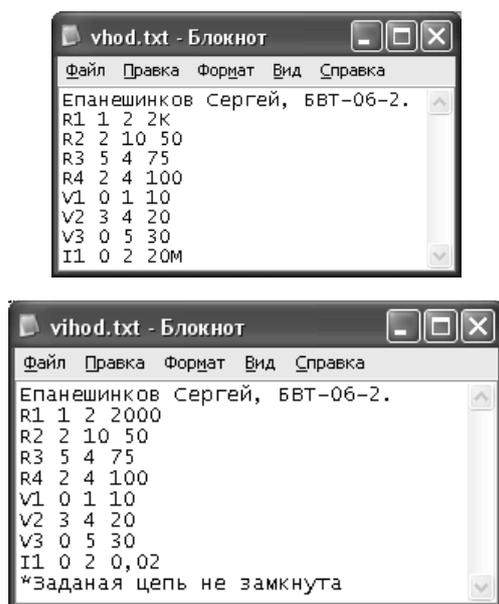


Рисунок 5 – Ошибка одиночного узла

У резистора R2 задан узел, который встречается только один раз, поэтому цепь становится не замкнутой. В следующем примере, цепь разбита на две замкнутые, но так как нам необходима одна замкнутая цепь, то программа выдает ошибку о незамкнутости цепи.

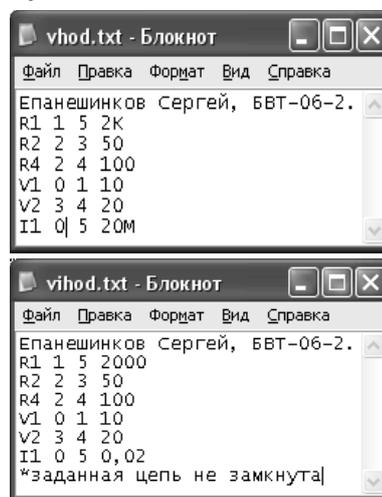
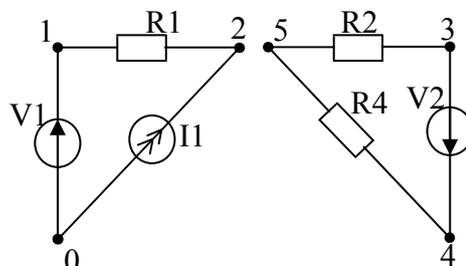
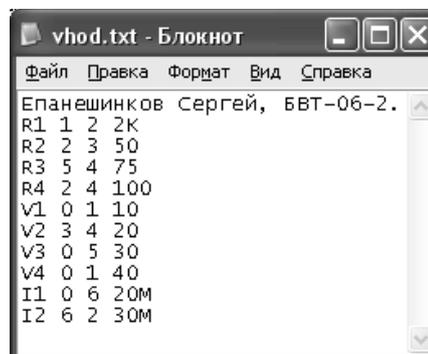


Рисунок 6 – Ошибка незамкнутой цепи

Недопустимым считается, если заданы два или более источника ЭДС на двух узлах с разными значениями, либо двух или более последовательных источников тока также с разными значениями (см. рисунок 7).



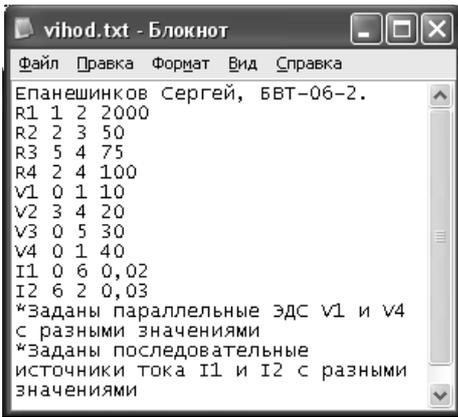


Рисунок 7 – Ошибка в задании источников напряжения и тока

Наконец, ошибка может возникнуть тогда, когда во входном файле будет обнаружен один из запрещенных символов !@#%\$%^*_”№:;?V{} (см. рисунок 8).

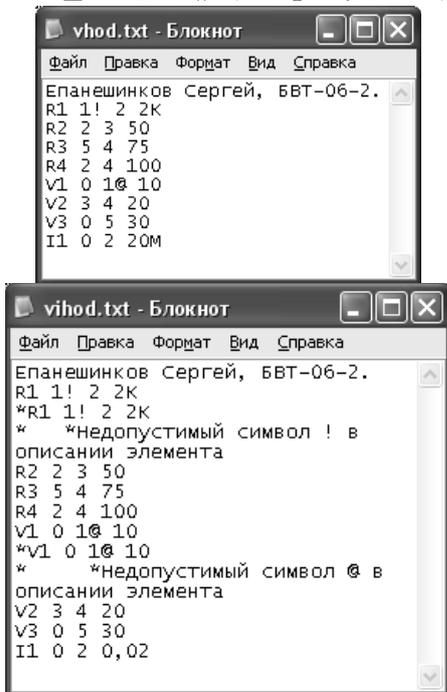


Рисунок 8 – Ошибка при обнаружении запрещенного символа

Необходимо отметить, что подблок исправления ошибок в программе – один из фундаментальных. Ведь если допущены ошибки в схеме, то получить верные результаты на выходе невозможно. Другой важной вещью в программе является метод хранения данных. Здесь использован списочный метод хранения. Суть метода состоит в том, что мы создаем несколько массивов для различных данных, например, числовых или строковых. Изначально в программу данные поступают в строковом формате, затем некоторые данные перерабатываются в числовой, чтобы было удобнее работать с ними в дальнейшем. Для примера возьмем схему немного проще: с одним постоянным источником и двумя резисторами. Описание схемы во входном файле выглядит так:

$$\begin{aligned}
 &V1 \ 0 \ 11 \ 20 \\
 &R1 \ 11 \ 22 \ 30 \\
 &R2 \ 22 \ 0 \ 40
 \end{aligned} \tag{5}$$

Для хранения данных в цифровом виде об этой схеме нам понадобятся: массив входных узлов цепи, массив значений элементов, массив параметров элементов. В таблице 2 приведены значения всех элементов массивов после обработки входного файла.

Таблица 2 – Массивы хранения данных в цифровом виде

Название массива\Индекс	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Uzli	'0'	'11'	'22'									
Par	20	30	40									
Npar	400	1	1	2	100	2	2	3	100	3	3	1

Поясним, как заполнялась таблица 2. Цифры от 1 до 12 означают индекс элемента в массиве. В массиве Uzli содержатся названия узлов, которые задал пользователь, индексы являются цифровым представлением этих узлов в программе. Они же используются для заполнения массива

va Nrag. Каждый пятый элемент массива Nrag может принимать значения: 100 (резистор), 200 (конденсатор), 300 (катушка индуктивности), 400 (постоянный источник напряжения), 500 (постоянный источник тока), 600 (катушки индуктивности связанные между собой взаимои-

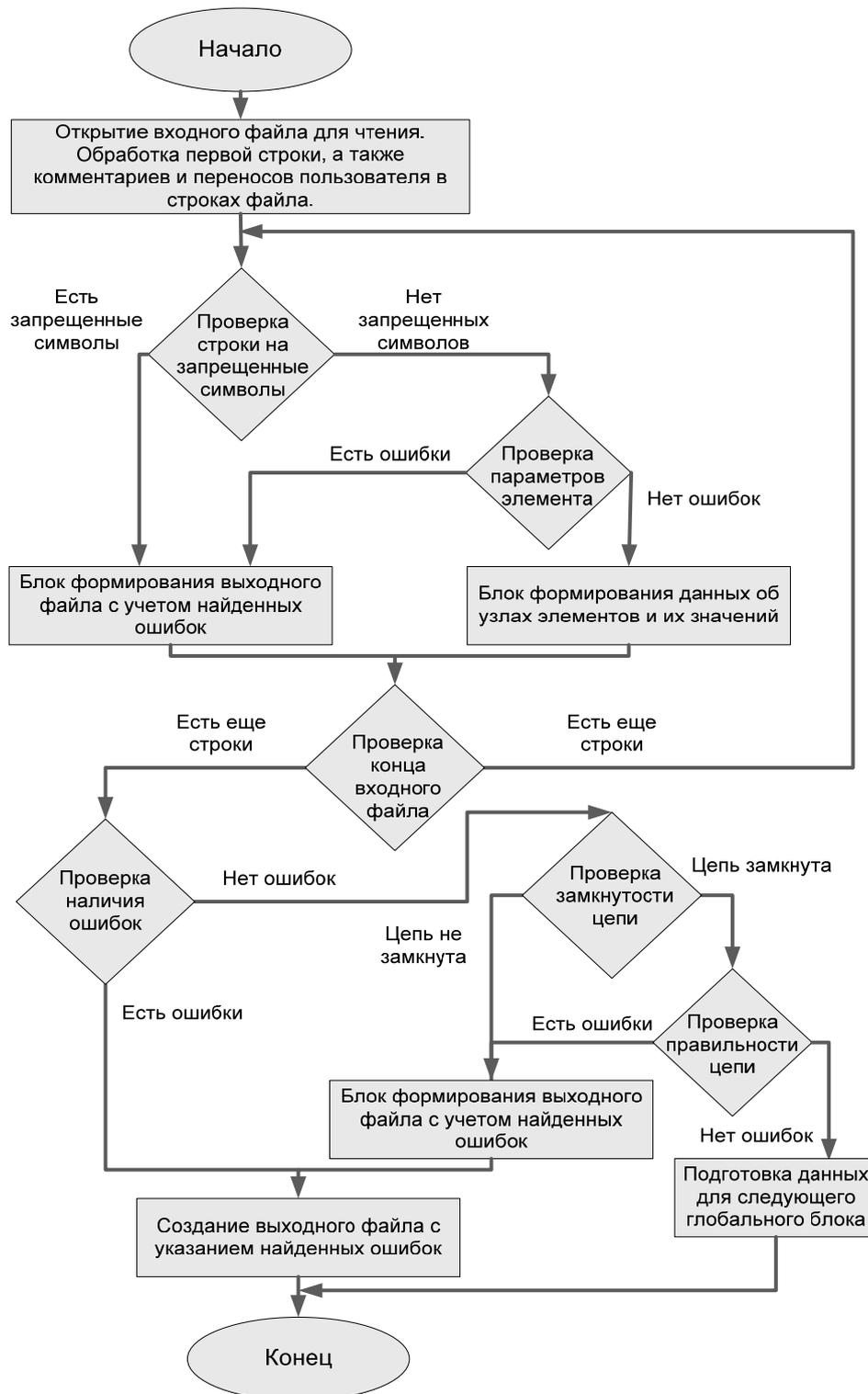


Рисунок 9 – Блок-схема программы входного блока

дуктивностью). Такое обозначение взято для того, чтобы удобней было расширять диапазон используемых элементов в программе. Например, если мы добавим зависимый источник напряжения, управляемый напряжением, то его обозначение будет 401. Каждый второй элемент массива Nраг это имя данного элемента, третий и четвертый – это начальный и конечный узлы соответственно.

Алгоритм программы, реализующей входной блок представлен на рисунке 9.

Теперь, после того как пройден блок исправления ошибок и блок заполнения необходимых данных, мы переходим к реализации методов расчета схемы. Чтобы программа знала, каким методом нужно провести расчет, и что, собственно, нужно найти, пользователь во входном файле использует в начале строки знак «.». И после него задают один из четырех методов анализа цепи: метод контурных токов (МКТ), метод узловых потенциалов (МУР), метод наложения (MN) и метод активного двухполюсника (MAD). Далее через пробел пишется то, что нужно определить, например, IR1 значит, что нужно найти ток на резисторе R1. Если нужно задать несколько запросов, то ставиться запятая и далее через пробел пишется новый запрос.

Рассмотрим подробнее внутреннее содержание метода узловых потенциалов. Изначально выполняется обнуление частей системы, которые в дальнейшем нужно будет определить. Затем происходит последовательное заполнение системы, после чего выполняется запоминание разреженной матрицы коэффициентов перед неизвестными потенциалами в системе по списочному методу. И, в конце выполняется решение полученной системы по методу LU-разложения /3/.

Архитектура будет строиться из одного главного модуля (ствола) и второстепенных (патрубков), что будут реализовывать

отдельные методы для анализа электрических схем. С появлением новых методов будут появляться новые модули. Приложение разработано в среде Borland Delphi при работе со стандартными компонентами под операционную систему Windows XP.

Полезность текстового подхода ввода данных заключается в том, что этот подход является фундаментальным при анализе электрических схем, в отличие, например, от графического метода ввода данных. После того, как пользователь представляет схему в графическом виде, программа сначала переводит ее в текстовый вид, а затем начинает вычислительный процесс. Также с точки зрения затрат по ресурсам компьютера выигрывает непосредственно текстовый подход.

В заключении можно отметить, что в программе полностью обеспечен по всем современным требованиям ввод информации. Как перспективу данной программы можно рассматривать ее внедрение в учебный процесс.

Список литературы

1. Чуа Л.О., Лин Пен-Мин, Машинный анализ электронных схем: алгоритмы и вычислительные методы. Пер. с англ. – М.: Энергия, 1980, 640 с., ил.
2. Кеон Дж. OrCAD Pspice. Анализ электрических цепей. – М.: ДМК Пресс; СПб.: Питер, 2008, 640 с.: ил.
3. Влах И., Сингхал К. Машинные методы анализа и проектирования электронных схем: Пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1988, 560 с.; ил.
4. Жунусов З. А., Дюсебаева А. К. Алгоритм расчета кусочно-линейных цепей в полном координатном базисе // Современное состояние исследования по фундаментальной физике и вопросы подготовки научно-педагогических кадров. – Алматы: 2003, С.149–150.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ NATIONAL INSTRUMENTS ПРИ РАЗРАБОТКЕ ВИРТУАЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ «ПОВЕРКА И ГРАДУИРОВКА ТЕХНИЧЕСКИХ ТЕРМОМЕТРОВ»

Хан Светлана Гурьевна – к.т.н., доцент кафедры инженерной кибернетики Алматинского института энергетики и связи, г.Алматы

Иманкулова Дина Айваровна – магистрант Алматинского института энергетики и связи, г.Алматы

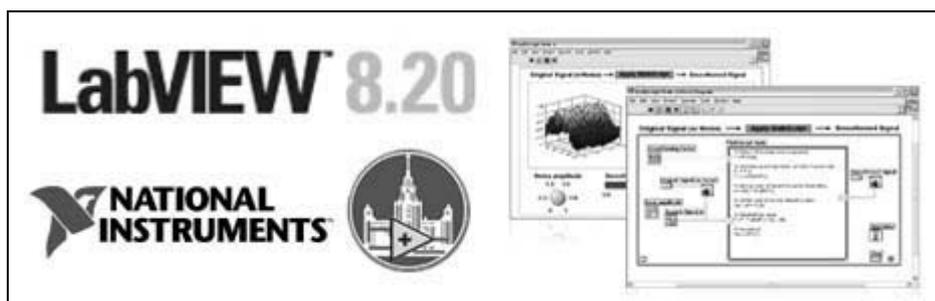
Жаңа ақпараттық технологиялар қазіргі компьютерлік техниканы әртүрлі оқу сабақтарында қолдануға мүмкіндік береді. Бұл жұмыстың мақсаты National Instruments компаниясының технологияларын, дәлірек айтқанда, LABVIEW графикалық ортасын оқу және “Техникалық термометрлерді сынау және градуирлеу” атты виртуалды зертханалық жұмысын әзірлеген кезде зерделеу және пайдалану болып табылады.

Новейшие информационные технологии позволяют использовать современную компьютерную технику в различных видах учебных занятий. Целью данной работы является изучение и использование технологий компании National Instruments, в частности графической среды LABVIEW, при разработке виртуальной лабораторной работы «Проверка и градуировка технических термометров».

Latest information technologies make it possible to use modern computer technology in different types of educational programs. The target of such research is study and utilization of graphical language of programming LABVIEW, the property of National Instruments, provides the opportunity of development of virtual measuring instruments and Laboratory research “Check and calibration of technical thermometers”

В условиях современного развития Казахстана залогом успешной деятельности любого учебного заведения, является выпуск высокообразованных студентов. Для этого необходимо создать высокоэффективные и результативные системы обучения.

Целью данной работы является изучение и использование технологий компании National Instruments, в частности, графической среды LabVIEW, при разработке виртуальных лабораторных стендов.



LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering WorkBench – среда разработки лабораторных виртуальных приборов) является средой программирования, с помощью которой вы можете создавать приложения, используя графическое представление всех элементов алгоритма, что отличает ее от обычных языков программирования, таких как C, C++ или Java, где программируют, используя текст. Однако LabVIEW представляет собой значительно большее, чем просто алгоритмический язык.

Созданную в среде LabVIEW прикладную программу принято называть *Виртуальным прибором (ВП)*. Для человека ясно осознающего содержание измерительной задачи, создание таких ВП является несложным делом. В состав LabVIEW прикладной программы входят две основные составляющие:

- лицевая панель виртуального прибора (Front Panel) (см. рисунок 1);
- функциональная панель или диаграмма (Diagram) (см. рисунок 2).

Лицевая панель (Front Panel) представляет собой интерактивный пользовательский интерфейс виртуального прибора и названа так потому, что имитирует лицевую панель традиционного прибора. На ней могут находиться ручки управления, кнопки, графические индикаторы и другие *элементы управления (controls)*, которые являются средствами ввода данных со стороны пользователя, и *элементы индикации (indicators)* - выходные данные из программы.

Блок-диаграмма (Block Diagram) является исходным программным кодом ВП, созданным на языке графического программирования LabVIEW. Блок-диаграмма представляет собой реально исполняемое приложение.

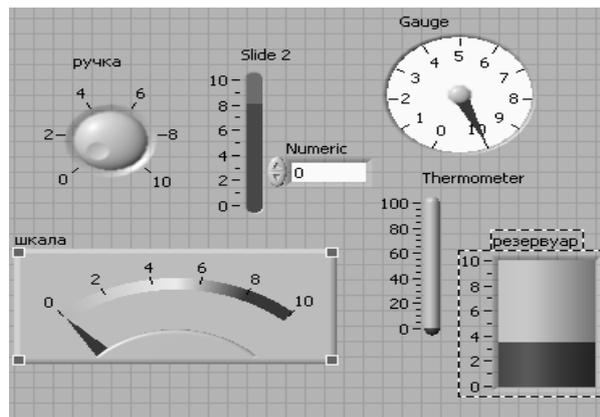


Рисунок 1 – Лицевая панель

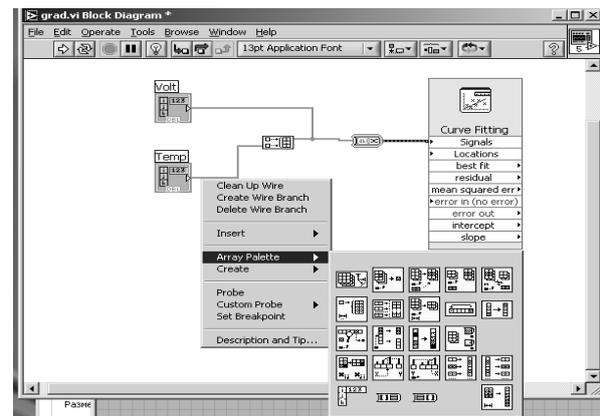


Рисунок 2 – Блок-диаграмма

На кафедре «Инженерная кибернетика» АИЭС разрабатывается комплекс виртуальных лабораторных работ по дисциплинам «Метрология, стандартизация и сертификация» и «Технические средства измерения» для студентов специальности «Автоматизация и управление» в среде LabVIEW.

В связи с переходом Министерства Высшего Образования РК с одноступенчатой системы образования (выпуск инженеров) на двухступенчатую (бакалавриат и магистратура), возникает необходимость создания возможности самостоятельного и дистанционного обучения студентов. Разработка виртуальной лаборатории является одним из эффективных средств для достижения этой цели.

С технической точки зрения данный лабораторный стенд выглядит так: установка состоит из электрической трубчатой печи с нихромовым нагревателем, помещенной в металлический кожух, засыпанный тепловой изоляцией. Образцовый и поверяемый термометры, освобожденные от защитных чехлов, и погружены в металлический блок на 2/3 длины печи. Металлический блок обеспечивает равенство температур рабочих спаев образцовой и поверяемой термопар. Для предохранения рабочего конца образцовой термопары от соприкосновения с металлом, он заключён в керамический колпачок. Холодные спаи (свободные концы) термометров подключены к панели стенда и находятся при комнатной температуре, измеряемой встроенным в стенд ртутным термометром. При обработке результатов необходимо ввести поправку на данную температуру. Температура печи устанавливается в зависимости от величины напряжения, осуществляется по показаниям вольтметра. Регулировка напряжения осуществляется с помощью лабораторного автотрансформатора, встроенного в стенд. Градуировка термопар в печи, установленной на стенде, производится в пределах от 110°С до 550°С. Измерение термоэлектродвижущей силы образцовой и поверяемой термопар осуществляется переносным потенциометром или цифровым милливольтметром.

При разработке виртуального лабораторного стенда по физической установке нами была использована среда программирования LabVIEW.

При запуске ВЛР каждый студент вводит свои личные данные, т.е. фамилию, имя, группу и вариант (см.рисунок 4). Данная информация позволяет преподавателю проверить подлинность выполненной работы студента.

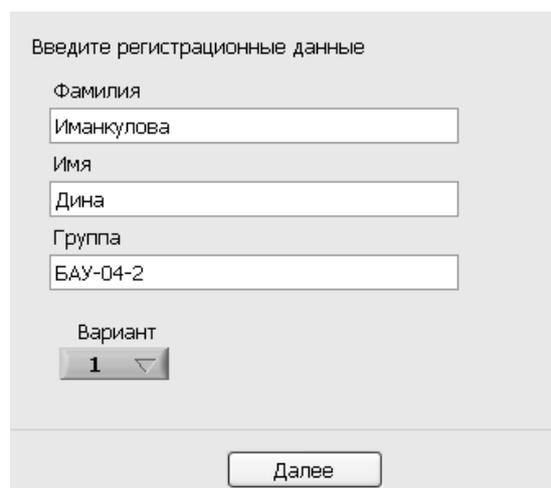


Рисунок 4 – Ввод личных данных студента

После заполнения личных данных пользователя, обучающемуся предоставляется возможность выбрать приборы согласно варианту. На вкладке «Выбор средств измерения» находится три вкладки. Первая- Поверяемая термопара; вторая- Образцовая термопара; третья- Вторичный прибор. На каждой из этих вкладок студент выбирает необходимый прибор из списка предлагаемых приборов. После установки приборов на «Лабораторный стенд», можно увидеть, собрана схема правильно или нет, при помощи индикаторных лампочек (см.рисунок 5). Если схема собрана неправильно, то следует ещё раз внимательно прочитать задание и выбрать другие приборы. Если схема собрана верно, то можно приступать к выполнению следующего этапа обработки результатов.

Для перехода к этапу «Имитационный эксперимент» (см.рисунок 6) выставляется значение «Температуры печи», в зависимости от выданного задания. На вкладке «Имитационный эксперимент» при нажатии кнопки «Начать имитационный эксперимент» можно увидеть результаты измерения. Причём, если переключатель на лабораторном стенде установлен в положение поверяемая термопара, то естественно результаты измерений будут проведены для поверяемой термопары в

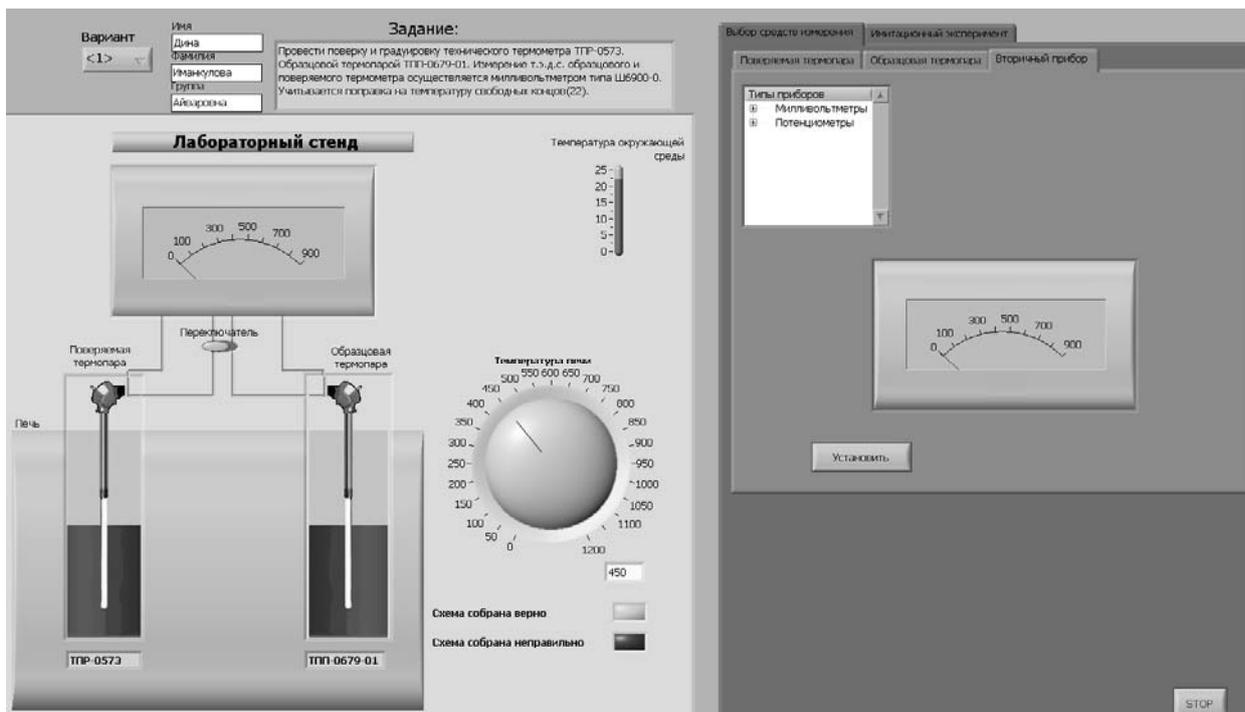


Рисунок 5 – Окно сборки виртуального лабораторного стенда

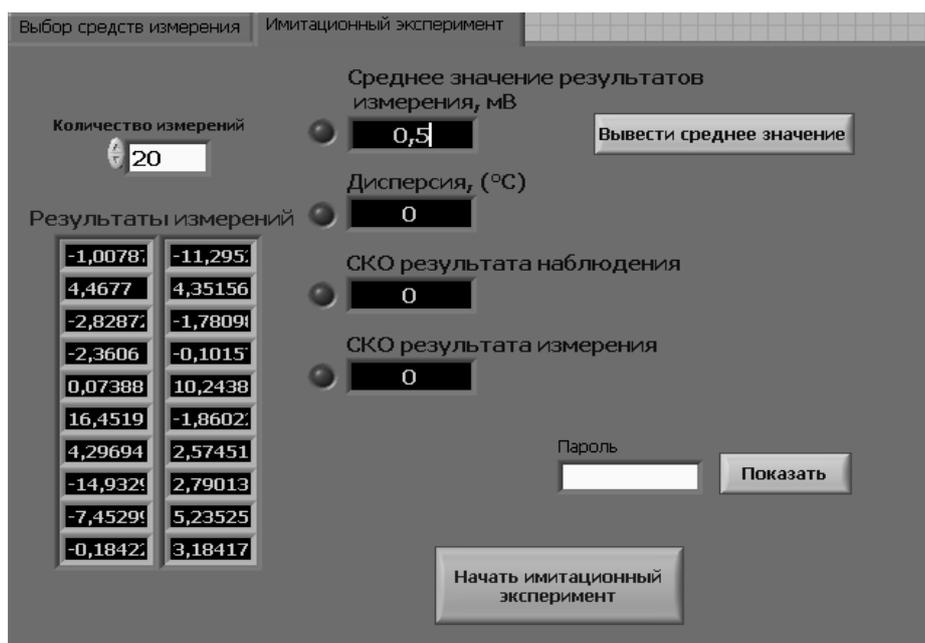


Рисунок 6 – Окно имитационного эксперимента

паре с универсальным вторичным прибором. Если переключатель окажется в положении образцовая термопара, то соответственно результаты эксперимента будут проведены для измерительного канала - Образцовая термопара и Универсальный вторичный прибор. Так же можно задать количество измерений. При нажатии кнопки «Вывести среднее

значение» на экране появляется среднее арифметическое значение всех результатов измерений.

На рисунке 7 представлен фрагмент разработанной программы данной виртуальной лабораторной работы на языке графического программирования LabVIEW.

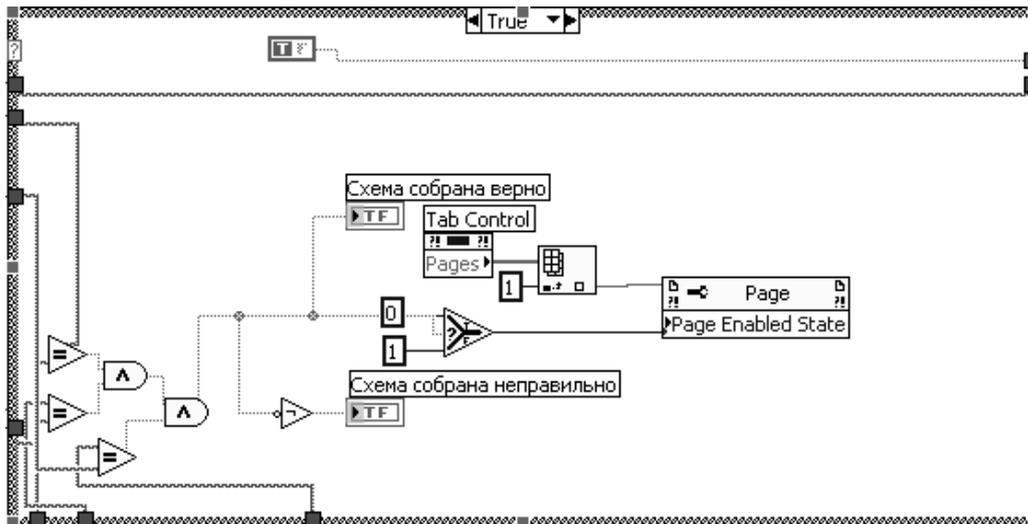


Рисунок 7 – Блок-диаграмма программы на LabVIEW

Выводы

Разработанная в данной работе виртуальная лабораторная работа на языке графического программирования LabVIEW является улучшенным аналогом реальной лабораторной работы. Так же на основе данной ВЛР можно создавать другие лабораторные работы при помощи использования уже готовых виртуальных приборов измерений.

Список литературы

1. Тартаковский Д.Ф., Ястребов А.С. Метрология, стандартизация и техниче-

ские средства измерений. – М.: Высшая школа, 2001.

2. Суранов А.Я. LabVIEW7: Справочник по функциям. – М.: ДМК Пресс, 2005.

3. Тревис Дж. LabVIEW для всех: Пер. с англ. Клушин Н.А. – М.: ДМК Пресс; Прибор Комплект, 2004.

4. Батоврин В.К. Lab View: практикум по основам измерительных технологий. – М.: ДМК пресс, 2005.

5. National Instruments. Учебный курс Lab View основы 1.- Май 2003г.

6. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем - искусство и наука. – М.: Мир, 1978, 418с.

ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ЭКОЛОГИЯ И ЭКОНОМИКА ПО ОТРАСЛЯМ

УДК 338.47:621.315(574)

РЕГУЛИРОВАНИЕ ТАРИФОВ В УСЛОВИЯХ РЕАЛИЗАЦИИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ В ЭНЕРГЕТИКЕ КАЗАХСТАНА

Жакупов Алмас Аусыдыкович – к.э.н., профессор кафедры экономики, организации и управления производством Алматинского института энергетики и связи, г.Алматы

Тузелбаев Бакберген Ибадиллаевич – к.э.н., доцент кафедры экономики, организации и управления производством Алматинского института энергетики и связи, г.Алматы

Мақалада электр энергетикасы саласының жабдықтарын жаңарту мен қалпына келтіруге қажетті инвестицияны тарту кезеңінде электр энергиясының көлемін шектеуге негізделген дифференциалданған тарифті енгізу қарастырылады.

Берілген амал қоғамдық наразылықты төмендетеді және тұтынушылардың энергия үнемдеу мәселелерін шешуге ынталандырады.

В статье рассматривается введение дифференцированных тарифов с лимитированием по объему потребления для населения на период реализации инвестиций в модернизацию и восстановлении технического состояния оборудования в электроэнергетической отрасли. Данный подход снизит социальную напряженность в обществе и будет стимулировать потребителей к решению проблем энергосбережения.

This article deals with the introduction of differentiated tariffs on electricity consumption limitation for the domestic consumers during the implementation of investments for technical upgrading and restoring equipments in the power industry. This approach will reduce social tension in society and will encourage consumers to solve energy saving problems.

Современное состояние электроэнергетической отрасли Казахстана характеризуется рядом проблем в сфере регулирования тарифов на электроэнергию. Так, с начала 2008 года, возникший дефицит мощностей в сочетании с существующим значительным износом основных фондов (свыше 70%) создали проблему надежного и бесперебойного электроснабжения потребителей, особенно в Южном регионе Казахстана /1/.

Вместе с тем, значительная недоинвестированность отрасли требует повыше-

ния и расширения рамки установления предельных тарифов на энергию до 5-7 лет, с тем, чтобы предсказать денежные потоки инвесторам в период реализации инвестиционных программ в энергетику /2/.

Ситуация в экономике усугубляется и значительным ростом цен на сельскохозяйственную продукцию, продовольственные, промышленные товары, ГСМ, услуги и т.д.

В этих условиях Премьер-министром, при его выступлении перед депу-

татами в Мажилисе, была поставлена задача; «...выработать с одной стороны стратегию частичного регулирования тарифов на электроэнергию, а с другой стороны дать возможность инвесторам вкладываться с тем, чтобы в отрасли был прогнозируемый тариф до 2015 года».

На первый взгляд, единственный путь по решению указанных проблем в условиях инфляционного повышения цен на товары и услуги в смежных с энергетикой отраслях – это повышение уровней тарифов на электроэнергию у потребителей. Так с 5 июля текущего года отпускная цена ЖГРЭС повышена на 31 % с 4,5 до 5,9 тенге за 1 кВтч.

В Антимонопольное агентство Южно-Казахстанской области подана заявка от энергетиков Южно-Казахстанской области об установлении с 10 июля 2008 года тарифа на электроэнергию на уровне 10,06 тенге/кВтч.

Северные энергоисточники - основные поставщики электроэнергии на Юг Казахстана увеличили отпускные цены в среднем на 15% с 2,3 до 3,2 тенге/кВтч. Кыргызстанские поставщики, пользуясь сложившейся ситуацией, увеличили отпускные цены на электроэнергию в 3 раза до уровня 4,9 цента США за 1 кВтч (5,88 тенге/кВтч).

Повышение тарифов на электроэнергию стала практической неизбежностью, но это, естественно, обострит социальную напряженность в обществе.

Таким образом, назрела необходимость научно обосновать и ускорить разработку простого (для быстрого реагирования на создающуюся ситуацию) механизма регулирования тарифов для предотвращения социальной напряженности и создания условия для эффективной работы энергетических компаний.

Изучив мировой опыт в сфере регулирования тарифов и учитывая сложившуюся ситуацию в электроэнергетической

отрасли Казахстана, предлагается методический подход, базирующийся на установлении тарифов на электроэнергию по объему потребления электроэнергии (на начальном этапе для двух категории потребителей).

К первой категории отнесено население с установленным лимитом потребления электроэнергии на 1 человека в месяц с обоснованным социальным уровнем тарифа. Объем потребленной электроэнергии свыше установленного лимита будет оплачиваться по рыночному тарифу с учетом региона. Ко второй категории относится остальные потребители (в том числе население потребляющего, больше лимитируемого или квотируемого объема электроэнергии) энергоснабжающих организаций.

Однако реализация такого подхода потребует установки счетчиков, позволяющих учитывать объем электроэнергии в месяц, вместе с тем, это явится стимулирующим фактором для потребителей в выборе наиболее экономичных режимов использования энергоресурсов.

В данном подходе алгоритм установления таких тарифов осуществляется в следующей последовательности: с начала устанавливаются предельное значение квотируемого объема потребления электроэнергии на 1 человека в месяц. Объем потребления на одного человека в месяц может корректироваться на региональном уровне с учетом климатических и иных особенностей Казахстана. Если объем перевесит предельное значение квотируемого объема потребляемой электроэнергии в определенном периоде, то на сверхквотируемый объем действует рыночный тариф.

Проблема определения квотируемого объема потребляемой электроэнергии достаточно сложная задача и на начальном этапе апробирование метода, ее величина может быть установлена компетентным

органом (МЭМР РК) применительно ко всем регионам Казахстана.

Предполагаются исследования по обоснованию величины котируемого объема потребляемой электроэнергии по существующим энергоснабжающим организациям в регионах Казахстана, что потребует получение следующей информации:

- ежемесячный, квартальный объемы потребления электроэнергии потребителей;
- затраты на покупку электроэнергии;
- затраты по оказанию услуг по транспортировке электроэнергии по национальным электрическим сетям;
- тарифы, тарифные сметы, утвержденные Антимонопольным Агентством.

Установление тарифов по объему потребления электроэнергии предусматривает введение платы за электроэнергию, учтенную счетчиками при двух ставках:

- ◇ за электроэнергию, потребляемую меньше нормативного (котируемого) значения;
- ◇ за электроэнергию, потребляемую больше нормативного (котируемого) значения.

Котируемое значение устанавливается уполномоченным органом.

Плата за электроэнергию составит по группам:

$$П1 = T1 * W_{\text{нас.квот}}; \quad (1)$$

$$П2 = T2 * W_{\text{др}}, \quad (2)$$

где $W_{\text{нас.квот.}} + W_{\text{др}} = W_{\text{общ}}$ – общее потребление электроэнергии за расчетный период времени, тыс. кВтч;

$W_{\text{нас.квот.}}$ – потребление электроэнергии меньше котируемого значения, тыс. кВтч;

$W_{\text{др}}$ – потребление электроэнергии больше котируемого значения, тыс. кВтч.

Тарифы дифференцированным по двум группам определяются по формулам:

$$T1 = ((Z_{\text{пок}} + Z_{\text{кегок}}) \times \alpha) / (W_{\text{нас.квот}}) \quad (3)$$

$$T2 = (Z_{\text{пок}} + Z_{\text{кегок}} + Z_{\text{рэк}} + Z_{\text{сбыт}} + \text{УП} - (Z_{\text{пок}} + Z_{\text{кегок}}) \times \alpha) / W_{\text{др}} \quad (4)$$

где:

$T1$ – тариф (с ограничением по объему потребления) по первой группе (тенге/кВтч);

$T2$ – по второй группе (тенге/кВтч);

$Z_{\text{пок}}, Z_{\text{кегок}}$ – затраты электроснабжающей организации на покупку электроэнергии и за транзит по НЭС;

$Z_{\text{рэк}}, Z_{\text{сбыт}}$ – затраты электроснабжающей организации по передаче электроэнергии по сетям РЭК и собственные затраты по электроснабжению потребителей;

$W_{\text{нас.квот}}, W_{\text{др}}$ – объем потребления электрической энергии потребителей первой и второй групп соответственно, (тыс. кВтч);

УП – уровень прибыли ЭСО, включаемый в тариф, необходимый для эффективного функционирования электроснабжающей организации;

α – коэффициент определяющую долю затрат населением от общих затрат по покупке и транзиту электроэнергии, определяется по формуле

$$\alpha = W_{\text{нас.квот}} / (W_{\text{нас.квот}} + W_{\text{др}}), \quad (5)$$

где $W_{\text{нас.квот}}, W_{\text{др}}$ – объем потребления электрической энергии потребителей первой и второй групп соответственно, (тыс. кВтч).

Основой для установления предлагаемых тарифов по объему потребления электроэнергии (по двум группам при сохранении режима потребления), является соблюдение следующего условия: доход от продажи электроэнергии после введения тарифов с лимитированием по объему потребления не должен быть меньше дохода от действующих тарифов.

Выводы

Введение тарифов с лимитированием по объему потребления для населения

позволит на период реализации значительных финансовых инвестиции в модернизацию и восстановление технического состояния оборудования в отрасли, снизить социальную напряженность в обществе.

Установление рыночных уровней тарифов на сверхлимитное потребление электроэнергии будет стимулировать потребителей к решению проблем энергосбережения.

Однако определение оптимального уровня тарифов по регионам потребует дополнительных исследований при опре-

делении котируемых объемов электроэнергии.

Список литературы

1. <http://www.memr.gov.kz>, «Об итогах работы отраслей топливно-энергетического комплекса за 2007 год и январь-июнь 2008 года».

2. «План мероприятий по развитию электроэнергетической отрасли РК на 2007-2015 годы», утвержденный распоряжением премьер-министра Республики Казахстан от 31 мая 2007 года N 147-р.

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

УДК 656.7.01;005.6 (574)

**ӘБУ НАСЫР ӘЛ-ФАРАБИ ЖӘНЕ ГРЕК ҒЫЛЫМЫ:
МӘДЕНИЕТТЕР СҰХБАТЫ**

Қабылова Айна Сағатбековна – филос.ғыл.канд., Алматы энергетика және байланыс институтының Әлеуметтік пәндер кафедрасының доценті, Алматы қ.

Отандық фарабитануға иек арта отырып, автор Екінші Ұстаздың философиялық танымындағы исламдық, түріктік және антикалық өркениеттердің өзара ықпалын айқындауға тырысады. Ұсынылған еңбекте Фарабидің төл шығармаларынан үзінділер мен цитаталар мол келтірілген. Автор арабша, ағылшынша, түрікше тілдеріндегі деректерді пайдаланған.

Опираясь на отечественное фарабиеведение автор намечает свой подход к взаимоотношению достижений исламской, тюркской и античной цивилизаций в философском понимании Второго Учителя. В статье приведены цитаты и отрывки из произведений аль-Фараби. Автор использовал сведения на арабском, английском и тюркском языках.

According to traditions of last years in Kazakhstan dissertant gives a new approach to synthesis of antique, Islamic and Turkic cultures in philosophy of the thinker. Sinthes of cultures in Al Farabi's philosophy are completed by perfect quest of ways to synthesize the East and the West. The article is about the problem of philosophy in Al Farabi's creative life.

Жоғалып кеткен Фәлсафаның шарықтауы атты трактатында әл-Фараби гректік, эллиндік, сириялық және мұсылмандың фәлсафаның тарихына сипаттама беріп, грек патшалары дәуірінен өзек алған бұл ғылымның Аристотель /322 ж.қ.б./ қайтыс болғаннан кейін Александрияға жетіп **Клеопатра** /Египет перғауындарының әйел патшасы/ көз жұмғанға дейінгі аралықтағы шарықтауын керемет баяндайды, - деп атап көрсетеді. XIII ғасырда өмір сүрген тарихшы Ибн Аби Усайбиа /1270 ж.қ.б./. Ойшылдың ойынша Птоломейлік кезеңде кеменгер он екі ойшыл мәшһүр бо-

лып, философияны дамытса, солардың ішіндегі ең кәмілі деп Андрониксті /б.э.д. 40 ж.қ.б./ айтуға болады.

Бейрут университетінің профессоры **Мажид Фахридін** айтуынша, өз заманында әл-Фараби Рим императоры Августустан Александрия кітапханасынан Аристотель еңбектерінің көшірмесін қарастыруын өтінген /12; 10/. Августус бұл өтінішті орындап, бірінші ұстаздың бүкіл еңбектерін топтастырып, жинақтап білім алудағы негізгі құрал деп жариялапты. Аристотель еңбектерінің көшірмесін Александриядағы білім орталығына қалдырып, кейбір бөлімін Андроникстің

көмегімен Римге алып кеткенге ұқсайды. Сөйтіп, Египет пен Римде грек мұрасы насихатталып, христиандық кезеңге дейін талапкерлер тәлім алған. Алайда христиандық кезеңде Римде дәріс беру тоқтатылып, Александрияда ғана жалғасын табады.

Сөзіміз дәлелді болу үшін деректерге жүгінсек, христиандық дәуірде епископтар кеңесі шақырылып, білім берудің негізгі ерекшеліктері ұйғарылады. Епископтардың тұжырымы бойынша Аристотельдің логикалық туындылары, оған қоса *Категориялар*, *Түсіндіремлер*, *Приор Аналитикасының бірінші бөлімі*, Порфиридің *Исагогасы* сияқты туындыларды оқуға рұқсат беріліп, тәжірибе жүзінде кеңінен насихаттала бастайды. Ал кітапханадағы басқа да еңбектер, мысалы *Постериор Аналитикасы*, *Топика*, *Софистика* сияқты еңбектер христиан дініне қауіпті, зиянды деп танылып, оқуға тиым салынады. Алайда кейінірек ислам дінінің өмірге келуіне байланысты білім орталығы Александриядан Антиохияға ауыстырылып, білім беру жүйесінде тағы да елеулі өзгерістер болады. Антиохиядағы білімнің шарықтауына Харран мен Мервадан шыққан ойшылдар үлкен үлес қосқан. Олар Ибрахим әл-Марвази, Иуханна ибн Хайлан, Исраиль және Куайрилер. Бұл ғалымдар өздерінің ғылыми ізденістерін Багдадта жалғастырған. Өз кезегінде Ибрахим әл-Марвази Матта ибн Иунусты /911 ж.қ.б./ біліммен сусындатса, Иуханна ибн Хайлан әл-Фарабиге дәріс беріп, ерекше шәкірт ретінде бағалаған. Кейінгі еңбектерінде әл-Фарабидің өзі бұл туралы ерекше ілтипатпен айтып, логиканы меңгеруіндегі Иуханна еңбегін үнемі еске алып отырады.

Антика философиясы мифология мен заманауи ғылымның тарақиятты іштесу әсері арқылы дамыды. Бұл жөнінде Әбу Насыр әл-Фараби *Философияны*

қалай дамыту керек /Ма Ианбааи ан Иатақаддам әл-Фалсафа/ атты қысқаша трактатында грекиядағы өмір сүрген барлық философия мектептері мен оның ізбасарлары туралы ерекше қарастырған тізімдемесін ұсынады. Пифагор негізін қалаған Пифагор мектебі, Аристиппус негізін салған Сиренай мектебі, Кристиппус ізбасарлары туралы және осылардың ұстаздық қызметтері Афина храмында танымал болғандығын ойшыл ерекше таңданыспен еске алып отырады. Алайда осы шығармасында ойшыл стоицизм мектебінің негізін қалаушылар туралы түк те айтпайды. Отырарлық ойшыл көбінесе Диогенез негізін салған Циник мектебі туралы көп қалам тартқан. Бұл мектептің ізбасарларын тіпті Мажид Фахридің шығармаларында «иттер» деген теңеумен кездестіреміз /12; 15/. Себебі бұл ағым жақтастары азаматтық борыш пен махаббатты көздің қарашығындай қорғаштаған. Келесі мектеп өкілдерін әл-Фараби Пирро негізін салған Скептиктер, кейде Неагаторлар деп көрсетеді. Бұлар болса білімнің мүмкіншіліктеріне күмән келтіріп, оның пайдасы жоқ деген оймен адамдардың білім алып көкірегін оятуға бірден бір қарсылық көрсеткен. Осылармен салыстыру мақсатында болар ойшыл Эпикур жақтаушылары Гедонистер туралы көбірек сөз қозғап, олар фәлсафаның мақсаты - білімге қызмет жасау арқылы ләззаттану деген пікіріне түсіндірме береді. Тізімдеменің соңында ойшыл Перипатетиктер немесе Платон мен Аристотель ізбасарларын ерекше ілтипатпен қайталап, олардың қызметіне ерекше баға береді. Екі дананың тарих сахнасындағы түбегейлі бетбұрыстары әлем дамуының бағытына жол салды дейді /12; 16/. Сөйтіп екі дананың қаламынан туындаған біраз еңбектерді көрсетіп, салыстырма жүргізген.

Платон фәлсафасы және оның бөлімдері атты трактатында әл-Фараби грек

ойшылының адамдар арасындағы ақиқат бақытқа қол жеткізу мәселесі туралы ойларына түсіндірме жасаған. Сырттай қарағанда бұл трактат әншейін біреудің көзқарасына жазылған түсіндірме сияқты, ал мазмұнына үңілетін болсақ платондық ілімнің мәнін шынайы талқылайтын ерекше туынды. Аталмыш трактат жеті бөлімнен отыз екі баптан тұрады. Еңбектің өн бойында әл-Фараби адамның бақыты туралы Платон көзқарастарының қалыптасуы мен дамуына ерекше мән берген. Әуелі,- дейді әл-Фараби,- Платон мүлтіксіз жетілген кемел адам және оның бақыт жолындағы талпынысына шұбасыз шындық пен қалтқысыз жетілгендік деңгейде күдіксіз құнды дәлелдерді ұсынады. Бақытқа қол жеткізу тұжырымдамасына Платон Адам табиғаты атты кітабын арнаған /6; 29/.

Трактаттың екінші бөлімінде Платон білім /*Таэтет*/ және білім табиғатын қарастырған. Қосымша ретінде *Филеб*, *Протагор*, *Менон* атты сұхбат үлгісіндегі туындысының мазмұны баяндалыпты. Үшінші тарауда Платон өнер мен қабілеттің арқасында әлемді танып, ғылымға қол жеткізу арқылы адам кемел күйге түседі, алайда сол білімді меңгеру жолындағы нағыз өнердің қай түрі көмекші бола алады деген сауалға жауап береді. Дәл осы тарауда грек ойшылы *Евтифрон*, *Кратил*, *Ион*, *Софист*, *Евтидем*, *Парменид* сияқты сұхбат түріндегі шығармасын ұсынады. Әл-Фараби осы мәселелерді қарастыра отырып, философиядағы ең маңызды мәселе болып табылатын табиғат және силлогистикалық /*софистикалық*, *риторикалық*, *диалектикалық*/ өнер арасындағы айырмашылықтың *тіл білімі өнеріндегі* рөлі мен маңызын айқындаған /6; 30/. Төртінші тарауды грек ойшылы *тәжірибелік өнер мен одан туындайтын әрекеттерге* арнаған. *Екінші Алкивиад*, *Гиппарх*, *Ион* атты қосымшасы

тағы бар/6; 30/. Әл-Фарабидің ойынша Платон осы кезде жорылған алдамшы және ақиқат құндылықтар арасындағы айырмашылықтар мен өмір сүру үлгісінің әртүрлілігін зерттеу деңгейінде жүргенге ұқсайды. Платон бесінші тарауда көпшілік мақұлдаған теоретикалық және тәжірибелік өнер мен өмір сүру үлгісінің бақытқа қол жеткізудегі қажетті біліммен қамтамасыз ете алмайтындығын мойындай отырып, сол сұраққа жауаптың батыл шешімін табу керектігін сезінгендей. Платон- дейді Отырар ойшылы,- дерексіз қиялмен жорылған өнер және адам өмір сүру үлгісіне ықпалды өнердің қандай болуы керек деген сұранысқа жауап іздейді /6; 30-31/.

Сонымен бірге Әбу Насыр әл-Фараби Платонның *Пир*, *Хармид атты еңбектеріндегі* элеуметтік-этикалық көзқарастарына да зерттеу жүргізе отырып, мемлекетті басқару өнерін, қайырымды әкім, екі жүзді яки бір беткей әкім бейнесін, махаббат пен достық ұғымын, адамның мінез-құлқын, көңіл қанағаттанатын өнегелі кемелдену жолын қарастырады.

Алтыншы тарауда антикалық ойшыл ақиқат өмір үлгісі, қайырымды әрекетке ұмтылыс, қараңғылық пен оңбағандық өмір үлгісіне қарсы күресу сияқты түсініктерге сипаттама береді. Осы мәселемен таныса отырып, әл-Фараби түсіндіру деңгейі дәлелді болуы мақсатында адам мен хайуан арасындағы айырмашылық тұрғысында әдемі теңеулер келтіреді. Жетінші тарауды Платон іс-әрекет арқылы қайырымды қалаға қалай қол жеткізуге болатындығы туралы ұсыныстармен аяқтайды. Ал Әбу Насыр болса Платонның *Менексен* атты шығармасын қарастырып қана қоймай, Сократ пен Фрасимах /15/ ілімдеріндегі тәрбие мен ғылыми білім қалыптастыру әдісіндегі әркелкілікті даралайды, салыстырма жүргізеді, сонымен бірге кемел

адам мен бақытты қоғам туралы Платон ілімін нақтылап, дәлдікпен зерделейді.

Әл-Фарабидің әлеуметтік-этикалық көзқарастарын жете ұғыну үшін *Платон заңдарының мәні* атты еңбек те көп септігін тигізеді. Еңбектің кіріспесінде Әбу Насыр былай дейді: кемеңгер Платон көп мәселені тұспалдап, жұмбақтап, белгілі бір нәрсені өз қалпынан өзге, жанама сипатында көрсету арқылы эстетикалық тұрғыдағы әдісті қолданған, бұл дегеніңіз қарапайым оқырманға күрделі. Сол себепті мен аталмыш шығарманы жеңілдетіп, қарапайым адам ұғымына сиярлық деңгейде ұсындым. Платон,- дейді әл-Фараби,- аталмыш еңбекте адамдарды қызметіне қарай /*заңгерлер, қолөнершілер, әскери адамдар, теңіз саяхатшысы*/ арнайы топтарға бөледі. Бұл Платондық жіктеу қала тұрғындарының арасындағы еңбек бөлінісін реттейді /13; 239/. Платон *Заңдарындағы* дін проблемасы да ойшыл назарынан тыс қалмайды. Бұл мәселе Екінші Ұстаздың *Дін туралы, Кітаб әл-Хуруф* еңбектерінде жақсы көрініс берген. Бұл жерде отырарлық ойшыл Платонның діни-мистикалық көзқарасына қарсы шығып, үлгілі мемлекет азаматтарына міндетті түрде діннің керектігі туралы тұжырымын әшкерелейді. Бұдан шығатын қорытынды әл-Фараби кей тұстарда Платонды үлгі еткен Спиноза /14/ мен Руссо пайымындағы *азаматтық дінге* кереғар ұстанымда екендігін дәлелдейді. Себебі әл-Фарабидің айтуынша *қайырымды тәртіп* орнату тек қана дінге байланысты емес, бұл жерде философия керек, «қайырымды дінді сезіну мазмұнын орнықтыру философияның еншісінде» /1; 79,80,87-90/. Жерлесіміз әл-Фараби антикалық ойшылдардың еңбектерін оқи отырып, философия мен қала /*қоғам*/ арасындағы байланысты түсінді. *Мемлекет пен Заңдар* атты еңбектерінде Платон қайырымда қала орнатудағы алғы

шарттылықтар мен әлемді басқаратын заңдардан бастау алатын өнер туралы ілімін жалғастыра отырып, эстетикалық талғам тұжырымын ұсынады. Алайда Әбу Насыр Платонның барлық шешімін құп ала бермейді, идеализм мен мистикасын сынға ала отырып, өз қағидасын алға тартады. Сол себепті де Отырар ойшылының социологиялық, этикалық және эстетикалық көзқарастарында өзіне ғана тән, платондық мистика мен діни-мифологиялық ықпалдан алшақ сарын байқалады. Бұл дегеніңіз Платонның әлеуметтік-этикалық көзқарастарын әшкерелеу емес, керісінше өз кезегінде ойшыл заманалық талғаммен сана-са отырып, құнды ойлар дамытып, қоғам келбетін ашудағы жаңа талпыныс көрсете отырып күн кешкенін айтқанымыз жөн. Ал жерлесіміз Әбу Насыр болса өз уақытының тарақиятты ойлау мүмкіншілігі арқылы әділетті қоғам құру үлгісіндегі мүлтіксіз шынайы сана деңгейінде кіршіксіз азаматтық қоғам құрудағы өзіндік болмысы бар тұлға.

«Аристотель адамның жетілгендігін Платон қарастырғандай етіп, ал /кейбір жағдайларда/ одан да кеңірек қарастырады. Бірақ Аристотель өзі түсіндіре /алмағанда/ және олардың арқасында нақты білімге жетуге болатын дәйектердің көмегімен өз түсіндірмесін жеңілдете /алмағанда/, Платон /әдетте/ бастайтын тұжырымнан емес, ертерек бастау керек деп есептейді»/10;71/. Абу Насыр Аристотельді кемеңгер ойшыл дей отырып, Бірінші Ұстаздың бүкіл теоретикалық ізденістері адамзаттың жоғарғы кемелдікке қол жеткізуіне бағытталған дейді. Бұл үшін олар логикаға сүйене отырып, философиямен шұғылданулары керек. Себебі, Абу Насырдың ойынша логика арқылы ақиқатты адасудан айыруға болады. Аристотельдік ой-желіске сүйене отырып әл-Фараби адам баласының бойын-

да туа біткен және оқу мен дағдының нәтижесінде пайда болған, жүре келе дарыған қасиеттер болатындығын басып айтады. Аристотельдің ақиқатқа қол жеткізудегі бағдарына түсініктеме жасай отырып, отырарлық ойшыл адам жанындағы сезімталдықты ояту арқылы жақсылық пен жамандықтың шекараларын белгілейді.

Отырарлық ойшыл шығармашылығында логико-гносеологиялық мәселе маңызды тақырып болғандықтан, бұл бағытты «Диалектика» трактатындағы таныммен айқындаймыз. Жалпы ойшыл шығармаларындағы «диалектика» дегеніміз не? Абу Насыр талғамындағы диалектика негізінен аристотельдік тұжырыммен біртектес болып келеді, алайда жекелеген сәттерде Бірінші Ұстаз бен қазіргі жаңашыл диалектикалық ұғымнан алшақ кететін тұстары да бар /6;29/. «Аристотель философиясында диалектика - әңгіме, пікірталас қана емес, болмыс пен пайымның негізгі және жалпы анықтамасын тануды көздейтін ғылыми және философиялық зерттеу әдісі» /7;11-12/. Ал А.Ф.Лосевтің ойынша аристотельдік диалектика «эвристика, психология, ғылыми методология, философия және логика элементтерін топтастырады. Аристотельдік диалектика – барлық түрінде адамзат ақыл ойына қолайлы, түсінуге оңай, тірі адамилық әдеби жанр» /1;257/. Бірінші Ұстаздың ұстанымдарына жүгінетін болсақ, диалектика «үш мақсатта пайдалы: машықтану үшін, ауызша пікірталас үшін, фэлсафалық білім үшін... Диалектика - жетекші сұрақ қою өнері» /4; 350-351/. Аристотельдің ізінше отырарлық ойшыл диалектиканы философиялық, логикалық және ғылыми зерттеу тәсілі деп қарастырады. Сондықтан да ол аристотельдік *Топиканың* диалектикалық идеяларын дамытуға үндейді, диалектикалық ойлаудың арқасында «заңдар

- жетілген, маңдай алды, абзал және тиімді» /3;140/ күй кешеді деген пікір ұстанады. Адамдар бойына диалектикалық өнер дәнекерлігі арқылы силлогизмді өңдейтін қабілеттілікті дарытады. Диалектиканы ойшыл өнерге, кәсіпке жатқызады. Арабша бұл ұғым *әл-джадал*, ал оның лексикалық мағынасы: пікірталас, ғылыми айтыс дегенді білдіреді /6;73/. Аль-Фараби Аристотель сияқты диалектиканың софистикаға жақындығын жасырмайды. Алайда адам алданып қалмас үшін «әр пікірді және әр ойды» диалектикалық пайым әдісімен зерделегені жөн /3;132/.

«Бұлар – қос философ данышпан, философияны жасаған шеберлер. Олар философияның бастамасы мен негізін қалап, оның кейбір салаларын соңына жеткізіп тәмамдады»/3;41/. Екінші Ұстаз дүниетанымының қалыптасуына, ғылыми есейіп шынға шығуына әсер еткен грек ғалымдарының еңбегін бағаламасқа болмайды. Бұл мәселе төңірегінде А. Койре /9/ қаламынан туған шығармаларды арқау етсек болады. Бұл еңбекте грек ғылымы мен білімін қабылдауда латындық Еуропадан гөрі мұсылмандық Шығыстағы аса терең зиялылыққа талдау жасалынған. Мысалы, А.Койренің айтуынша бір таңқаларлығы римдіктер жаңа ашылымдарды, терең пайымдаулар мен түсіндірмелерді өмірге әкелмек түгілі, аударма жұмысымен шұғылдануды ойларына да алмаған /9;15/. Дәл осы тұста араб әлемі мүлдем басқа жағдайды бастан кешіріп жатқан болатын. Саяси басып алу жорықтары аяқтала салысымен, араб-ислам әлемі гректердің мәдени мұрасына үңіліп, оның жетістіктерін меңгеруге барынша күш салады. Кәдімгі қазынадан ақша бөлініп *Даналық үйіне* даналық үлгілерін насихаттауға бұйрық береді. Адамзат білімінің нағыз энциклопедиясын өмірге әкелген Аристотель мен Платон еңбектері зерттеліне бастал-

ды. Бұл орайда неоплатонизм бағытында еңбектенген ғалымдардың қызметі өте зор. Осы орайда Әбу Насыр сынды ойшылдар гректердің барлық мәселесін құп алмай, қажеттісін елеп-екшеп, «керегін алып, ақылы ұнағанын жаңалап қосып» /8;12/ отырған.

Әл-Фарабидің *Қос философ – қасиетті Платон мен Аристотель көзқарастарының ортақтығы туралы* трактатасындағы Платон мен Аристотельді жақындастыруға немесе қалай да олардың арасында кейбір дау-дамайларға негіз болып отырған және оған әл-Фарабидің өзі куә болған мәселелерде бөлектендіретін шекараны жұмсартуға ұмтылысы, ең алдымен, өз тарихын тану арқылы жауап беру философиясын іздеумен түсіндіреді. Орта ғасырдағы исламдық ойшыл Платон мен Аристотельдің арасында *негіздер мен мақсаттар турасында көзқарас келіспеушілігі жоқ*, яғни философияның мәнін және оның пәнін түсіндіруде алауыздық жоқ деп бекер айтпаған /5;15/.

Әл-Фарабидің пікірі бойынша, «философияның анықтамасы және оның мәні дәл сол нақты ғылым болып табылуында. Бұл екі даналардың екеуі де философияның жасаушысы болды; олар оның бастамасын жасады және негізін қалады, әрі оның кейбір салаларын соңына дейін жеткізіп, философияны қорытындылады. Жалпыда және жекешеде ол екеуіне арқа сүйеді, мағыналы және мағынасыз нәрседе оларға жүгінеді, кез келген ғылымда /және өнерде/ олардан туындап жатқанның бәрі табан тіреуге боларлықтай негіз болып табылады...» /3;42/. Сондықтан әл-Фарабидің Платон мен Аристотельдің көзқарастарын синтез жасауға ұмтылысы таным үрдісіндегі философияның мақсаты мен міндетінен, оның орта ғасырдағы ислам мәдениетіндегі статусынан туындаған

нәрсе. Ол исламдық орта ғасыр мәселелерінің әртүрлі қырлары бойынша пікірталастарда сынға ұшырап, орынсыз шабуылға душар болған жағдайларда әл-Фараби антикалық классиканың беделін қорғады.

Грек ойшылдарының туындыларымен таныс болған ойшыл өзі өмір сүрген кезең сұраныстарына жауап бере отырып, үндестікті ұстай отырып, антикалық ой-сананың ұстанымдарын зерделейді. Ол былай дейді: «Аристотель «Метафизиканың» *литерамен* таңбаланып, *лямбда* әрпімен белгіленген бөлімдерінде, сол алғы шарттарда көрсетілген ережелердің алғашқылығын бекіту үшін олардың дұрыстығын түсіндіруге көше отырып, Жаратушыны /Оның мәртебесі арта берсін!/ бастама ретінде қабылдайды. Оған дейін де, одан кейін біздің заманымызға дейін де бұған ұқсайтын еш нәрсе мәлім болмаған. Жаратушының барын және әлемнің мәңгілігін жоққа шығаруда сенімді болып, сол жолды таңдаған адамға күмәнмен қарауға бола ма?» /3;86/. Сөйте тұра ол Аристотельді әлденеше рет «дана ұстаз» деп атады. Оған қоса ойшыл «оның әдісін түсінудің қиын, түсініксіз екенін және көп нәрсенің шатасып кеткенін ескертеді...» /3; 50/ және «Аристотельдің... біліміне әрі байқампаздығына қарамастан, бір ғана ғылымда – діни құдіреттілік туралы ғылымда – оның өзіне-өзі қайшы келетіні ақылға сыймайды» /3; 93/. Бұдан шығатын қорытынды Әл-Фарабиде еліктеушіліктен гөрі дұрыс жол көрсету мұраты басымырақ. Бұл тұрғыда ойшыл *Платон заңдарының мәні мен Аристотель философиясы* атты трактаталарын мұрағаттайды. *Платон заңдарының мәні* деп аталатын еңбегінде Әбу Насыр «біз екі есе пайдалы болып табылатын, өйткені олардың қойған мақсаты біздің де мақсатымыз болып шықты, біз одан керемет және нәзік ойларды әрі құнды

идеяларды алған жазылмаған заңдардың мазмұнын түсіндіруге данагөй /Платон/ өзінің алдында мақсат етіп қойды деген қорытындыға келдік» /2;207/.

Әбу Насыр Платонның саяси көзқарастарын көп зерттеген. Өз кезегінде айтар болсақ, қоғамдық-саяси өмірде белсенділер қатарында болған Ибн Синаның өзі бұл мәселеге оншалықты қызықпапты. Екінші Ұстаз Платонның: «Шынайы заң шығарушы – қасиетті ізгілікке қол жеткізу үшін тиісті осы ізгіліктерді желілі жүйеге келтіретін адам, өйткені оның қолданатын адами ізгіліктері заң талабына сай қасиетті ізгіліктерге қол жеткізуге көмектесетін құралдарға ұмтылуы керек, адамдарға қасиетті ізгілікке ұласу үшін табандылық көрсету туралы сенім ұялату керек деп ұғындырады» /2;143/. Әл-Фараби *Платонның Заңдарының мәні* атты трактатында заңдар қоғамдық қатынастарды реттей отырып, мемлекеттің азаматтарын заңдардың тәртіп пен бірге өмір сүру ережелерінің рухына сай тәрбиелеу сияқты азаматтық ілім үшін маңызды проблеманы қозғайды. Әл-Фараби, сондай-ақ Платонның әдет-ғұрып және салт-дәстүр туралы ұғымын және осыған негізделген мемлекеттік басқаруды айқындап берді. Сонымен бірге, ол салт-дәстүрге негізделген басқару мен заңдарды орнатуға негізделген басқару арасындағы айырмашылықты анықтады. Мемлекет үшін ізгілік деген мемлекет істерінде парасатқа жүгіну болып табылады. Заң шығару қызметінде дәл осыған басым көңіл аудару керек, нақ осы парасат заң шығарушыны адамның рухы мен санасын тәрбиелейтін, осылардың қамын жейтін осындай заңдардың негізінде басқаруға итермелемеуі керек /5;19/. «Тәрбие,- дейді әл-Фараби,- парасаттылықты тудырады. Тәрбиесіз адам кесірлі нәрсені жағымды деп біледі, ал тәрбиелі адам тек ізгілікті ғана

жағымды деп біледі. Заң – ізгілікке қарай жол, олай болса, заң шығарушы тәрбиені күшейтуге ат салысу керек» /2;165/.

Әл-Фараби *Аристотельдің философиясы* атты шығармасында екі ойшыл көзқарастарының ортақтығын айқындай отырып, классиктер қаламынан туындаған мұралардың сабақтастығын байқату мақсатында *Көзқарастардың ортақтығы* атты еңбегін ұсынады. Аристотельдің *Бірінші Аналитика*, *Екінші Аналитика*, *Топика* сияқты логикалық шығармаларына сүйене отырып, білім теориясына ішкерлей енеді, антикалық ойшылдың білімге қол жеткізу әдістерін үйренеді. «Қиялдау және бірдеңеге ұқсас нәрсеге еліктеу,- дейді әл-Фараби,- қара халықты көптеген теориялық нәрселерге үйрету әдістерінің бірі болып табылады, қара халық үшін олардың /табиғи/ ұқсастығына қарай қиялдауды қабылдау қиын сияқты көрінеді, сондықтан оларды қиялдамайтынына, олардың шын мәнінде /көз алдында тұрғандай/ және /қиял мен шындыққа/ сай ұғынады және мағына беретініне қанағат етеді. Егер қиялдың мәні оның шындығына сай ұғынылатын болса, онда ол теориялық ғылымдар тек ұғыну әдісі болып табылатын адамдарды санамағанда, үлкен қиындықпен беріледі»/2; 257/

Әдебиеттер тізімі

- 1.Аль-Фараби. Трактат о религии// Возвращение учителя: О жизни и творчестве аль-Фараби. – Алматы, 1982.
- 2.Аль-Фараби. Историко-философские трактаты. – Алма-Ата, 1972.
- 3.Аль-Фараби. Философские трактаты. – Алматы, 1973.
- 4.Аристотель. Соч.2. М., 1984.
- 5.Әл-Фараби философиясы// Қазақ халқының философиялық мұрасы. – Астана 2005.

6. Бурабаев М.С. Об отношении к предшествующей философии в учении аль-Фараби//Историко- философские трактаты. – Алма-Ата, 1972.
7. Джохадзе Д.В. Диалектика Аристотеля. – М.: 1984.
8. Қабылова А.Эл-Фараби философиясындағы мәдениеттер синтезінің орны. Автореферат. – Алматы, 1999 ж.
9. Қараңыз: Койре А. Очерки истории философской мысли. – М.: 1985.
10. Қос философ – қасиетті Платон мен Аристотель көзқарастарының ортақтығы туралы// Қазақ халқының философиялық мұрасы. – Астана, 2005.
11. Лосев А.Ф. История античной эстетики: Аристотель и поздняя классика т 4. –М.: 1975.
12. Majid Fakhri. Al-Farabi. Оксфорд, 2002.
13. Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Т., 20. – М.: 1975.
14. Қараңыз: Спиноза Б. Избранные произведения. В 2-х т. – М.: 1968.
15. Халкедоннан шыққан Фрасимах /Ү-ІҮ ғғ б.э.д./ Афинада риториканы оқытқан. Платон оны софист деп әшкерелеген.
-

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ ПО ФИЗИКЕ: ДИДАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ И МЕТОДЫ ИХ РЕШЕНИЯ

Мажитова Ляйля Хамитовна – д.п.н., профессор кафедры физики
Алматинского института энергетики и связи, г.Алматы

Завадская Лариса Васильевна – к.п.н., доцент кафедры физики Алматинского
института энергетики и связи, г.Алматы

Тонконогая Людмила Айзиковна – к.ф.-м.н., доцент кафедры физики
Алматинского института энергетики и связи, г.Алматы

Техникалық жоғары оқу орындарында физика пәні бойынша машықтандыру сабақтарына арналған дидактикалық тапсырмалар тұжырымдалған. Осы мақалада оларды жүзеге асыру әдістемесі бакалаврларды даярлауға ұсынылады.

Сформулированы дидактические задачи практических занятий по физике в техническом вузе. Предлагается методика их реализации при подготовке бакалавров.

Didactic tasks of practical classes on physics in High technical school are formulated in the article. Methods of their realization in bachelors training are also considered here.

Научное управление качеством естественнонаучной подготовки на уровне кафедры приводит к необходимости создания конкретных методик проведения практических, лабораторных занятий, СРС и СРСП, подбора адекватных целям и задачам каждого вида занятия методов обучения и контроля /1, 2/, что должно соответствовать принципам инновационного обучения. Если нормативное обучение направлено на усвоение правил деятельности в повторяющихся ситуациях, то инновационное – подразумевает развитие способностей к совместным действиям в новых ситуациях.

Методы обучения в вузе нацелены на то, чтобы обеспечить достаточно эффективную познавательную деятельность студентов – будущих специалистов с высшим образованием по специальности. Важно, чтобы аудитория знала трудности изучаемой темы, студенты сознательно осваивали те способы работы, которые им необходимы для усвоения

данного содержания. Задача преподавателя показать, как надо работать, чтобы этот материал стал своим. *Способ работы над содержанием должен стать для студентов предметом усвоения.* Через методы обучения мы готовим человека к самостоятельной познавательной деятельности, т.е. приводим в действие его интеллектуальный потенциал.

В данной статье мы хотим остановиться на задачах и методике проведения практических занятий по физике.

Дидактические задачи практического занятия: углубить и закрепить знания, полученные на лекции и в СРС, проверить эффективность и результативность СРС над учебным материалом.

Практическое занятие предназначено для выработки навыков применения ранее приобретенных теоретических знаний для решения практических вопросов, должно способствовать приобщению студентов к самостоятельной творческой работе, учить анализировать изучаемое

явление. Занятие должно быть построено так, чтобы студенты увидели практическую ценность изучаемого материала, перспективы на профессиональную подготовку (сверять то, чему научились, с тем, что будет нужно в работе).

Исходя из этого, преподаватель должен определить цели и задачи занятия (обучающие, воспитательные, развивающие).

Цель каждого практического занятия определяется исходя из основных дидактических задач и конкретного содержания (темы) данного занятия. Это может быть выработка у студентов приемов, навыков расчета основных характеристик изучаемого объекта (например, в механике и электромагнетизме – основных характеристик полей), усвоение и осмысление понятий, основ рассматриваемых явлений и законов, проверка уровня усвоения знаний при самостоятельном изучении теоретического материала, закрепление полученных знаний.

Образовательные задачи должны закрепить сформированные у студентов понятия физических величин, добиться понимания их физического смысла, усвоения связи между ними, умения применять в конкретной ситуации (законы динамики и законы сохранения; принцип суперпозиции и теорема Гаусса в электростатике).

Воспитательные задачи предполагают формирование научного мировоззрения, отношения к миру и к себе путем приведения примеров из истории открытия законов, показа взаимосвязи и взаимообусловленности явлений, границ применимости законов, раскрытия значения изучаемых закономерностей как теоретической основы специальной подготовки. Большое значение при этом имеет эмоциональное заинтересованное отношение преподавателя к излагаемому материалу.

Роль развивающих задач сводится к тому, чтобы научить студентов сравнивать, делать обобщения и выводы при изучении различных явлений и законов, применять математический аппарат векторной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления. Учебные задачи по теме занятия следует подбирать такого уровня сложности, чтобы их решение не было слишком простым (тогда нет развития интеллекта) и слишком сложным (развитие невозможно).

Практическое занятие – активная форма обучения, в которой должна преобладать продуктивная деятельность студентов. В структуре занятия обязательны:

- обзор – опрос материала по теме занятия в соответствии с его логической структурой, с комментариями и пояснениями преподавателя;
- решение задач (от простых к более сложным). Для каждого физического закона существует метод (алгоритм) его применения. На практическом занятии следует помочь студентам выработать навыки применения этого метода в конкретной ситуации;
- обобщение результатов (что сделано, чему научились);
- обратная связь (контроль степени усвоения рассмотренного материала).

Остановимся на методике решения задач по физике. Отдельные студенты часто решают задачи интуитивно, не осознавая физической сути. Преподаватель должен добиться системности знаний, поэтому в решение задачи следует выделить три основных этапа: физический, математический и анализ.

Физический этап начинается с ознакомления с условием задачи, включает анализ физической ситуации и выбор метода решения и заканчивается составлением замкнутой системы уравнений. Здесь важную роль играет чертеж (схема, рисунок), который позволяет наглядно

представить физическое явление решаемой задачи.

Математический этап – решение полученной системы уравнений в общем виде, нахождение числового ответа. В отдельных случаях это требует построения графиков, определения из них искомых величин или объяснение полученного результата.

Анализ решения – выяснение, как и от чего, зависит искомая величина, правдоподобность результата, границы применимости используемого метода.

Практически каждое занятие должно формировать умения сравнивать, систематизировать и обобщать полученные знания, научить студентов использовать знания, приобретенные при изучении предыдущих разделов физики. Эту связь следует подчеркивать непрерывно (аналогия законов динамики поступательного и вращательного движений, гравитационного и электростатического полей и противопоставление свойств магнитного поля, аналогия в закономерностях колебаний различной природы и т.п.).

Кредитная технология обучения предусматривает оценку результативности учебной деятельности студентов по каждому виду работ и на каждом занятии. С этой целью практически на каждом занятии (в конце его - 8÷10 минут) проводится открытое тестирование студентов по пройденной теме. Это позволяет, с одной стороны, корректировать процесс обучения с учетом обратной связи, с другой стороны – получать дополнительные сведения о качестве усвоения материала. Открытое тестирование выбрано потому, что с помощью закрытых тестов мы проверяем знание содержания материала, но не получаем ответа на вопрос, как был получен результат, т.е. не проверяем способ работы студента.

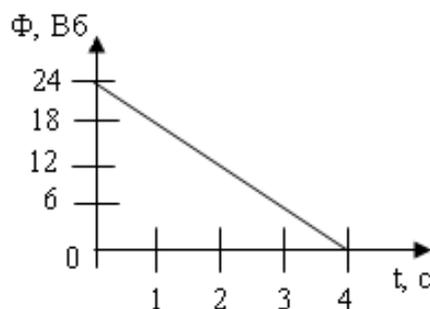
Опрос проводится по темам, наиболее важным в дальнейшем при обучении по

направлениям специальности. В качестве примера приведены два варианта тестов по теме «Теория Максвелла», которая необходима для будущих электроэнергетиков при освоении таких дисциплин как ТОЭ, электрические машины и т.д.

Структура всех вариантов заданий одинакова, но индивидуальна по содержанию. Имеются вопросы в различной формулировке на выявление *знания* конкретного материала: термины, законы, понятия (вопросы № 5); *понимания*: интерпретация данных, экстраполяция (вопрос № 1, варианта 1 и вопрос № 2 варианта 2); *применения* знаний: получение новых данных о явлении на основании усвоенных знаний в идентичной или аналогичной ситуации (остальные вопросы).

Вариант 1

1. На рисунке представлен график изменения магнитного потока, пронизывающего контур, со временем. Чему равна ЭДС индукции, возбуждаемая в контуре?



2. В однородном магнитном поле с индукцией B равномерно с угловой скоростью ω вращается рамка, содержащая N витков площадью S . Ось вращения лежит в плоскости рамки и перпендикулярна линиям индукции. Чему равна максимальная ЭДС индукции, возникающая в рамке?

3. Число витков катушки уменьшили в 2 раза, но сохранили ее геометрические размеры. Как при этом изменится энергия магнитного поля?

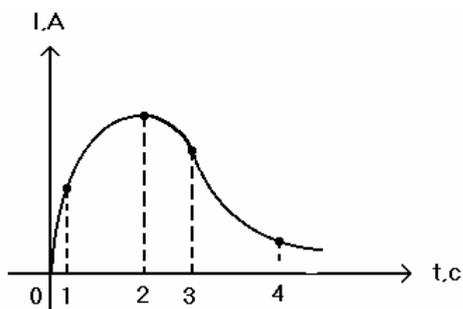
4. Ток в проводящем контуре изменяется по закону $I=8t-t^2$. В какой момент времени t ЭДС самоиндукции в контуре обращается в 0?

5. Какой закон выражает второе уравнение Максвелла $\oint_L \vec{H} d\vec{\ell} = \int_S (\vec{j} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}) d\vec{S}$?

Вариант 2

1. Магнитный поток через поверхность, ограниченную замкнутым проводящим контуром, увеличивается прямо пропорционально времени. Что можно сказать о силе индукционного тока, возникающего в этом контуре?

2. Через катушку индуктивности течёт ток, изменяющийся со временем, как показано на графике. В какой из отмеченных моментов времени величина ЭДС самоиндукции максимальна? Почему?



3. Равномерное изменение силы тока в катушке за 0,1 с на 0,7 А вызывает появление ЭДС самоиндукции, равной 2,1 В. Чему равна индуктивность катушки?

4. Чему равна энергия магнитного поля соленоида, в котором при силе тока $I=5$ А возникает магнитный поток $\Phi=0,5$ Вб ?

5. Запишите уравнение Максвелла в дифференциальной форме, отражающее тот факт, что в пространстве, где изменяется электрическое поле, возникает вихревое магнитное поле.

Использование открытых тестов заставляет студентов готовиться к практическим занятиям, одновременно это готовит их к рубежному контролю-коллоквиуму по теоретическому материалу.

Выводы

Из сказанного следует, что предложенная методика проведения практических занятий по физике позволяет повысить качество подготовки по дисциплине, так как она нацелена на развитие способностей студентов к самообразованию, формирует систему обобщенных понятий и в этом смысле соответствует принципам инновационного обучения.

Список литературы

1. Мажитова Л.Х., Завадская А.В., Тонконогая Л.А. Управление качеством обучения физике во втузе: Учебно-методический аспект деятельности кафедры // Тр.5-й МНТК «Энергетика, телекоммуникации и высшее образование в современных условиях». – Алматы, 2006, с. 545-548.

2. Мынбаева А.К., Садвакасова З.М. Инновационные методы обучения или как интересно преподавать. Уч. пособие. – Алматы, 2007, 284 с.

ОБ ОПЫТЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРЕПОДАВАНИИ МЕХАНИКИ

Динасылов Алмас Даменович – к.т.н., профессор, заведующий кафедрой инженерной графики и прикладной механики Алматинского института энергетики и связи, г.Алматы

Койлыбаева Роза Кайрулловна – ст.преподаватель кафедры инженерной графики и прикладной механики Алматинского института энергетики и связи, г.Алматы

Алматы энергетика және байланыс институтының ИГжҚМ кафедрасы пәндерін оқытуында қолданылатын Mechanical Desktop 2004 және АРМ WinMachine жүйелері жөнінде мәліметтер мен студенттердің механика пәні оқуында компьютерлік технологиялар қолдануымен орындайтын зертханалық, курстық және есептеу-графикалық жұмыстарының тақырыптары беріледі.

Приведены сведения об использовании пакетов программ Mechanical Desktop 2004 и АРМ WinMachine в преподавании дисциплин кафедры «Инженерная графика и прикладная механика» Алматинского института энергетики и связи, тематика лабораторных, курсовых и расчетно-графических работ, выполняемых студентами с использованием компьютерных технологий при изучении механики.

Information is given about the usage of the Mechanical Desktop 2004 and АРМ WinMachine programs in teaching the subjects of the chair of “Engineering graphics and applied mechanics” in Almaty Institute of Power Engineering and Telecommunication, about the themes of laboratory works, course papers, calculating and graphical works done by students with the help of computer technology when studying the subjects of mechanica.

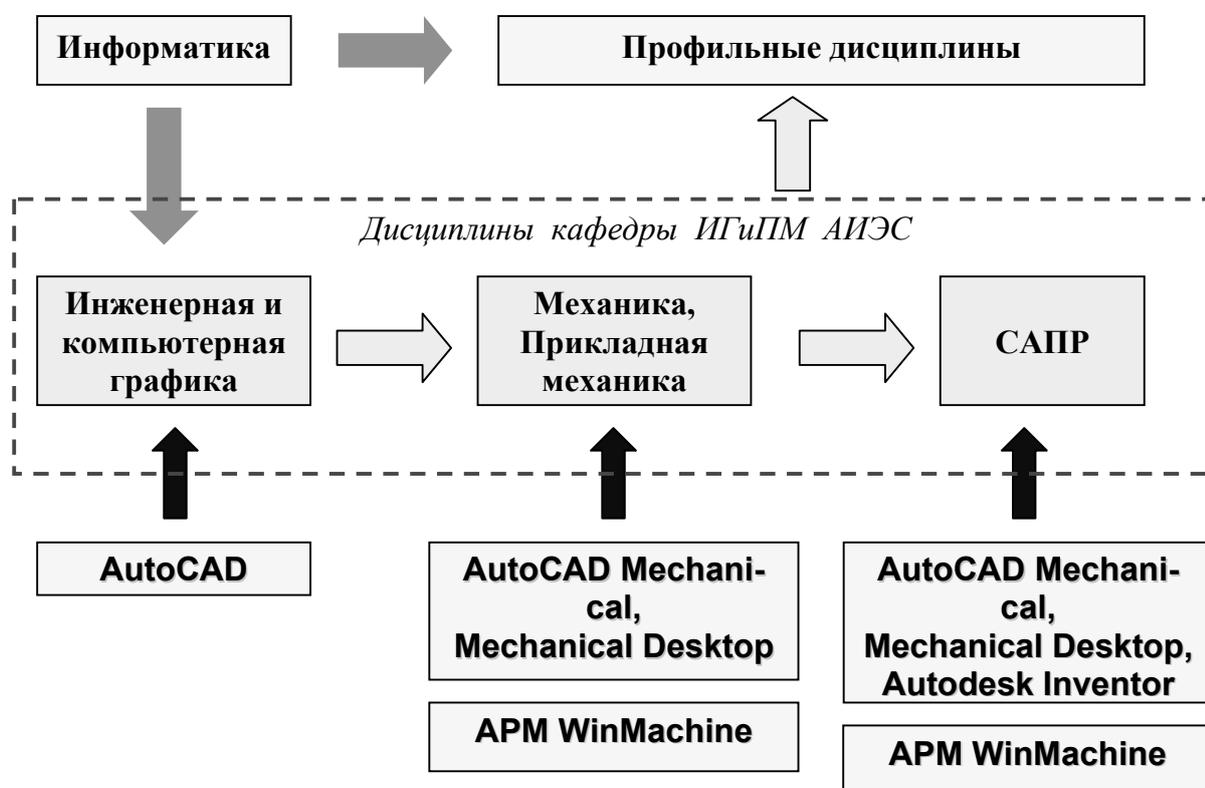
На кафедре ИГиПМ АИЭС изучаются базовые дисциплины: «Инженерная и компьютерная графика» для всех специальностей, «Механика» («Прикладная механика») для студентов электро- и теплоэнергетических специальностей, «Системы автоматизированного проектирования (САПР)» для магистрантов теплоэнергетических специальностей. При проведении лабораторных и практических занятий, СРС, а также учебно-производственной практики используется класс компьютерной графики (17 персональных компьютеров, объединенных в локальную сеть с выходом в Ин-

тернет, сканер, принтер, два плоттера форматов А1 и А3).

На рисунке 1 изображена схема, показывающая взаимосвязь дисциплин кафедры и профильных дисциплин, а также дисциплины «Информатика». В преподавании дисциплин кафедры используется разработанный фирмой Autodesk пакет программ Mechanical Desktop 7, включающий следующие программные продукты: AutoCAD, AutoCAD Mechanical, Mechanical Desktop. Каждая последующая система полностью включает возможности предыдущих систем. Пакет Mechanical Desktop представляет собой

объектно-ориентированную САПР, предназначенную для машиностроительного проектирования и конструирования /1-2/. При этом AutoCAD Mechanical является системой, ориентированной преимущественно на двумерное черчение, а Mechanical Desktop - на трехмерное моделирование. Наряду с возможностями, значительно сокращающими затраты времени на разработку чертежей по сравнению с их разработкой непосредственно в среде AutoCAD, система Mechanical Desktop содержит специализированные команды для выполнения инженерных

расчетов. Это расчеты балок, валов, подшипников и пружин, зубчатых и цепных передач, кулачков, а также расчет напряженно-деформированного состояния деталей методом конечных элементов (плоская и пространственная задача теории упругости). Программа Autodesk Inventor создана на другом графическом ядре, чем AutoCAD, но полностью поддерживает формат .dwg, используемый в AutoCAD; его основными преимуществами являются возможность работы с большими сборками и высокое быстродействие.



Используемое в учебном процессе программное обеспечение
 Рисунок 1 – Схема взаимодействия дисциплин кафедры ИГиПМ и используемое программное обеспечение

В качестве альтернативного программного обеспечения для выполнения всего многообразия инженерных расчетов выступает система APM WinMachine, разработанная научно-техническим центром «Автоматизированное проектирование машин» (НПЦ АРМ, Россия). Система APM WinMachine, v.9.5 включает 15 модулей /3/, в том числе APM

Graph – плоский чертежно-графический редактор для оформления конструкторской документации, APM Studio – модуль создания трехмерных поверхностных и твердотельных моделей, APM Structure3D – модуль расчета напряженно-деформированного состояния, устойчивости, собственных и вынужденных колебаний деталей и конструкций, APM

Shaft – модуль расчета, анализа и проектирования валов и осей, APM Beam – модуль расчета и проектирования балочных элементов конструкций методом конечных элементов и др. Система снабжена комплектом обучающих материалов APM Tutorial, содержащим примеры использования модулей для решения различного рода задач проектирования, что облегчает внедрение системы в учебный процесс, а также самостоятельное овладение приемами работы в данной системе при выполнении студентами и магистрантами учебно-исследовательских и научно-исследовательских работ.

Лабораторный практикум по дисциплинам «Механика» и «Прикладная механика» составляет 16 часов (8 лабораторных работ) и включает темы:

- 1) Расчет на прочность и жесткость балки постоянного поперечного сечения в системе AutoCAD Mechanical.
- 2) Расчет вала на статическую и усталостную прочность в системе AutoCAD Mechanical.
- 3) Расчет напряженно-деформированного состояния плоских деталей методом конечных элементов в системе AutoCAD Mechanical.
- 4) Расчет резьбового соединения в системе Mechanical Desktop.
- 5) Конструирование вала в системе Mechanical Desktop.
- 6) Расчет вала на прочность и жесткость в системе Mechanical Desktop.
- 7) Расчет балки на прочность и жесткость в модуле APM Beam системы APM WinMachine.
- 8) Расчет вала на прочность и жесткость в модуле APM Shaft системы APM WinMachine.

Студенты имеют также возможность использования указанных программ для проверки выполненного вручную расчета согласно индивидуальным заданиям расчетно-графических работ по следующим

темам: «Проверочный расчет на прочность при изгибе», «Проектный расчет на прочность при изгибе», «Расчет на прочность при совместном действии изгиба и кручения».

Лабораторный практикум по дисциплине САПР составляет 8 часов (4 двух-часовые лабораторные работы) и включает темы:

- 1) Расчет напряженно-деформированного состояния трехмерных деталей методом конечных элементов в системе Mechanical Desktop.
- 2) Конструирование диска турбомшины в системе Mechanical Desktop.
- 3) Расчет напряженно-деформированного состояния диска турбомшины в системе Mechanical Desktop.
- 4) Оптимальное проектирование теплообменника типа «труба в трубе» в системе Mechanical Desktop.

С использованием системы Mechanical Desktop выполняются расчетно-графические работы, включающие расчет и конструирование трубопроводов, тонкостенных резервуаров, толстостенных сосудов, вращающихся неравномерно нагретых дисков, а также курсовая работа по темам: «Разработка растрово-векторной модели на базе сканированного изображения», «Создание библиотек фрагментов».

Объем учебно-производственной практики, проводимой на кафедре для студентов 2-го курса специальности «Теплоэнергетика», составляет 40 часов (16 часов под руководством преподавателя, 24 часа самостоятельно). В программу практики входит изучение систем AutoCAD, Mechanical Desktop, APM WinMachine. Выполняются индивидуальные задания по трехмерному моделированию в системе AutoCAD и получению двумерных чертежей по трехмерной модели, выполнению тепловых схем в системе AutoCAD с использованием библиотеки

ENERGO/ELECTRO, конструированию сборочного узла в системе Mechanical Desktop, расчету подшипников скольжения в системе APM WinMachine (модуль APM Plain) и др.

Практически по всем видам учебных занятий с использованием компьютерных технологий имеется методическое обеспечение, в том числе изданные преподавателями кафедры методические указания к лабораторным работам и учебное пособие /4/.

Освоение студентами систем AutoCAD Mechanical, Mechanical Desktop, APM WinMachine проводится непосредственно в ходе выполнения заданий по имеющимся учебно-методическим материалам. Методические указания к лабораторным работам включают: цель работы, задание, описание и расчетную схему заданной или проектируемой конструкции; подробные инструкции по пошаговому выполнению работы; анализ результатов и указания по частичной оптимизации конструкции. При необходимости в приложениях даются краткие сведения об используемых в программе методах расчета, изучение которых не входит в основную программу курса механики. При защите лабораторных работ студентам предлагается провести расчет конструкции, изменив ее размеры, материал, нагрузку или способы закрепления, что, с одной стороны, закрепляет усвоенные команды программы, а с другой - способствует лучшему пониманию работы конструкции.

Как показывает опыт, большинство студентов успешно осваивают основные приемы работы в указанных системах. Вместе с тем, при освоении AutoCAD Mechanical и Mechanical Desktop часть студентов испытывает некоторые затруднения из-за отсутствия прочных навыков работы в AutoCAD, что связано, по-

видимому, с недостаточным количеством часов лабораторного практикума по дисциплине «Инженерная и компьютерная графика». Использование компьютерных технологий способствует углублению знаний будущих специалистов по механике, поскольку дает представление о современных методах расчета сложных конструкций, в том числе при сложном сопротивлении и статической неопределенности (в частности, о методе конечных элементов). При конструировании и расчете валов, соединений, подшипников студенты знакомятся с некоторыми сведениями базовой дисциплины «Детали машин», не вошедшей в учебные программы специальностей АИЭС. Проведение численного эксперимента путем изменения характеристик нагружения, геометрических и физических параметров конструкции дает возможность студентам получить наглядное представление о влиянии указанных параметров на работу конструкции. Одновременно закрепляются знания и навыки владения информационными технологиями. Кроме того, полученные здесь умения могут использоваться студентами в курсовом проектировании по профильным дисциплинам и в дипломном проектировании. Представляется целесообразным расширить взаимодействие кафедры ИГиПМ и выпускающих кафедр АИЭС в следующих направлениях: обучение преподавателей профильных дисциплин основам работы в современных системах автоматизированного проектирования, включение в курсовое и дипломное проектирование выполнения расчетов и чертежей в системах Mechanical Desktop и APM WinMachine, привлечение преподавателей механики в качестве консультантов по использованию САПР в выпускных работах бакалавриата и магистерских диссертациях.

Выводы

Использование компьютерных технологий в преподавании механики способствует повышению уровня подготовки специалистов отраслей энергетики и теплоэнергетики. В целях совершенствования учебного процесса следует рассмотреть возможность увеличения часов лабораторного практикума по дисциплине «Инженерная и компьютерная графика», расширить использование системы АРМ WinMachine, активнее привлекать студентов к выполнению НИРС с использованием современных компьютерных технологий, наладить тесное сотрудничество кафедры ИГиПМ с выпускающими кафедрами.

Список литературы

1. Кудрявцев Е.М. Mechanical Desktop Power Pack.. Основы работы в системе. – М.: ДМК Пресс, 2001, 448 с.
2. Кудрявцев Е.М. Машиностроительное проектирование в Mechanical Desktop. – М.: ДМК Пресс, 2006, 544 с.
3. Замрий А.А. Проектирование и расчет методом конечных элементов трехмерных конструкций в среде АРМ Structure3D: Учебное пособие. – М.: Изд-во АПМ, 2006, 288 с.
4. Динасылов А.Д. Механика. Решение некоторых задач механики в системе Mechanical Desktop: Учебное пособие. – Алматы: АИЭС, 2007, 90 с.

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОДГОТОВКИ ВЫПУСКНЫХ РАБОТ И ПЕРВОГО ВЫПУСКА БАКАЛАВРОВ НА КАФЕДРЕ «РАДИОТЕХНИКА»

Артюхин Владимир Викторович – доцент кафедры радиотехника
Алматинского института энергетики и связи г. Алматы

Бұл мақалада қазіргі талапқа сай жоғарғы білім алған бітірушілердің сапасын арттырудың мәселелері қарастырылған.

В статье рассматриваются вопросы повышения качества подготовки выпускников с высшим образованием в современных условиях.

In clause are considered the questions for upgrade of quality education HIGH SCHOOL in real time.

В связи с завершением подготовки и выпуска дипломированных специалистов и первым выпуском бакалавров, у многих преподавателей на кафедре до последнего момента не было единства в понимании требований, предъявляемых к выпускным работам бакалавров и чем же они конкретно должны отличаться от дипломных проектов инженеров. Придерживаясь общих требований к выпускным работам, изложенным в методических указаниях, внутренние структуры работ при этом имели очень значительные отличия. Целью данной работы является попытка проанализировать первые полученные результаты с тем, чтобы в дальнейшем можно было использовать все-то лучшее, что получилось и не повторять сделанных ошибок.

Защита выпускных работ бакалавров на кафедре проходила с 11 по 24 июня 2008 года. Всего было допущено к защите и защитилось 64 человека. Средний балл за защиту составил 7,6, около 70% студентов защитились на «отлично». Были и очень слабые работы и защиты, но они составили всего 3% от общего количества. Результаты защиты приведены в таблице 1. Приведенные общепринятые показатели говорят о достигнутых успехах и правильном подходе к выбору тем и содержанию выпускных работ. Значительная часть работ носила исследовательский характер, были очень хорошие, уверенные защиты, а некоторые работы могут быть продолжены при обучении в магистратуре, однако, все ли так хорошо, как выглядит на первый взгляд?

Таблица 1 – Результаты защиты выпускных работ

Шифр, Специальность	Язык обуч.	Защитили выпускную работу				Средний балл (0 - 9)	Диплом с отличием
		всего	кол-во (оцен- ка)	кол-во (оцен- ка)	кол-во (оцен- ка)		
050719 – РЭТ Мобильные радиосистемы	русск.	33	11 (9) 12 (8)	3 (7) 5 (6) 1 (5)	1 (2)	7,7	6
	каз.	13	3 (9) 3 (8)	5 (7) 1 (6)	1 (3)	7,3	-
050719 – РЭТ Космические системы связи	русск.	18	4 (9) 11 (8)	2 (7) 1 (6)	-	8,0	1
Всего		64	44 69%	18 28%	2 3%	7,6	7 11%

Первое, что хочется отметить, это необъективность оценок, выставяемых руководителями и рецензентами. При этом в большинстве случаев в отзывах руководителей не отражены умение студента работать самостоятельно, глубина проработки поставленной задачи, своевременность выполнения графика работы. Значительная часть студентов была направлена к рецензентам в последний день перед защитой, а не за 3 – 4 дня, как положено. При отсутствии необходимого времени для нормального рецензирования, многие рецензенты просто делают отписку, опираясь на отзыв руководителя. Такой формальный подход приводит к тому, что снижение итоговой оценки за защиту, не соответствующей оценкам руководителя и рецензента, воспринимается студентом после защиты чуть ли не как личное оскорбление, сопровождается обидами и возникновением конфликтных ситуаций.

Второе - это качество содержания материалов выпускной работы, которое так же оставляет желать лучшего. При этом, что пояснительные записки выполнены в соответствии с требованиями стандартов, очень редко в текстовой части имеются ссылки на используемую

литературу. Заключение формальные и не отражают проделанной работы. Очень часто отсутствуют выводы. Также как и дипломные проекты инженеров, значительная часть выпускных работ продолжает иметь те же недостатки, а именно, очень большой объем описательной части, который доходит иногда до 60-70%, где просто переписываются стандарты, принципы работы, структурные схемы и другие подобные вещи. Отсутствие поставленной задачи, цели работы, анализа и выводов создает впечатление, что все это делается для того, чтобы только набрать положенный объем пояснительной записки, а отсутствие внутренней логической связи между разделами иногда сопровождается невольным вопросом: а для чего вообще была написана эта работа? Только для того, чтобы получить диплом? Понятно, что объем и содержание выпускной работы не могут и не должны соответствовать требованиям диссертации, но и простое переписывание учебников и методичек не свидетельствуют о высоком качестве подготовки специалиста с высшим образованием. Логичнее было бы поставить и попытаться решить какую-нибудь частную, пусть небольшую задачу, не гоняясь за требуемым

объемом. Презентация или графическая часть так же достаточно редко отражает суть проделанной работы. Вместо полученных результатов приводятся общеизвестные структурные схемы, а разделы, отражающие применение вычислительной техники, БЖД и экономики иногда и вовсе не приводятся.

Третье. Имеют место тиражирование дипломных проектов и попытки их переработки. Понятие «исследовательская работа» по отношению к типовым проектам вряд ли применимо, а основная часть представленных работ такого направления были именно типовыми проектами. Ограниченный объем расчетной части и, как следствие, проведение расчетов без учета привязки к рельефу или другим конкретным данным, выглядят совсем непонятно: и не проект и не выпускная работа. Возможно это проблема только этого года, так как выпуск был удвоенным, и кафедра просто не справилась с объемом.

Четвертое. Следует изменить подход к понятию «использование вычислительной техники». Уровень предлагаемых, даже бесплатных программ заметно выше того, что могут написать студенты и, если выпускник грамотно выбрал и использовал готовые программные продукты, видимо следует считать это подтверждением его умения работать с ЭВМ. Вариантом использования вычислительной техники могут быть рисунки, чертежи, схемы и т.п., выносимые на презентацию и выполненные в прикладных программах, например Corel Draw, ACAD или других.

И последнее. Недостаток времени, отводимого на выполнение выпускной работы, с учетом того, что была сделана попытка сделать исследовательскую работу. Даже те студенты, которые очень старались, не завершили то, что планировали. И изменение графика учебного процесса тут вряд ли спасет. Для выполнения нормальной, качественной работы, необходимо определяться с темами и исполнителями в начале учебного года, а может быть и на третьем курсе, и начинать работу в сентябре-октябре.

Напрашивается вывод, что, несмотря на успехи, нельзя останавливаться на достигнутых результатах. С полным переходом на кредитную систему обучения необходимо повысить ответственность руководителей за внутреннее содержание и оценку выполненной работы. Роль руководителя должна заключаться не только в согласовании темы и написании отзыва, но и в обязательном контроле над ходом выполнения работы, требовательности к своевременному выполнению графика и внутреннему содержанию работы, а оценка должна соответствовать действительному качеству выполненной работы, учитывающему и степень самостоятельности, и глубину проработки и другие аспекты. Темы выпускных работ, имеющие смысл проекта, должны быть исключены. Кроме этого, можно и нужно привлекать к НИРС не только студентов выпускного курса, оформляя их работу как выпускную, но и студентов младших курсов, работая с ними по индивидуальным планам.

МЕТОД ФИТИРОВАНИЯ СВОБОДНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРИ ТЕОРЕТИЧЕСКОМ ОПИСАНИИ УГЛОВЫХ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ ДЛЯ РАСЧЕТОВ ТЕРМОЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ

Юшков Александр Витальевич – физик-экспериментатор, докт. физ.- мат. наук, профессор, Казахского Национального Университета им. аль – Фараби, г.Алматы

Дьячков Вячеслав Валерьевич – специалист кафедры ядерной физики физического факультета, Казахского Национального Университета им. аль – Фараби, г.Алматы

Смагулова Гульдана Кашкинбаевна – магистрант физического факультета, Казахского Национального Университета им. аль – Фараби, г.Алматы

Термоядролық энергетика қажеттіліктері үшін аса жеңіл және жеңіл ядролар саласында толық және интегралдық қималар алу үшін S – матрицалық келіс негізінде осы қималарды бағалау әдісі әзірленді. 5 - өлшемді кеңістікте теориялардың оңтайлы параметрлерін алу үшін оны эксперименттік деректерге келтіруде алғаш рет χ^2 - бөлудің барлық он қосарлы топологиялары бойынша алгоритмдерді бір уақыттық фитирлеу әзірленді.

Для получения полных и интегральных сечений ядерных реакций в области легчайших и легких ядер для нужд термоядерной энергетики разработан метод оценки этих сечений на основе S -матричного подхода. Для получения оптимальных параметров теории в 5-ти мерном пространстве при ее подгонке к экспериментальным данным впервые разработан алгоритм одновременного фитирования по всем десяти парным топологиям χ^2 -распределения.

For getting to complete and integral section of nuclear reaction in the sield of lightest and light nuclears for required thermonuclear energy which has been produced from the method of estimation that sections on the base of S – matrix approach. In order to get the optimal parameters of the theory in 5th measured space at going to its first experimental data the simultaneous algorithm for all ten pairs of χ^2 – distribution have been developed.

Число возможных каналов термоядерных реакций происходящих в звездах или могущими быть воспроизведенными в искусственных условиях достаточно велико (см.таблицу 1). Чтобы уяснить происходят ли такие реакции в реальных звездах

необходимо знать полные и интегральные сечения. Из таблицы 1 видно, что многие термоядерные реакции настолько экзотичны, что еще не скоро их сечения будут получены в экспериментах.

Таблица 1 – Полный список возможных термоядерных реакций для физических условий в звездах

Входной канал		Возможные выходные каналы – Q, энергия реакции, МэВ					
Тип реакции	Е _{св} , МэВ						
$n + p$	2,22	$n + p + 0$					
$p + d$	5,49		$p + d + 0$				
$p + t$	19,81	$n + {}^3\text{He} - 0,76$	$p + t + 0$	$d + d - 4,03$			
$p + {}^3\text{He}$	-2,91		$p + {}^3\text{He} + 0$				
$p + {}^4\text{He}$	-1,96	$n + {}^4\text{Li} - 23,48$	$p + {}^4\text{He} + 0$	$d + {}^3\text{He} - 18,35$			
$p + {}^5\text{He}$	4,59	$n + {}^5\text{Li} - 1,07$	$p + {}^5\text{He} + 0$	$d + {}^4\text{He} + 3,11$	$t + {}^3\text{He} - 11,2$		
$p + {}^4\text{Li}$	32,42		$p + {}^4\text{Li} + 0$				
$p + {}^5\text{Li}$	0,59	$n + {}^5\text{Be} + 10,89$	$p + {}^5\text{Li} + 0$	$d + {}^4\text{Li} - 19,29$		${}^3\text{He} + {}^3\text{He} - 10,89$	
$p + {}^6\text{Li}$	5,61	$n + {}^6\text{Be} - 5,07$	$p + {}^6\text{Li} + 0$	$d + {}^5\text{Li} - 3,44$	$t + {}^4\text{Li} - 18,7$	${}^3\text{He} + {}^4\text{He} + 4,02$	
$p + {}^7\text{Li}$	17,25	$n + {}^7\text{Be} - 1,64$	$p + {}^7\text{Li} + 0$	$d + {}^6\text{Li} - 5,03$	$t + {}^5\text{Li} - 4,43$	${}^3\text{He} + {}^5\text{He} - 4,12$	${}^4\text{He} + {}^4\text{He} + 17,35$
$d + d$	23,85	$n + {}^3\text{He} + 3,27$	$p + t + 4,03$	$d + d + 0$			
$d + t$	16,69	$n + {}^4\text{He} + 17,59$	$p + {}^4\text{H} - 5,12$	$d + t + 0$			
$d + {}^3\text{He}$	16,39	$n + {}^4\text{Li} - 5,13$	$p + {}^4\text{He} + 18,35$	$d + {}^3\text{He} + 0$			
$d + {}^4\text{He}$	1,47	$n + {}^5\text{Li} - 4,19$	$p + {}^5\text{He} - 3,11$	$d + {}^4\text{He} + 0$	$t + {}^3\text{He} - 14,3$		
$d + {}^5\text{He}$	9,62	$n + {}^6\text{Li} + 2,37$	$p + {}^6\text{He} - 0,36$	$d + {}^5\text{He} + 0$	$t + {}^4\text{He} + 7,15$		
$d + {}^4\text{Li}$	19,89	$n + {}^5\text{Be} + 30,19$	$p + {}^5\text{Li} + 19,30$	$d + {}^4\text{Li} + 0$		${}^3\text{He} + {}^3\text{He} + 8,40$	
$d + {}^5\text{Li}$	9,05	$n + {}^6\text{Be} - 1,63$	$p + {}^6\text{Li} + 3,44$	$d + {}^5\text{Li} + 0$	$t + {}^4\text{Li} - 15,26$	${}^3\text{He} + {}^4\text{He} + 7,46$	
$d + {}^6\text{Li}$	22,28	$n + {}^7\text{Be} + 3,38$	$p + {}^7\text{Li} + 5,03$	$d + {}^6\text{Li} + 0$	$t + {}^5\text{Li} + 0,59$	${}^3\text{He} + {}^5\text{He} + 0,90$	${}^4\text{He} + {}^4\text{He} + 22,37$
$d + {}^7\text{Li}$	16,70	$n + {}^8\text{Be} + 15,03$	$p + {}^8\text{Li} - 0,19$	$d + {}^7\text{Li} + 0$	$t + {}^6\text{Li} - 0,99$	${}^3\text{He} + {}^6\text{He} - 4,48$	${}^4\text{He} + {}^5\text{He} + 14,23$
$t + t$	12,30	$n + {}^5\text{He} + 10,44$			$t + t + 0$		
$t + {}^3\text{He}$	15,79	$n + {}^5\text{Li} + 10,13$	$p + {}^5\text{He} + 11,20$	$d + {}^4\text{He} + 14,32$	$t + {}^3\text{He} + 0$		
$t + {}^4\text{He}$	2,47	$n + {}^6\text{Li} - 4,78$	$p + {}^6\text{He} - 7,51$	$d + {}^5\text{He} - 7,15$	$t + {}^4\text{He} + 0$		
$t + {}^5\text{He}$	5,39	$n + {}^7\text{Li} + 3,36$		$d + {}^6\text{He} - 4,39$	$t + {}^5\text{He} + 0$		
$t + {}^4\text{Li}$	24,31	$n + {}^6\text{Be} + 13,63$	$p + {}^6\text{Li} + 18,70$	$d + {}^5\text{Li} + 15,26$	$t + {}^4\text{Li} + 0$	${}^3\text{He} + {}^4\text{He} + 22,72$	
$t + {}^5\text{Li}$	21,69	$n + {}^7\text{Be} + 2,79$	$p + {}^7\text{Li} + 4,43$	$d + {}^6\text{Li} - 0,59$	$t + {}^5\text{Li} + 0$	${}^3\text{He} + {}^5\text{He} + 0,31$	${}^4\text{He} + {}^4\text{He} + 21,78$
$t + {}^6\text{Li}$	17,69	$n + {}^8\text{Be} + 16,02$	$p + {}^8\text{Li} + 0,80$	$d + {}^7\text{Li} + 0,99$	$t + {}^6\text{Li} + 0$	${}^3\text{He} + {}^6\text{He} - 3,49$	${}^4\text{He} + {}^5\text{He} + 15,22$
$t + {}^7\text{Li}$	17,25	$n + {}^9\text{Be} + 10,44$	$p + {}^9\text{Li} - 2,39$	$d + {}^8\text{Li} - 4,22$	$t + {}^7\text{Li} + 0$		${}^4\text{He} + {}^6\text{He} - 11,18$
${}^3\text{He} + {}^3\text{He}$	11,49	$n + {}^5\text{Be} + 21,79$	$p + {}^5\text{Li} + 10,89$	$d + {}^4\text{Li} - 8,40$		${}^3\text{He} + {}^3\text{He} + 0$	
${}^3\text{He} + {}^4\text{He}$	1,59	$n + {}^6\text{Be} - 9,09$	$p + {}^6\text{Li} - 4,02$	$d + {}^5\text{Li} - 7,46$	$t + {}^4\text{Li} - 22,72$	${}^3\text{He} + {}^4\text{He} + 0$	
${}^3\text{He} + {}^5\text{He}$	21,38	$n + {}^7\text{Be} + 2,49$	$p + {}^7\text{Li} + 4,12$	$d + {}^6\text{Li} - 0,90$	$t + {}^5\text{Li} - 0,31$	${}^3\text{He} + {}^5\text{He} + 0$	${}^4\text{He} + {}^4\text{He} + 21,47$
${}^3\text{He} + {}^4\text{Li}$	12,12		$p + {}^6\text{Be} + 14,40$	$d + {}^5\text{Be} + 26,92$		${}^3\text{He} + {}^4\text{Li} + 0$	
${}^3\text{He} + {}^5\text{Li}$	3,69	$n + {}^7\text{B} - 9,40$	$p + {}^7\text{Be} + 3,55$	$d + {}^6\text{Be} - 4,90$	$t + {}^5\text{Be} + 11,66$	${}^3\text{He} + {}^5\text{Li} + 0$	${}^4\text{He} + {}^4\text{Li} - 0,94$
${}^3\text{He} + {}^6\text{Li}$	16,60	$n + {}^8\text{B} - 1,97$	$p + {}^8\text{Be} + 16,79$	$d + {}^7\text{Be} + 0,11$	$t + {}^6\text{Be} - 4,31$	${}^3\text{He} + {}^6\text{Li} + 0$	${}^4\text{He} + {}^5\text{Li} + 14,91$ ${}^5\text{He} + {}^4\text{Li} - 7,50$
${}^3\text{He} + {}^7\text{Li}$	17,79	$n + {}^9\text{B} + 9,35$	$p + {}^9\text{Be} + 11,20$	$d + {}^8\text{Be} + 11,76$	$t + {}^7\text{Be} - 0,88$	${}^3\text{He} + {}^7\text{Li} + 0$	${}^4\text{He} + {}^6\text{Li} + 13,33$ ${}^5\text{He} + {}^5\text{Li} + 6,77$ ${}^6\text{He} + {}^4\text{Li} - 12,89$
${}^4\text{He} + {}^4\text{He}$	-0,09	$n + {}^7\text{Be} - 18,99$	$p + {}^7\text{Li} - 17,35$	$d + {}^6\text{Li} - 22,37$	$t + {}^5\text{Li} - 21,78$	${}^3\text{He} + {}^5\text{He} - 21,47$	${}^4\text{He} + {}^4\text{He} + 0$
${}^4\text{He} + {}^5\text{He}$	2,47	$n + {}^8\text{Be} + 0,80$	$p + {}^8\text{Li} - 14,42$	$d + {}^7\text{Li} - 14,23$	$t + {}^6\text{Li} - 15,22$	${}^3\text{He} + {}^6\text{He} - 18,71$	${}^4\text{He} + {}^5\text{He} + 0$
${}^4\text{He} + {}^4\text{Li}$	4,63	$n + {}^7\text{B} - 8,46$	$p + {}^7\text{Be} + 4,49$	$d + {}^6\text{Be} - 3,96$	$t + {}^5\text{Be} + 12,60$	${}^3\text{He} + {}^5\text{Li} + 0,94$	${}^4\text{He} + {}^4\text{Li} + 0$
${}^4\text{He} + {}^5\text{Li}$	1,69	$n + {}^8\text{B} - 16,89$	$p + {}^8\text{Be} + 1,87$	$d + {}^7\text{Be} - 14,80$	$t + {}^6\text{Be} - 19,22$	${}^3\text{He} + {}^6\text{Li} - 14,91$	${}^4\text{He} + {}^5\text{Li} + 0$ ${}^5\text{He} + {}^4\text{Li} - 22,41$

Входной канал		Возможные выходные каналы – Q, энергия реакции, МэВ							
Тип реакции	Е _{св} , МэВ								
${}^4\text{He}+{}^6\text{Li}$	4,46	$n+{}^9\text{B}-3,97$	$p+{}^9\text{Be}-2,12$	$d+{}^8\text{Be}-1,56$	$t+{}^7\text{Be}-14,21$	${}^3\text{He}+{}^7\text{Li}-13,33$ ${}^4\text{He}+{}^6\text{Li}+0$	${}^5\text{He}+{}^5\text{Li}-6,56$ ${}^6\text{He}+{}^4\text{Li}-26,21$		
${}^4\text{He}+{}^7\text{Li}$	8,66	$n+{}^{10}\text{B}-2,79$	$p+{}^{10}\text{Be}-2,56$	$d+{}^9\text{Be}-7,15$	$t+{}^8\text{Be}-2,56$	${}^3\text{He}+{}^8\text{Li}-18,54$ ${}^4\text{He}+{}^7\text{Li}+0$	${}^5\text{He}+{}^6\text{Li}-8,14$ ${}^6\text{He}+{}^5\text{Li}-11,94$		
${}^5\text{Li}+{}^5\text{Li}$	7,66	$n+{}^9\text{C}-13,62$	$p+{}^9\text{B}+3,65$	$d+{}^8\text{B}-12,70$	$t+{}^7\text{B}-19,53$	${}^3\text{He}+{}^7\text{Be}-7,34$ ${}^4\text{He}+{}^6\text{Be}+2,56$	${}^5\text{He}+{}^5\text{Be}+11,97$ ${}^4\text{Li}+{}^6\text{Li}-15,86$ ${}^5\text{Li}+{}^5\text{Li}+0$		
${}^5\text{Li}+{}^6\text{Li}$	15,12	$n+{}^{10}\text{C}+1,99$	$p+{}^{10}\text{B}+6,43$	$d+{}^9\text{B}+0,21$	$t+{}^8\text{B}-12,10$	${}^3\text{He}+{}^8\text{Be}+5,89$ ${}^4\text{He}+{}^7\text{Be}+7,57$ ${}^5\text{He}+{}^6\text{Be}-4,00$	${}^6\text{He}+{}^5\text{Be}+8,17$ ${}^4\text{Li}+{}^7\text{Li}-14,27$ ${}^5\text{Li}+{}^6\text{Li}+0$		
${}^5\text{Li}+{}^7\text{Li}$	26,59	$n+{}^{11}\text{C}+7,87$	$p+{}^{11}\text{B}+10,63$	$d+{}^{10}\text{B}+1,40$	$t+{}^9\text{B}-0,78$	${}^3\text{He}+{}^9\text{Be}+0,31$ ${}^4\text{He}+{}^8\text{Be}+19,22$ ${}^5\text{He}+{}^7\text{Be}-0,57$	${}^6\text{He}+{}^6\text{Be}-9,38$ ${}^4\text{Li}+{}^8\text{Li}-19,49$ ${}^5\text{Li}+{}^7\text{Li}+0$ ${}^6\text{Li}+{}^6\text{Li}-1,59$		
${}^6\text{Li}+{}^6\text{Li}$	28,17	$n+{}^{11}\text{C}+9,45$	$p+{}^{11}\text{B}+12,22$	$d+{}^{10}\text{B}+2,99$	$t+{}^9\text{B}+0,81$	${}^3\text{He}+{}^9\text{Be}+1,89$ ${}^4\text{He}+{}^8\text{Be}+20,81$ ${}^5\text{He}+{}^7\text{Be}+1,01$ ${}^6\text{He}+{}^6\text{Be}-7,80$	${}^4\text{Li}+{}^8\text{Li}-17,90$ ${}^5\text{Li}+{}^7\text{Li}+1,59$ ${}^6\text{Li}+{}^6\text{Li}+0$		
${}^6\text{Li}+{}^7\text{Li}$	25,87	$n+{}^{12}\text{C}+20,92$	$p+{}^{12}\text{B}+8,34$	$d+{}^{11}\text{B}+7,19$	$t+{}^{10}\text{B}+1,99$	${}^3\text{He}+{}^{10}\text{Be}+1,46$ ${}^4\text{He}+{}^9\text{Be}+15,22$ ${}^5\text{He}+{}^8\text{Be}+12,66$ ${}^6\text{He}+{}^7\text{Be}-4,37$	${}^4\text{Li}+{}^9\text{Li}-21,10$ ${}^5\text{Li}+{}^8\text{Li}-3,63$ ${}^6\text{Li}+{}^7\text{Li}+0$		
${}^7\text{Li}+{}^7\text{Li}$	26,80	$n+{}^{13}\text{C}+18,62$	$p+{}^{13}\text{B}+5,97$	$d+{}^{12}\text{B}+3,31$	$t+{}^{11}\text{B}+6,20$	${}^3\text{He}+{}^{11}\text{Be}-5,29$ ${}^4\text{He}+{}^{10}\text{Be}+14,78$ ${}^5\text{He}+{}^9\text{Be}+7,08$ ${}^6\text{He}+{}^8\text{Be}+7,28$	${}^4\text{Li}+{}^{10}\text{Li}-30,65$ ${}^5\text{Li}+{}^9\text{Li}-6,83$ ${}^6\text{Li}+{}^8\text{Li}-5,22$ ${}^7\text{Li}+{}^7\text{Li}+0$		

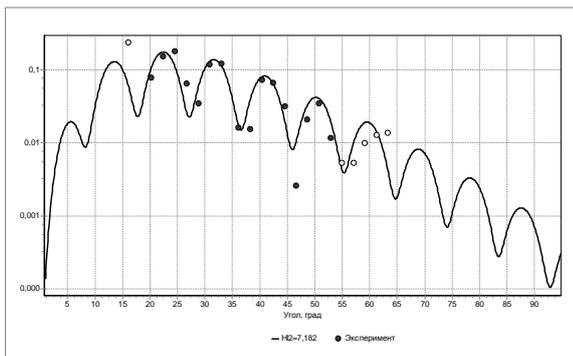
Однако, сечения таких реакций можно оценить с неплохой точностью (до 30%) воспользовавшись основными теоремами квантовой механики, связывающими полные сечения с элементами S-матрицы. В свою очередь, элементы S-матрицы могут быть получены при теоретическом анализе угловых распределений упругого рассеяния в рамках параметризованного фазового анализа (ПФА). В рамках модели сильно поглощающего ядра угловые распределения в одном из вариантов ПФА имеют вид:

$$y_0(u) = \frac{8p}{\kappa^2} \cdot |a|^2 \cdot \ell_0 \cdot \frac{1}{\sin u \cdot \exp(2 \cdot v \cdot u)} \cdot \left\{ b^2 + \cos^2 [(\ell_0 + 0,5) \cdot u + z] \right\} \quad (1)$$

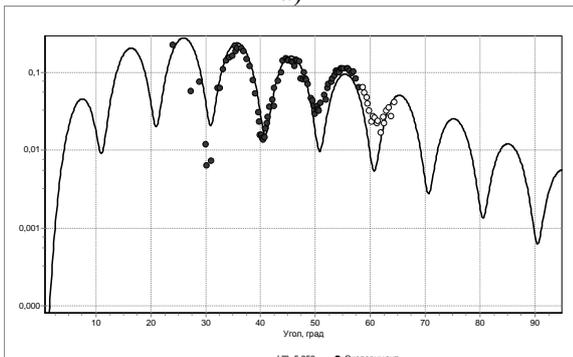
где a , ℓ_0 , v , b , z - свободные параметры теории, входящие в формулу (1).

Для апробирования данной методики в расчетах были использованы экспериментальные данные упруго рассеянных α -частиц на тяжелых ядрах (см. рисунок 1).

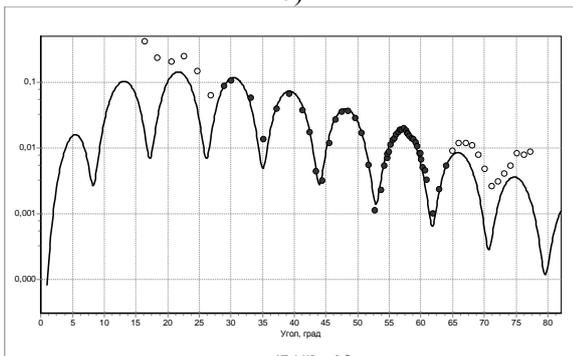
В результате расчетов были получены χ^2 -распределения для пар свободных параметров (1) модели сильного поглощения (см. рисунок 2).



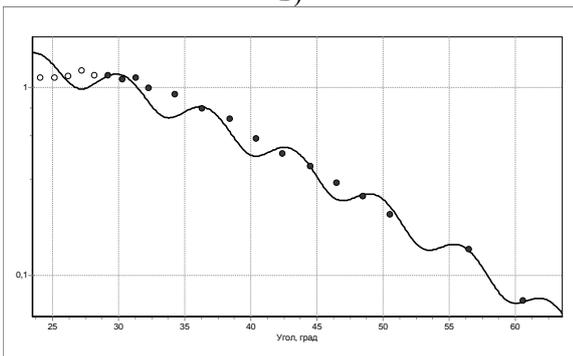
а)



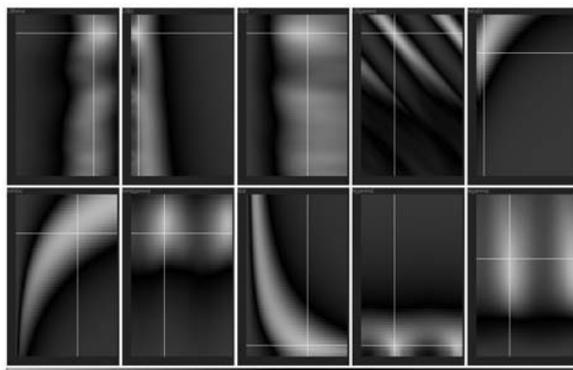
б)



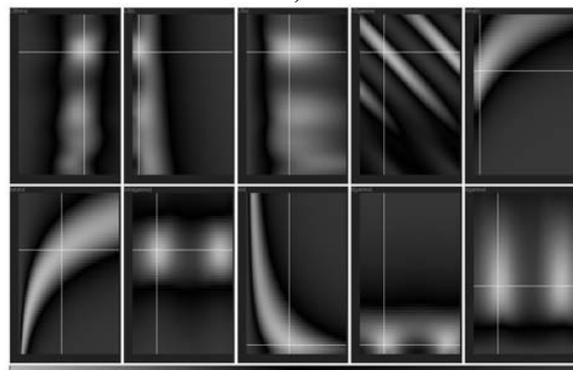
в)



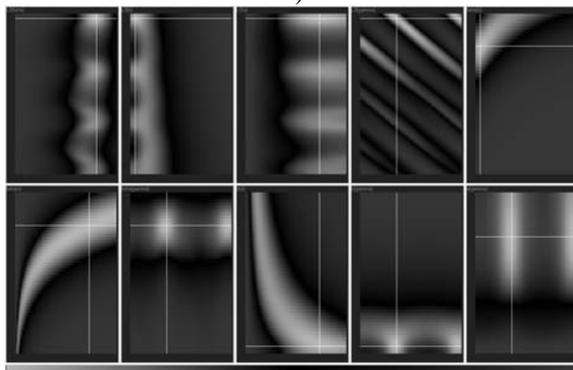
г)



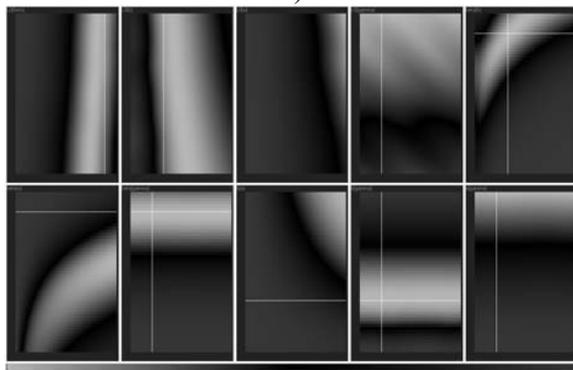
а)



б)



в)



г)

Рисунок 1 – Угловые распределения упруго рассеянных α -частиц;
 а) – $E\alpha=50,5$ МэВ на ^{64}Zn /1/;
 б) – $E\alpha=50,5$ МэВ на ^{48}Ti ;
 в) – $E\alpha=50,1$ МэВ на ^{90}Zr /1/;
 г) – $E\alpha=39$ МэВ на ^{206}Pb /1/.

Рисунок 2 – χ^2 -распределения для пар свободных параметров модели сильного поглощения для углового распределения упруго рассеянных α -частиц.

а), б), в), г) – а), б), в), г) рисунка 1.

Стартовые параметры модели из [2] в результате чего получены новые параметры подверглись точному фитированию, в результате чего получены новые параметры для соответствующих ядер (см. таблицу 2).

Таблица 2 – Параметры модели сильного поглощения

Параметры модели	64Zn, E α =50,5 МэВ		48Ti, E α =50,5 МэВ		90Zr, E α =50,1 МэВ		206Pb, E α =39 МэВ		207Pb, E α =39 МэВ		208Pb, E α =39 МэВ	
	Старт-парам	Фит-парам	Старт-парам	Фит-парам	Старт-парам	Фит-парам	Старт-парам	Фит-парам	Старт-парам	Фит-парам	Старт-парам	Фит-парам
l_0	18,7	18,688	17,9	17,668	19,7	19,7	-	27,259	-	27,259	-	27,259
β	3,96	3,96	3,3	3,251	4	3,994	-	4,388	-	4,213	-	4,504
b	0,4	0,357	0,29	0,29	0,271	0,233	-	1,618	-	1,691	-	1,691
a	5,8	6,063	3,9	4,252	7,3	7,302	-	29,921	-	26,378	-	31,575
γ	1,9	1,627	1,1	1,19	1,73	1,786	-	1,071	-	1,865	-	3,214
χ^2		3,377		5,353		1,412		0,399		0,436		

После фитирования свободных параметров были получены зависимости каждого параметра от массового числа, заряда ядра и энергии налетающих частиц (см. рисунки 3-5).

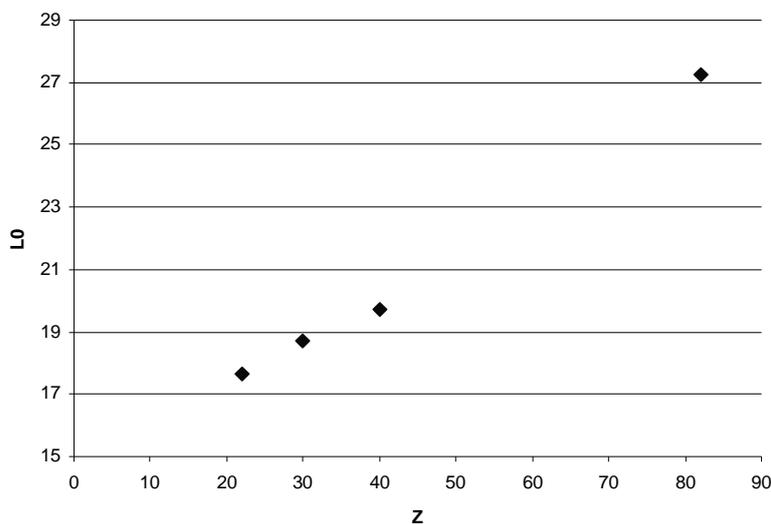


Рисунок 3 – Зависимости одного из свободных параметров от Z.

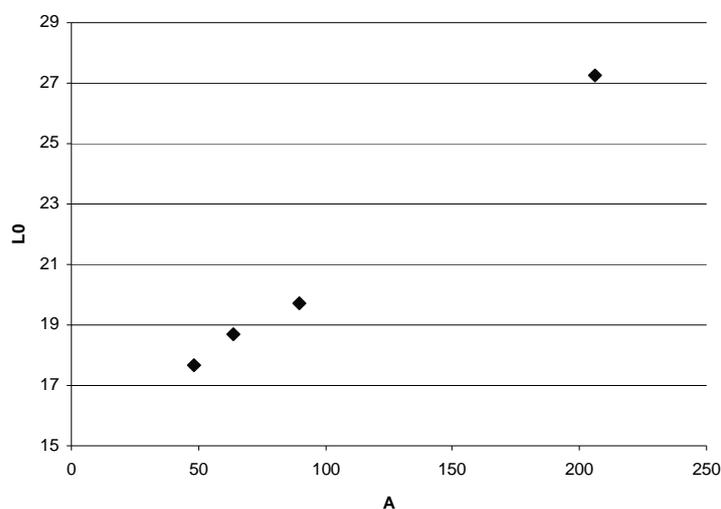


Рисунок 4 – Зависимости одного из свободных параметров от A.

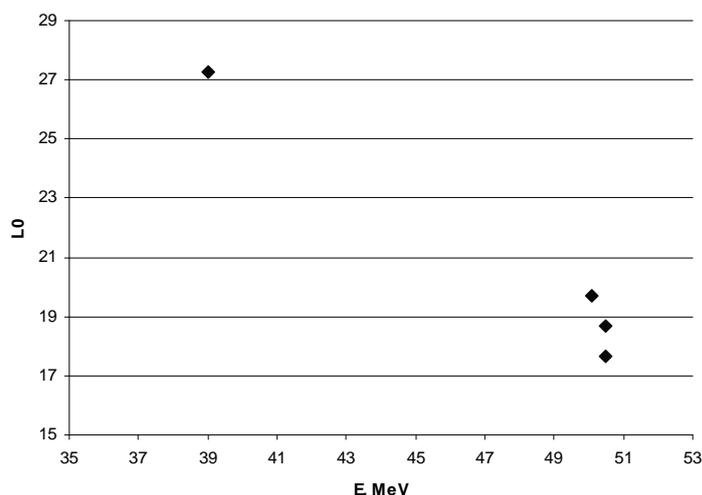


Рисунок 5 – Зависимости одного из свободных параметров от E .

Выводы

Из последних рисунков видно, что полученные гладкие закономерности позволяют предсказывать путем экстраполяции и интерполяции параметры модели для тех ядер, угловые распределения для которых не известны.

Скорость фитирования возросла от нескольких часов до нескольких секунд, что позволяет резко увеличить объем обрабатываемой информации.

Проведены энергетические расчеты для всех возможных термоядерных реакций на Солнце и звездах.

Список литературы

1.Н.Н. Павлова, С.Я. Айсена, К.А. Кутербеков, И.Н. Кухтина, А.В. Юшков. Таблицы дифференциальных сечений упругого и неупругого рассеяния альфа-частиц с энергиями от 30 до 50 МэВ на ядрах с $Z=6-30$. Часть 2. – Алма-Ата, 1990, 160 с.

2.А.В. Юшков. Поверхность $V(Z,N)$ ядерной деформации для ядер с $Z=2-102$. ЭЧАЯ, том 24, вып.2. – Дубна, 1993, с.348-408.

НАШИ ЮБИЛЯРЫ

ФАДЕЕВ ВЛАДИМИР БОРИСОВИЧ

(к 60-летию со дня рождения)



Фадеев Владимир Борисович, родился в Казахстане 15 декабря 1948 года.

Свою судьбу связал с электроэнергетикой в 1962 году, поступив учиться в Алматинский строительный техникум на отделение «Электрические станции, сети и системы».

Работал в проектных, монтажных и пуско-наладочных предприятиях Алматы.

В 1973 году окончил Казахский политехнический институт по специальности «Электроснабжение промышленных предприятий и городов».

В 1975 году поступил на работу в Алматинский энергетический институт на кафедру «Электрические машины», где занимался разработкой конструкций электрических машин специального исполнения – для нужд авиации и ВМФ. Результатом научно-исследовательской работы было создание нового, не имеющего аналога в мировой практике, метода расчета внешних краевых задач, в частности метода расчета внешних магнитных полей электрических машин и экранов конечных размеров. На основе разработанного метода, компьютерных программ и проведенных исследований были предложены оригинальные

решения по конструкции электрических машин для АПЛ, обеспечивших выполнение требований специального постановления Правительства СССР по обеспечению скрытности кораблей ВМФ.

В 1986 году в МАИ защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.01- Электрические машины и аппараты.

Список научных трудов включает в себя 34 научные работы, в том числе 8 авторских свидетельств.

С 2005 года работает доцентом на кафедре «Электроснабжение промышленных предприятий», где проводит и проводит занятия по дисциплинам:

- Электрические аппараты;
- Применение ЭВМ в электротехнических расчетах и эксперименте;
- Системы автоматизированного проектирования систем электроснабжения;
- Монтаж, наладка и эксплуатация электротехнических установок;
- Электрооборудование распределительных устройств до и выше 1000 вольт.

С 2008 года читает магистрантам электроэнергетического факультета курс

«Теория и практика технического эксперимента».

За время работы на кафедре ЭПП разработал и опубликовал 6 учебно- методических работ, включающих в себя конспекты лекций и методические указания к лабораторным и расчетно-графическим работам по порученным дисциплинам.

Уважаемый Владимир Борисович, поздравляем Вас с замечательным юбилеем, желаем Вам чудесных, ярких, светлых дней, благополучия и счастья!

ЕРАЛИЕВ САЙЛАУБЕК ЕРАЛИЕВИЧ (к 60-летию со дня рождения)



13 февраля исполнилось 60 лет со дня рождения Сайлаубека Ералиевича Ералиева – кандидата технических наук, профессора, заведующего кафедрой «Высшая математика» Алматинского института энергетики и связи.

Ералиев Сайлаубек Ералиевич родился в совхозе им. «Мичурина» Тюлькубасского района Южно-Казахстанской области. В 1972 году окончил механико-математический факультет КазГУ им. С.М.Кирова. После окончания университета был призван в ряды Советской Армии. Службу проходил в Краснознаменном Дальневосточном округе в должности командира взвода, затем командира батареи. Более 10 лет он занимался вольной борьбой. Был неоднократным

чемпионом Казахстана и является мастером спорта.

С августа 1974 года он работал в должности инженера лаборатории вычислительной математики им. АН КазССР. С 1978 года Ералиев С. работает в АИЭС сначала инженером, ассистентом, профессором, а с 2007г. является заведующим кафедрой «Высшей математики».

Ералиев С. ведет научную, учебно-методическую работу, автор свыше 60 научных и учебно-методических трудов, в том числе 12 учебных пособий. Он вносит значительный вклад в дело повышения профессионального уровня молодых кадров. Изданные им учебно-методические разработки всегда востребованы и приносят практическую пользу студентам нашего института.

Ералиев С. активно участвует в общественной жизни института, проводит работу по привлечению абитуриентов для поступления в АИЭС, 12 лет проработал в подшефной школе – интернате №1 для одаренных детей.

Редакционная коллегия и сотрудники института сердечно поздравляют Сайлаубека Ералиевича с юбилеем, желают крепкого здоровья, семейного благополучия и дальнейших творческих успехов!

ДУКЕНБАЙ САЙЛАУ ХАМИТҰЛЫ (70 жылдық мерейтойына)



Дүкенбай Сайлау Хамитұлы Павлодар облысы, Лебяжі ауданы, Тілектес аулында 1937 жылы 3 желтоқсанда туған.

Сайлау Хамитұлы 1956-1961 ж. Қарағанды пединститутының тарих-филология факультетін бітіріп, қазақ тілі және орыс тілі мұғалімі мамандығын алған. 1961-1964 жылдары Лебяжі ауданының Шарбақты мектебінде мұғалім, 1964-1976 жылдары Павлодар облыстық мұғалімдер білімін жетілдіру институтында қазақ тілі мен әдебиеті кафедрасының меңгерушісі болды. 1968-1975 жылдары Павлодар облыстық телерадио комитеті басқармасының штаттан тыс “Мектеп және семья” хабарының редакторы, дикторы қызметін қоса атқарды. 1976-1988 жылдары Қазақ ССР Оқу министрлігінің шақыруымен Мектептер басқармасының маманы, қазақ тілі мен әдебиеті инспекторы қызметін атқарды. Республика көлемінде пәннің оқытылуына, оқу-әдістемелік құралдарының шығуына басшылық етті. Сондай-ақ, Үкімет қаулысына сәйкес Республиканың 4 мектебінде (Алматы қаласы, Алматы, Көкшетау, Шымкент облыстарында) тұңғыш араб кластарын ашу, мұғалімдерін жасақтау, оқулықтарын шығару, Ғылыми кеңесін құру жұмыстарын ұйымдастырды. 1988-1992 жж. Алматы қаласындағы №2 мектеп-интернатының директоры, осы мектеп негізінде Республикалық қазақ тілі мен әдебиетін тереңдете оқыту мектебін ұйымдастырды. 1992-2000 жж. Алматы энергетика және бай-

ланыс институтының аға оқытушысы, доценті, кафедра меңгерушісі.

Қазақ тілі кафедрасында оқытушылық қызметтен жылдары олинституттың жылу энергетикасы саласы мамандықтарының студенттеріне жекелей және әріптестерімен бірге біршама оқу көмекші құралдарын, көрсеткіштерін шығаруға белсене қатысты. Атап айтқанда, «Алматы энергетика және байланыс институтының студенттері үшін қазақ тілі»; «Жылу энергетика студенттеріне қазақ тілі көрсеткіштері»; “Бастау” және “Жалғас” топтарының қазақ тілінен емтихан тестілері, т.б. ондаған оқу-әдістемелік құралдардың, ғылыми мақалалардың, оқулықтар мен сөздіктердің авторы.

“Қазіргі жағдайдағы энергетика, телекоммуникациялар және жоғары білім” атты АЭЖБИ базасында әр жылдары дәстүрлі ұйымдастырылып отыратын Халықаралық ғылыми-техникалық конференцияның еңбектерінде “Институтта техникалық терминдерді мемлекеттік тілде қолдану” (2005 ж.), “Мемлекеттік тілге көшу кезеңдері” (2006 ж.) және т.б. ізденістері басылды.

Мемлекеттік тілде іс жүргізу курсынан 50-ден астам қызметшілер екі дүркін даярлықтан өтіп, куәліктер алды. Бұл курстарды Дүкенбай С.Х. өткізгенін ағай кеткен жөн. Қазір институтта ілеспе аударма аппаратурасы іске қосылған.

Көп жылғы жемісті еңбектері үшін Дүкенбай С.Х. “Тыңжәне тыңайған жерлерді игеру”, “Еңбек ардагері”, “Қазақстан Оқу Ісі Үздігі” медальдарымен, көптеген грамоталармен марапатталған.

Қазір Дүкенбай С.Х. 2006 жылдан бері осы институтта мемлекеттік тіл және аударма секторының меңгерушісі және іс қағаздарын мемлекеттік тілде жүргізуді жолға қоюда айтарлықтай еңбек етіп келеді.

Құрметті Сайлау Хамитұлы, сізді мерейтойыңызбен шын жүректен құттықтай отырып, зор денсаулық, ұзақ өмір, отбасыңызға береке тілейміз. Ұзақ жылдар бойы жасаған еңбегіңіздің жемісін көріңіз!

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.



Подписной индекс - 74108