

ISSN 1999 – 9801



Алматы энергетика және
байланыс университетінің
ХАБАРШЫСЫ



ВЕСТНИК
Алматинского университета
энергетики и связи



2017





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

Издаётся с июня 2008 года

УЧРЕДИТЕЛЬ

Алматинский университет энергетики и связи (АУЭС)

Главный редактор - Соколов С. Е., д-р техн. наук.

Зам. главного редактора - Стояк В. В., канд. техн. наук.

Редакционная коллегия:

Акопьянц Г. С., канд. техн. наук (Казахстан);

Андреев Г. И., канд. техн. наук (Казахстан);

Беляев А. Н., канд. техн. наук (Россия);

Бильдюкевич А. В., академик НАН, д-р хим. наук (Беларусь);

Кузлякина В. В., академик РАН, д-р техн. наук (Россия);

Михайлова Н. Б., д-р фил. наук (Германия);

Пирматов Н. Б., д-р техн. наук (Узбекистан);

Раджабов Т. Д., академик НАН, д-р физ.-мат. наук (Узбекистан);

Сулейменова К. И., д-р экон. наук (Великобритания);

Фикрет Т., д-р фил. наук (Турция);

Фишов А. Г., д-р техн. наук (Россия).

С содержанием журнала можно ознакомиться на веб-сайте АУЭС 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 университет энергетики и связи», ул. Байтурсынова, 126, офис А 326.

Тел.: 8(727) 2784536, 2925048. Факс: 8(727) 2925057. E-mail: aipet@aipet.kz (с пометкой «Для редакции журнала»).

Ответственный секретарь
Технические редакторы

Садикова Г. С.
Саньярова Н. С. (рус.)
Телькожаева К. С. (каз.)
Пархатова Р. М. (англ.)

Сдано в набор 27.02.2017 г. Подписано в печать 14.03.2017 г. Формат А4

Бумага офсетная № 80 г/м² Печать офсетная. Печ. л. 10,5

Цена свободная. Тираж 350 экз. Зарегистрирован Комитетом информации и архивов
Министерства связи и информации РК, регистрационный № 11124-Ж от 02.09.2010 г.

Макет выполнен и отпечатан в типографии «ИП Волкова»

Райымбека 212/1, оф.104.

В Е С Т Н И К

**АЛМАТИНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ**

№ 1 (36)

2017

**Научно-технический журнал
Выходит 4 раза в год**

Алматы



БАКАЛАВРИАТ

- 5B060200 - Информатика
- 5B070200 - Автоматизация и управление
- 5B070300 - Информационные системы
- 5B070400 - Вычислительная техника и программное обеспечение
- 5B071600 - Приборостроение
- 5B071700 - Теплоэнергетика
- 5B071800 - Электроэнергетика
- 5B071900 - Радиотехника, электроника и телекоммуникации
- 5B073100 - Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды
- 5B081200 - Энергообеспечение сельского хозяйства
- 5B074600 - Космическая техника и технологии
- 5B100200 - Системы информационной безопасности

МАГИСТРАТУРА

- 6M070200 - Автоматизация и управление
- 6M071700 - Теплоэнергетика
- 6M071800 - Электроэнергетика
- 6M071900 - Радиотехника, электроника и телекоммуникации
- 6M070400 - Вычислительная техника и программное обеспечение
- 6M070300 - Информационные системы
- 6M073100 - Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды
- 6M071600 - Приборостроение

Докторантура PhD

- 6D071700 - Теплоэнергетика
- 6D071800 - Электроэнергетика
- 6D071900 - Радиотехника, электроника и телекоммуникации

ПОСТУПАЯ
в АУЭС,

Вы имеете уникальную
возможность
одновременно получить

2

диплома

- диплом бакалавра АУЭС по основной специальности.
- диплом бакалавра Национального исследовательского университета «Московский энергетический институт» (НИУ «МЭИ») по экономической специальности.

ОБУЧЕНИЕ НА АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКЕ:

Студентам предлагается обучение на английском языке по следующим специальностям:

- Электроэнергетика;
- Радиотехника, электроника и телекоммуникации;
- Автоматизация и управление;
- Вычислительная техника и программное обеспечение;
- Приборостроение.

имеется система скидок
(за хорошую и отличную учебу, и при внесении 100% предоплаты за обучение)

Иногородним предоставляется общежитие

ВОЕННАЯ КАФЕДРА:

Министерство обороны РК выделяет квоту студентам АУЭС для получения специальности на военной кафедре, а также предлагает пройти курс «Молодого бойца».

Наши выпускники успешно трудятся не только в Казахстане, но и в странах ближнего и дальнего зарубежья.

Наши контакты:

г.Алматы, ул.Байтурсынова,126,

тел.: 8 727 292 07 72,

8 727 292 44 71

e-mail: aipet@aipet.kz,

сmpo.aipet@gmail.com

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОТЕХНОЛОГИЯ

- Мусабеков Р. А., Абильдинова С. К.,
Расмухамедова А. С.**
Эффективность систем централизованного
теплоснабжения в условиях совместного
использования тепловых насосов.....5

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЯ

- Тохтибакиев К. К., Бектимиров А. Т.,
Соколов С. Е., Саухимов А. А.**
Анализ низкочастотных колебаний
по транзиту «Север-Юг» НЭС Казахстана
с использованием системы WAMS.....13

- Тохтибакиев К. К., Мурат А. К.,
Соколов С. Е., Саухимов А. А.**
Исследование металлических однофазных
замыканий на землю в распределительных
сетях 6-10 кв22

АВТОМАТИКА, ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- Чернов Б. А., Чернова Н. Б.**
Математическая модель скорости звука в воде.....29

- Чернов Б. А., Чернова Н. Б.**
Настройка ультразвуковых расходомеров
на подающих трубопроводах источников тепла37

ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЯ

- Шаймерденова К. М., Кутум Б. Б.,
Сулейменова С. Е.**
Анализ влияния электрогидроимпульсного
воздействия на физико-химические
параметры воды.....44

ИННОВАЦИИ В ВЫСШЕМ ОБРАЗОВАНИИ,
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И СОЦИАЛЬНО-
ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

Сулейменов И. Э., Седлакова З. З., Шалтыкова Д. Б., Кабдушев Ш. Б. Принцип работы дисплейного экрана на основе фазовых переходов в растворах термочувствительных полимеров.....	50
Kumekov S. E., Kudaibergen A. D., Saukhimov A. A., Martirosyan K. S. Thermogravimetric and differential thermal analysis of CE2NIMNO6 fabricated by carbon combustion synthesis of oxide	57
Nurkhodzhayeva H., Erzhanova Zh. Dictionaries and monolingual dictionaries	63
Досмаханова Р. А. Формирование межкультурной компетенции студентов технического вуза	69
Әжиев Қ. Ө. Инженерлік мамандықтарға қазақ тілін оқытуда «шағын топ» жұмысын ұйымдастыру	75

НАШИ ЮБИЛЯРЫ

Хисаров Булат Джантемирович	80
Трофимов Герман Геннадьевич.....	81
Байпақбаев Түркістан Сайдахметұлы.....	82

Р. А. Мусабеков¹, С. К. Абильдинова¹, А. С. Расмухаметова¹

¹Алматинский университет энергетики и связи, г. Алматы, Казахстан

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ В УСЛОВИЯХ СОВМЕСТНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ

Аннотация. В статье описываются основные проблемы традиционного теплоснабжения в Республике Казахстан, рассматриваются возможные пути решения данной проблемы. Разработка практических примеров внедрения теплонасосных технологии на конкретных объектах теплоснабжения ведет к улучшению технико-экономических показателей системы теплоснабжения. Разработка нацелена на концепцию использования нетрадиционных источников тепла для перехода теплосетей на новый уровень теплоснабжения. Путем анализа существующих примеров внедрения в работу теплосетей альтернативных источников тепла и результатов исследований определена эффективность установки тепловых насосов в центральном тепловом пункте, использующих независимую схему подключения потребителей тепла. Использование тепловым насосом обратной сетевой воды для испарителя в качестве источника низкопотенциальной энергии приводит к сокращению расхода прямой сетевой воды от теплосети на тепловой пункт квартальной сети, вследствие чего снизится расход натурального топлива, сжигаемого непосредственно на теплоэлектроцентрали.

Ключевые слова: централизованное теплоснабжение; тепловой насос; сетевая вода, тепловое потребление.

В Казахстане централизованное теплоснабжение на основе комбинированной выработки тепла и электроэнергии на теплоэлектроцентралях (ТЭЦ) получило наиболее широкое развитие и в настоящее время является доминирующей системой.

В период с 1990-2005 гг. вводы новых мощностей на ТЭЦ осуществлялись в ограниченных масштабах в связи со спадом экономики в годы перестройки. Ключевой проблемой во всех действующих звеньях системы централизованного теплоснабжения является моральный и физический износ основных фондов. Низкая востребованность тепловой энергии привела к ухудшению технико-экономических показателей систем теплоснабжения. Это обусловило рост себестоимости производства тепла и электроэнергии.

Повышение энергетической эффективности централизованного теплоснабжения должно проводиться в соответствии с программой «Энергосбережение-2020», принятой Постановлением Правительства Республики Казахстан от 29 августа 2013 года № 904 [1]. В программе большое внимание уделяется выбору основных источников тепла, так как это является наиболее ответственной задачей при проектировании энергоэффективных систем теплоснабжения объектов жилищно-коммунального хозяйства.

Программа «Энергосбережение-2020» определяет не только создание технических, технологических, правовых, экономических и организационных основ и мер стимулирования эффективности систем теплоснабжения, но и их взаимное согласование, направленное на уменьшение объема используемых ресурсов, в частности топливных ресурсов на нужды теплоснабжения при сохранении соответствующего полезного эффекта от их использования.

Для эффективного ресурсо- и энергосбережения в централизованных системах теплоснабжения РК необходимо решить следующие основные проблемы.

Когда говорят о ресурсосбережении или об уменьшении потерь энергии, то имеют в виду не количественное выражение, так как оно автоматически контролируется первым

законом термодинамики, а подразумевают качественную характеристику самой энергии. В общем случае сбережение энергии теплоты является, по существу, сохранением ее качества.

Задача энергоэффективного теплоснабжения зависит от целого ряда проблем, которые зависят от географического положения объекта теплоснабжения, продолжительности отопительного периода, учитывающего среднюю температуру окружающей среды.

Затраты на теплоснабжение зависят от особенностей климатических условий Казахстана. Согласно официальному источнику информации [2] средняя температурная норма января в пределах Республики Казахстан (2015 г) составляет – 11,0⁰С (таблица 1).

Таблица 1 - Средняя температура января месяца различных областей РК

Область	Температура, ⁰ С
Акмолинская	- 16,8
Актюбинская	- 14,9
Алматинская	- 6,5
Атырауская	- 9,6
Восточно-Казахстанская	- 16,5
Жамбылская	- 5,0
Западно-Казахстанская	-13,5
Карагандинская	-14,5
Кызылординская	-9,1
Костанайская	-17,0
Мангыстауская	-2,9
Павлодарская	-17,6
Северо-Казахстанская	-18,1
Южно-Казахстанская	-2,0

Перед проектированием отопительной системы зданий и выбора источника тепла проводится расчет теплового баланса, который учитывает:

- количество выбросов от источников тепла, работающих на природном топливе;
- рациональное использование традиционных природных ресурсов, влияние «парникового эффекта» за счет выделения в атмосферу вредных веществ;
- тепловую плотность населенного пункта застройки;
- дефицит выработки тепловой энергии; вид доступного местного топлива;
- износ существующих инженерных систем и тепловых сетей;
- невозможность прокладки новых теплотрасс.

Недостатками традиционных источников тепла являются их низкая энергетическая, экономическая и экологическая эффективность (в случае малых котельных), так как при сжигании органического топлива загрязняется окружающая среда. Плюс к этому постоянно возрастающие тарифы на отпускаемую тепловую энергию, усугубляемые транспортными расходами при производстве и распределении энергоносителей. Отсюда и низкий эксергетический КПД, характеризующий максимальную работу, которая совершается при обратимом переходе термодинамической системы с заданными параметрами в состояния равновесия с окружающей средой.

Помимо этого, отмечается неоправданно высокая стоимость создания и обслуживания тепловых сетей, которые являются самым ненадежным элементом систем централизованного теплоснабжения.

В настоящее время тепловые сети РК характеризуются высокой степенью износа, порядка 70-80%, высокой аварийностью, а потери в тепловых сетях намного выше мировых показателей.

Наиболее эффективным и очевидным вариантом решения проблем энергосбережения в тепловых сетях является применение рациональных технологических схем с тепловыми насосами. Перспективы применения тепловых насосов ТН в Республике Казахстан определяются технологической востребованностью и тенденцией повышения цен на топливо, тепловую и электрическую энергию.

Преодоление с помощью ТН факторов, снижающих эффективность теплоснабжения от ТЭЦ, в полной мере возможно только во вновь сооружаемых системах централизованного теплоснабжения (СЦТ) и при новом строительстве жилых и промышленных зданий.

В новых проектах предусматриваются повышенные требования к тепловой и звуковой изоляции. Для окон применяются стеклопакеты повышенной герметичности. Внутри помещений предусматривается обязательная установка приборов учёта тепла и регулирования температуры воздуха, устанавливаются отопительные приборы с более интенсивной передачей тепла от сетевой воды (оребрённые радиаторы с обдувом, «тёплые полы» и др.), использование которых помогает снижать как температуру прямой сетевой воды, так и уменьшать температуру обратной сетевой воды за счет интенсивного отбора тепла.

Так для «теплых полов» температура прямой и обратной сетевой воды может лежать в пределах $45 \div 30$ °С. В этих условиях возможно коренное изменение графика температур прямой и обратной воды – снижение этих температур до уровня, достаточного для отопления помещений и благоприятного для работы ТН с высоким коэффициентом преобразования. При этих условиях возможен полный переход систем централизованного теплоснабжения СЦТ на ТН (система ТЭЦ + ТН).

В настоящее время сетевая вода возвращается на ТЭЦ с температурой $45 \div 70$ °С. Для достижения повышенных значений коэффициента преобразования ТН необходимо понижение этой температуры до $25 \div 30$ °С. Это возможно не только путём совершенствования конструкции зданий и их системы отопления, о котором говорилось выше. Кроме этих решений, возможно (и целесообразно) понижение температуры обратной сетевой воды за счёт установки на центральных тепловых пунктах (ЦТП) тепловых насосов. Для ТН источником низкопотенциального тепла будет служить обратная сетевая вода.

В работе [2] разработана система теплоснабжения жилого дома с источниками тепла тепловой насос - тепловые сети, где тепловой насос обеспечивает от 50% до 70% потребности в тепле. Суммарная продолжительность работы тепловых насосов зависит от значения температуры наружного воздуха в бивалентной точке на графике тепловой нагрузки, определяемой с помощью климатических данных (таблица 1).

В работах [3, 4] впервые была предложена идея использования низкопотенциальной теплоты, сосредоточенной на ГРЭС-ТЭЦ с помощью теплонасосных установок, которые могут быть размещены в централизованных и индивидуальных тепловых пунктах (ЦТП, ИТП), входящих в состав СЦТ.

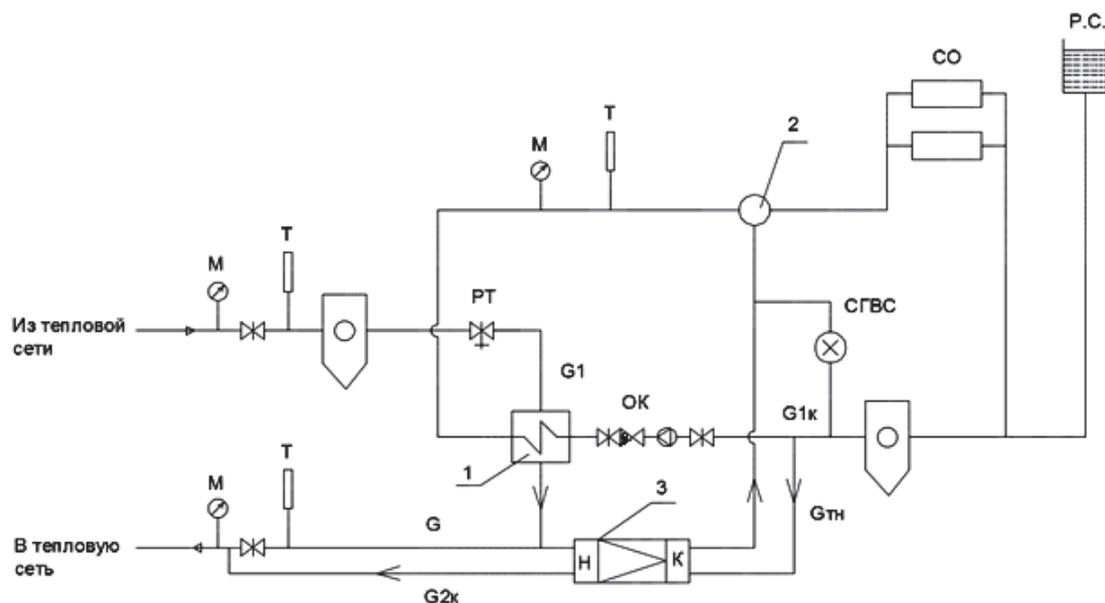
Известно, что в СЦТ отпуск тепла от ТЭЦ, как и от районной котельной, осуществляется по зависимой и независимой схемам присоединения внешних теплопотребителей. Это обстоятельство, в свою очередь, предопределяет появление многообразия схем и способов подключения тепловых насосов в систему теплоснабжения с размещением ТН как на ЦТП, так и в непосредственной близости от потребителей.

Все перечисленные недостатки традиционного теплоснабжения в условиях энергосбережения и нанесения минимального вреда окружающей среде, настоятельно требуют другого подхода к решению проблемы теплоснабжения вновь возводимого жилья. Возможным вариантом решения данной проблемы является полезное использование низкотемпературной природной теплоты ($+4 \dots +40$ °С) или сбросной промышленной теплоты для теплоснабжения с помощью тепловых насосов.

На рисунке 1 приведена принципиальная схема подключения теплонасосных установок в систему отопления и горячего водоснабжения на ЦТП. Поток прямой сетевой воды (ПСВ) от ТЭЦ поступает на традиционные теплообменники 1 подогрева обратной квартальной воды контура отопления, в которых происходит нагрев части потока обратной квартальной воды (потока $G_{1к}$). Другая часть $G_{тн}$ обратной квартальной воды поступает на конденсатор теплонасосной установки и нагревается на $\Delta t=15^0C$. В испарителях ТНУ происходит захлаживание части потока обратной сетевой воды $G_{2к}= G_1 - \Delta G$, после чего она сбрасывается в основной коллектор обратной сетевой воды и далее возвращается на ТЭЦ.

После смесителя 3 нагретая квартальная вода контура отопления по внутренним распределительным тепловым сетям поступает на отопление объектов квартальной сети, после которых возвращается на нагрев в ТН и ТО-1 по вышеописанной схеме.

За счет захлаживания потока обратной сетевой воды ОСВ сокращается расход прямой сетевой воды от ТЭЦ пропорционально количеству отобранного тепла от ОСВ в испарителе ТН. Именно на величину, отведенного низко-потенциального тепла (НПТ) от ОСВ, снижаются сбросы НПТ в холодном источнике на ТЭЦ, что, в конечном итоге, приводит к снижению расхода топлива непосредственно на ТЭЦ и одновременно к сокращению потребления тепла от ТЭЦ на ЦТП квартальной сети. Это обеспечивает снижение платы потребителями данного квартала города на теплоснабжение.



1 - водоводяной теплообменник контура отопления (пластинчатый), 2 - смеситель, 2 - тепловой насос (ТН), СО, СГВС - внешние тепловые потребители системы отопления и горячего водоснабжения; G_1 -расход прямой сетевой, поступающей на ЦТП от ТЭЦ; $G_{2к}$ – расход обратной сетевой воды, возвращаемой на ТЭЦ после ТН; $G_{тн}$ - расход обратной сетевой воды квартального контура отопления, подаваемой на подогрев в ТН; $G_{1к}$ - расход обратной сетевой воды квартального контура отопления, подаваемой на подогрев в водоводяной теплообменник (ВВТО) традиционной схемы теплоснабжения; ΔG – не использованное количество обратной сетевой воды после теплообменника, возвращаемое в ТЭЦ или на другие цели.

Рисунок 1 - Тепловая схема ЦТП с ТН при независимой схеме отопления

Для обсуждения результатов расчета, в качестве примера приняты расходы и температуры сетевой воды в условиях работы ЦТП: $\sum G_{2к} = 70 \text{ м}^3/\text{ч}$. $\sum G_{ТН} = 25 \text{ м}^3/\text{ч}$. $T_{1обр} = 50^\circ\text{C}$; $T_{2прям} = 65^\circ\text{C}$.

Теплопроизводительность теплового насоса определяется по формуле

$$Q = G_{ТН} C_{В} \rho_{В} (T_{2прям} - T_{1обр}), \quad (1)$$

для условия рассматриваемого примера - $Q = 436 \text{ кВт} = 0,375 \text{ Гкал/ч}$. С учетом этой тепловой нагрузки выбирается один тепловой насос типа «вода-вода» НТ-300. Характеристики завода-изготовителя для НТ-300 приведены в [5]. Тепловой насос типа «вода-вода» НТ-300 работает на хладагенте R-134 А с максимальной температурой конденсации 60°C .

При продолжительности отопительного сезона г. Алматы в 2015-16 г., равной 4248 ч. (177 суток) и работе одного ТН-300, ожидаемая годовая выработка тепла с помощью ТНУ составит 1593 Гкал, расход электроэнергии на привод ТН – 382,6 Мвт·ч. При принятых тарифах на тепловую (3890,72 тенге за 1 Гкал.) и электрическую энергии (7,5 тенге за 1 кВтч для энергопроизводящих предприятий) для объектов жилого назначения: выручка от реализации отпуска тепла составит 6,2 млн. тенге, затраты на электроэнергию - 2,87 млн. тенге.

Одним из важных достоинств такой тепловой схемы является снижение температуры обратной воды, которое позволяет повысить комбинированную выработку электроэнергии на ТЭЦ на тепловом потреблении. Это тем более актуально в связи с тем, что температура обратной сетевой воды, возвращаемой на ТЭЦ, постоянно завышается, чему много разных причин, и не только технических. Практика работы тепловых сетей разных городов РК показывает, что наблюдается превышение температура воды в обратной линии систем теплоснабжения в зимний период над нормативной по тепловому графику на 5-8 $^\circ\text{C}$.

Производительность по горячей воде ТН-300 составляет $G_{ТН} = 25 \text{ м}^3/\text{ч}$. При этом из низкопотенциального источника (обратная вода теплосетей) в испаритель ТН-300 забирается воды - $G_{2к} = 50 \text{ м}^3/\text{ч}$. Здесь следует отметить, что при той же независимой схеме отопления без установки тепловых насосов расход сетевой воды на водо-водяные теплообменники контура отопления (пластинчатые) составляли $G_1 = 70 \text{ м}^3/\text{ч}$. При установке одного ТН-300 упомянутый расход составит $G_{2к} = 50 \text{ м}^3/\text{ч}$, т. е. на $\Delta G = G_1 - G_{2к} = 20 \text{ м}^3/\text{ч}$ будет меньше.

Таким образом, установка тепловых насосов позволяет уменьшить расход греющего потока сетевой воды на теплообменники.

За счет захлаживания потока ОСВ (обратной сетевой воды) сокращается расход прямой сетевой воды от ТЭЦ пропорционально количеству отобранного тепла от ОСВ в испарителе ТНУ. Захлаживание обратной сетевой воды для данного режима работы ТН составляет от $t_{2к} = 50^\circ\text{C}$ до $t_{1к} = 40^\circ\text{C}$, $\Delta t = 10^\circ\text{C}$.

На рисунке 2 изображена р-Н диаграмма термодинамического цикла одноступенчатого парокомпрессионного теплового насоса НТ-300.

Температура рабочего агента R-134А в конденсаторе теплового насоса принята - $t_{к} = 60^\circ\text{C}$, в испарителе - $t_0 = 45^\circ\text{C}$. На диаграмме р-Н процессу конденсации соответствует линия 2-3, процессу испарения 1-4. Коэффициент преобразования тепловой энергии тепловым насосом ТН-300 был рассчитан с привлечением параметров построенного термодинамического цикла (рисунок 2).

Коэффициент преобразования тепловой энергии тепловым насосом определяется по формуле

$$\mu = \frac{Q_k}{N_e}, \quad (2)$$

где Q_k - теплопроизводительность теплового насоса;

N_e - электрическая мощность привода компрессора и составляет $\mu=4,84$, что является приемлемым с точки зрения эффективности применения теплового насоса.

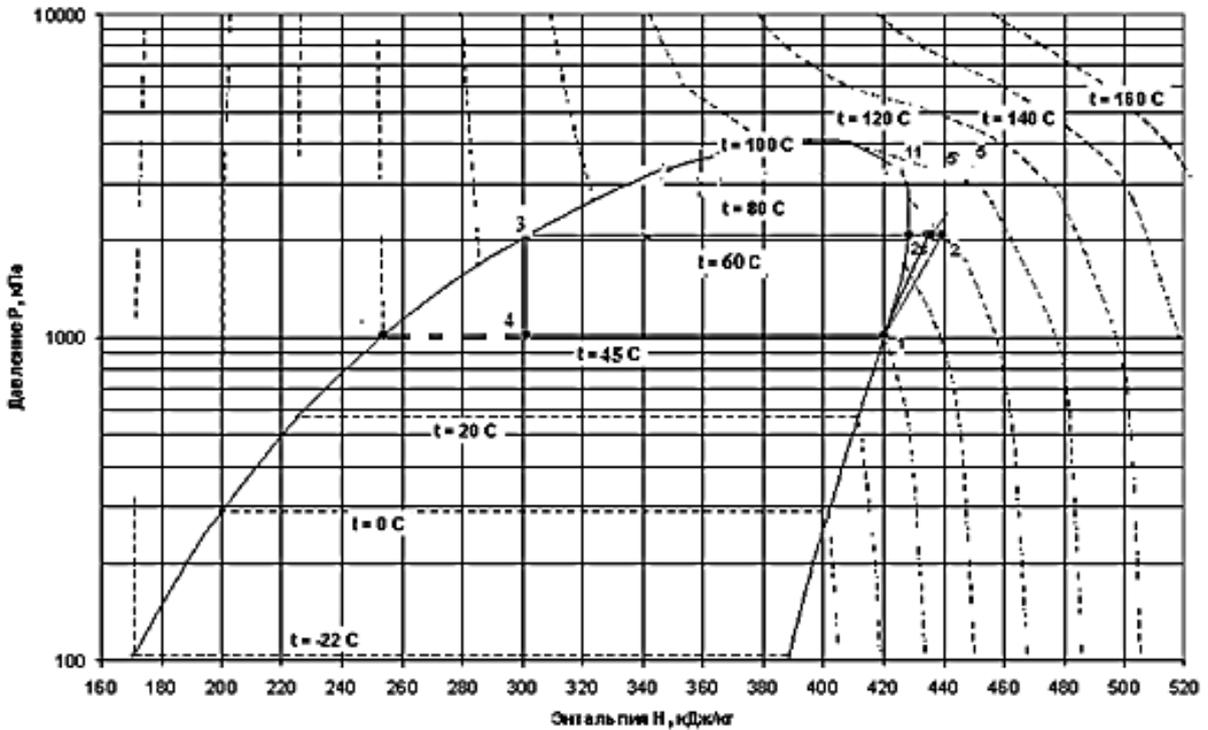


Рисунок 2 - Термодинамический цикл одноступенчатого парокомпрессионного теплового насоса НТ-300 с хладагентом R-134A на диаграмме p-h

Выводы

1. Использование тепловых насосов в условиях работы центрального теплового пункта теплосетей наряду с традиционными источниками тепла позволяет существенно сократить расходы прямой сетевой воды от источнике тепла – ТЭЦ.
2. Установка тепловых насосов в центральном тепловом пункте позволяет рационально обеспечивать теплом потребителей, имеющих независимую схему подключения систем отопления.
3. Разработана тепловая схема центрального теплового пункта ЦТП с тепловым насосом, обеспечивающим теплом потребителей квартальной системы отопления и горячего водоснабжения
4. Расчеты теплопроизводительности теплового насоса, устанавливаемого в ЦТП, показывают, что в результате захлаживания потока обратной сетевой воды в испарителе ТН сокращается расход прямой сетевой воды от ТЭЦ пропорционально количеству отобранного от нее тепла.
5. Значение коэффициента преобразования тепловой энергии тепловым насосом ТН-300 подтверждает эффективность применения теплового насоса в условиях работы ЦТП тепловых сетей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1] Закон Республики Казахстан. Об энергосбережении и повышении энергоэффективности // Режим доступа: <http://adilet.zan.kz>, свободный (дата обращения: 10.02.2017).

[2] СНиП РК 2.04-01-2001. Строительная климатология. - Астана: Комитет по делам строительства МИ и Т РК, 2005. - 114 с.

[3] Абильдинова С. К., Мухиддинов Д. Н. Анализ режимы работы теплового насоса в бивалентной системе теплоснабжения // Материалы VII Всероссийской научно-техн. междунар. конф. «Энергетика: управление, качество и эффективность использования энергоресурсов». – Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2013. - С. 430-436.

[4] Закиров Д. Г., Рыбин А. А. Использование низкопотенциальной теплоты. - М.: РУСАЙНС, 2015. – С. 154-158.

[5] Николаев Ю. Е., Бакшеев А. Ю. Определение эффективности тепловых насосов, использующих теплоту обратной сетевой воды ТЭЦ // Промышленная энергетика. - № 9. – 2007. - С. 14-17.

REFERENCES

[1] The Law Of The Republic Of Kazakhstan. On energy saving and energy efficiency // Mode of access: <http://adilet.zan.kz>, freely available (date appeal to the source: 10.02.2017).

[2] SNiP RK 2.04-01-2001. Building climatology. - Astana: Committee for construction Affairs MI I T of RK, 2005. - 114 S.

[3] S. K. Abildinova, D. N. Muhiddinov. Analysis of the operating modes of the heat pump in dual mode heating system. // Proceedings of the Seventh All-Russian scientific and technical international conference "Energy: management, quality and efficient use of energy" .- Russia, Blagoveshchensk, Amur gos.universitet. 2013. - S. 430-436.

[4] D. G Zakirov, A. A Rybin. The use of low-grade teploty. - AM: RUSAYNS, 2015. - 154 p.

[5] Nikolaev Yu Ye, Baksheev A. Y. Determination of the efficiency of heat pumps using heat return water CHP // Industrial power. - № 9. - 2007. - S. 14-17.

ЖЫЛУ СОРҒЫЛАРЫН БІРЛЕСІП ҚОЛДАНУ ЖАҒДАЙЫНДАҒЫ ОРТАЛЫҚТАНДЫРЫЛҒАН ЖЫЛУМЕН ҚАМТУ ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ ТИІМДІЛІГІ

Р. А. Мусабеков¹, С. К.Абильдинова¹, А. С.Расмухамедова¹

¹Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы қ., Қазақстан

Аңдатпа. Мақалада Қазақстан Республикасының жылумен қамдаудың дәстүрлі жүйесінің негізгі мәселелері сипатталып, мәселені шешудің мүмкін болатын жолдары қарастырылған. Нақты объектілерде жылу сорғыларға негізделген технологияларды енгізу жылумен қамтамасыз ету жүйелердің техникалық-экономикалық көрсеткіштерінің жақсаруына әкеледі. Өзірленген тұжырымдама дәстүрлі емес жылу көздерін пайдалану арқылы жылумен қамтамасыз ету жүйелері жұмысын жаңа деңгейге ауыстыруға бағытталған. Баламалы жылу көздерін жылу желінің жұмысына енгізудің қолданыстағы мысалдарын қарастыру және зерттеу нәтижелерін талдау арқылы жылуды тұтынушыларды желіге тәуелсіз қосу схемасын пайдаланатын орталық жылу пунктінде жылу сорғыларын пайдалану тиімділігі анықталды. Автор жылу сорғысы орталық жылу пунктінде кері желілік суды буландырғышта төменгі қуатты жылу көзі ретінде пайдаланып, нәтижесінде жылуэлектр орталығынан берілетін жүйелік су шығынын қысқартады және оның салдарынан ЖЭО-да жағылатын отын шығыны төменді деген қорытындыға келеді.

Кілттік сөздер: орталықтандырылған жылумен қамдау, жылу сорғысы, жүйелік су, жылуды тұтыну.

EFFICIENCY OF DISTRICT HEATING SYSTEMS UNDER CONDITIONS OF JOINT USAGE OF HEAT PUMPS

S. K. Abildinova¹, R. A. Musabekov¹, A. S. Rasmukhamedova¹

¹Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty, Kazakhstan

Abstract. The main problems of traditional heat supply in the Republic of Kazakhstan are described in this article and possible solutions of the problems are discussed. The development of practical examples of heat pump technology implementation at specific heat supply sites leads to the improvement of technical and economic parameters of the heating system. The development is aimed at the concept of use of nontraditional heat sources for the transition of heating systems to a new heat supply level.

By analyzing existing examples of putting alternative heat sources into work and study results the effectiveness of heat pumps installation in the Central heating station using an indirect scheme of heat consumers connection is determined. Heat pump use of a return system water for evaporator as a source of low potential energy leads to the reduction of direct water network consumption from heat network to the heating unit quarterly network and consequently will decrease the flow rate of fuel combusted at the CHP.

Key words: central heating; heat pump; mains water; energy efficiency.

МРНТИ 621.3.072.9

К. К. Тохтибакиев¹, А. Т. Бектимиров¹, С. Е. Соколов¹, А. А. Саухимов¹

¹Алматинский университет энергетики и связи, г. Алматы, Казахстан
abektim@gmail.com

АНАЛИЗ НИЗКОЧАСТОТНЫХ КОЛЕБАНИЙ ПО ТРАНЗИТУ «СЕВЕР-ЮГ» НЭС КАЗАХСТАНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМЫ WAMS

Аннотация. В статье приведены данные по исследованию параметров низкочастотных колебаний (НЧК) по транзиту «Север-Юг» в НЭС Казахстана с использованием системы WAMS. Данная система была реализована на двух устройствах синхронизированных векторных измерений, установленных на ПС-1150 кВ «Экибастузская» и ПС-500 кВ «Алма», и сервера приема и обработки данных совместно с программным обеспечением «WAProtector» в Алматинском филиале АО «KEGOC». В настоящий момент система WAMS в НЭС Казахстана осуществляет мониторинг режимов с использованием текущих измерений взаимного угла, модуля напряжений, тока, частоты и мощности, а также наблюдение за межсистемными и локальными НЧК. Приведены результаты мониторинга и анализа колебаний собственных частот НЧК и их амплитудные значения в нормальной схеме по транзиту «Север-Юг» НЭС Казахстана. За время апробации системы WAMS было зафиксировано несколько возмущений в энергосистеме, в статье приведены лишь два события с подробным анализом основных параметров энергосистемы в аварийном и послеаварийном режимах работы.

Ключевые слова: низкочастотные колебания, WAMS, PMU, мониторинг НЭС Казахстана, контроль устойчивости.

Появление технологий векторных синхронизированных измерений параметров в режиме онлайн позволяют создать систему контроля установившихся и переходных режимов системы [1, 2, 3], которые дают возможность не только организовать пассивную визуализацию параметров энергосистемы, но и создать адаптивные системы управления режимами ЭЭС, прогнозировать опасные режимы, приводящие к нарушению устойчивости, в том числе и контроль колебательной устойчивости.

На сегодняшний день в странах Европы и Америки широко используется система WAMS, которая основывается на данных, поступающих с устройств синхронизированных векторных измерений (PMU). Использование системы WAMS позволяет осуществлять выявление низкочастотных колебаний (НЧК), которые могут привести к нарушению параллельной работы генераторов по существующим слабым связям между энергосистемами.

Так, например, в Великобритании были зафиксированы колебания с частотой 0,5 Гц, в Тайване - 0,78-1,05 Гц, при разделении энергосистемы, связывающей западные части США и Канады, зафиксированы НЧК с частотой 0,224 Гц, в странах Скандинавского полуострова - 0,5 Гц, в Китае - 0,4 Гц, в Италии - 0,55 Гц и др. [4].

В континентальной Европе также имеют место низкочастотные колебания, причем между Севером и Югом Европы имеются НЧК с частотами 0,2 Гц и 0,3 Гц, между Западной и Восточной частью - 0,4 Гц и 0,5 Гц. На сегодняшний день в континентальной Европе для мониторинга данных колебаний установлено более 50 устройств PMU.

Наибольшее количество аварийных отключений энергосистем были вызваны колебаниями с частотами от 0,1 до 0,7 Гц, в связи с этим данные НЧК рассматриваются в международной практике как наиболее опасные [5].

Используя мировой опыт внедрения WAMS в зарубежных странах, Республика Казахстан планирует поэтапное создание такой системы в национальных электрических

сетях (НЭС РК), начиная с установки на ограниченном количестве контролируемых объектов. В августе-ноябре 2015 года на ПС-1150 кВ «Экибастузская» и ПС-500 кВ «Алма» НАО «Алматинский университет энергетики и связи» совместно с АО «КЕГОС» и ОАО «ПАРМА» (г. Санкт-Петербург) установили два устройства PMU типа РП 4.11. В декабре 2015 года в филиале АМЭС АО «КЕГОС» (г. Алматы) был установлен сервер приема и обработки данных с программным обеспечением «WAProtector», временную лицензию которого предоставила словенская компания «ELPROS Electronic and Programming Systems Ltd».

Структура передачи и обработки данных по транзиту «Север-Юг» НЭС Казахстана на первом этапе создания системы WAMS представлена на рисунке 1. Передача синхронизированных измерений в реальном времени осуществляется по оптоволоконному кабелю (ВОЛС).

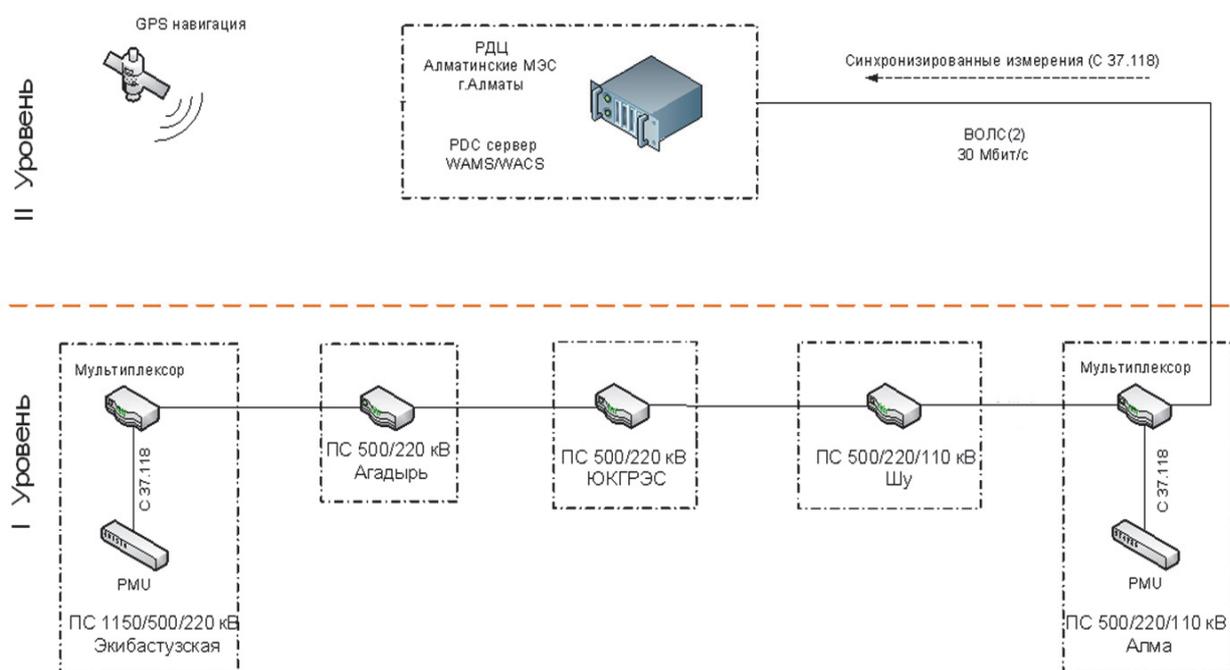


Рисунок 1 – Структура передачи и обработки данных

Основной задачей проекта является оценка возможности использования системы WAMS на транзите 500 кВ «Север-Юг» НЭС Казахстана. Успешная апробация системы синхронизированных векторных измерений на базе устройств PMU и ПТК позволяет говорить об эффективности использования системы WAMS в НЭС Казахстана для исследования динамических характеристик и осуществления мониторинга режимов с использованием текущих измерений взаимного угла, модуля напряжений, тока, частоты и мощности по присоединениям к ПС-1150 кВ «Экибастузская» и ПС-500 кВ «Алма».

Помимо мониторинга указанных параметров, возможно наблюдение за межсистемными и локальными низкочастотными колебаниями в нормальных, аварийных и послеаварийных режимах работы энергосистемы.

Для идентификации низкочастотных колебаний в НЭС Казахстана с использованием WAMS технологий в программе «WAProtector» используется специальный модуль по определению НЧК [7].

В статье приведены результаты мониторинга и анализа низкочастотных колебаний по транзиту «Север-Юг» НЭС Казахстана. На рисунке 2.1 и 2.2 представлены суточные графики основных параметров локальных низкочастотных колебаний по ВЛ-500 кВ «Экибастуз-Агадырь» за 19 июня 2016 года, вызванные изменением режима работы

одного или нескольких генераторов одной электростанции при изменении нагрузки энергосистемы.

На рисунке 2.1 показаны колебания в разных диапазонах частот: 1) от 0,75 Гц до 1,334 Гц (синий цвет); 2) от 1,334 Гц до 2,371 Гц (зеленый цвет); 3) от 2,371 Гц до 4,217 Гц (красный цвет).

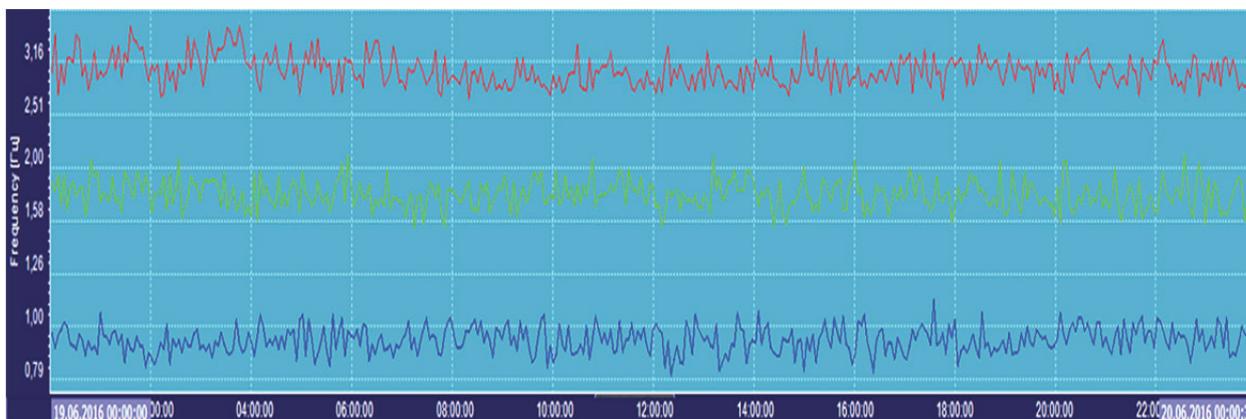


Рисунок 2.1

На рисунке 2.2 представлен суточный срез колебаний амплитуд мощности локальных НЧК.

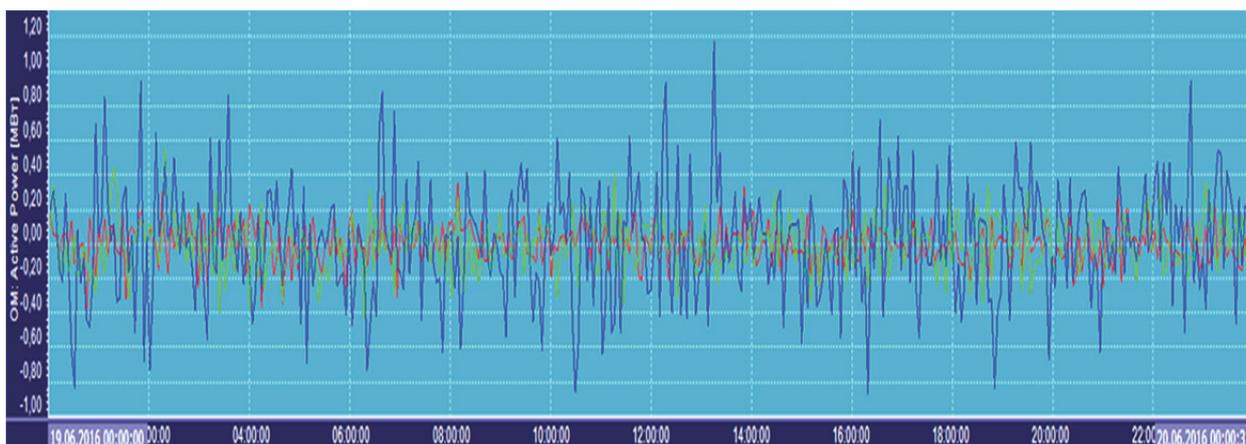


Рисунок 2.2

Амплитудные значения колебаний мощности достигли 1 МВт. Указанные НЧК, показанные на рисунках 2.1. и 2.2., не приводят к опасности нарушения колебательной устойчивости. В течение периода наблюдения 19 июня эти колебания затухают.

На рисунке 3.1 и 3.2 представлены суточные графики основных параметров межсистемных низкочастотных колебаний по ВЛ-500 кВ «Экибастуз-Агадырь» за 19 июня 2016 года, вызванные изменением режима работы нескольких электростанций при изменении нагрузки энергосистемы.

На рисунке 3.1 показаны колебания в разных диапазонах частот: 1) от 0,075 Гц до 0,133 Гц (синий цвет); 2) от 0,133 Гц до 0,237 Гц (оранжевый цвет); 3) от 0,237 Гц до 0,420 Гц (красный цвет); 4) от 0,422 Гц до 0,75 Гц (зеленый цвет).

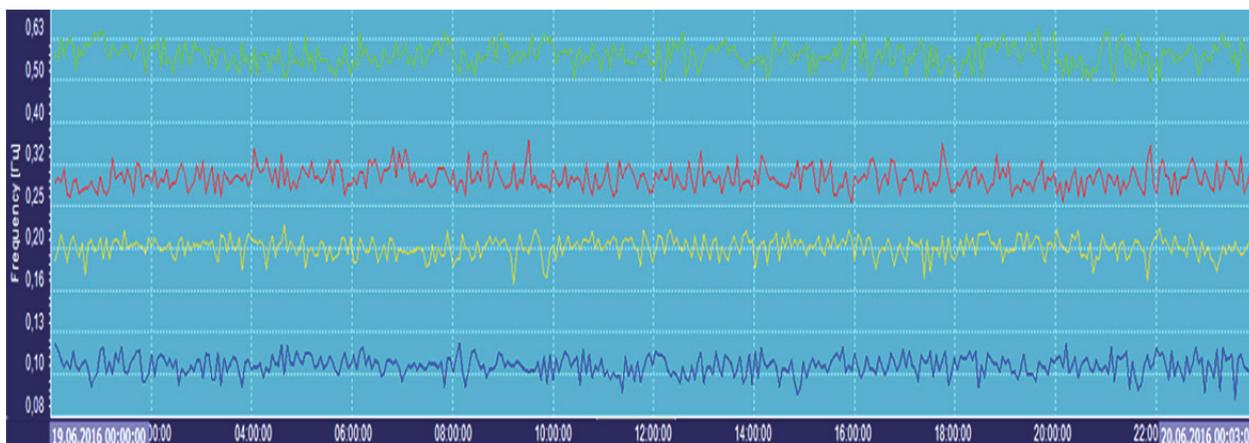


Рисунок 3.1

На рисунке 3.2 представлен суточный срез колебаний амплитуд мощности межсистемных НЧК.

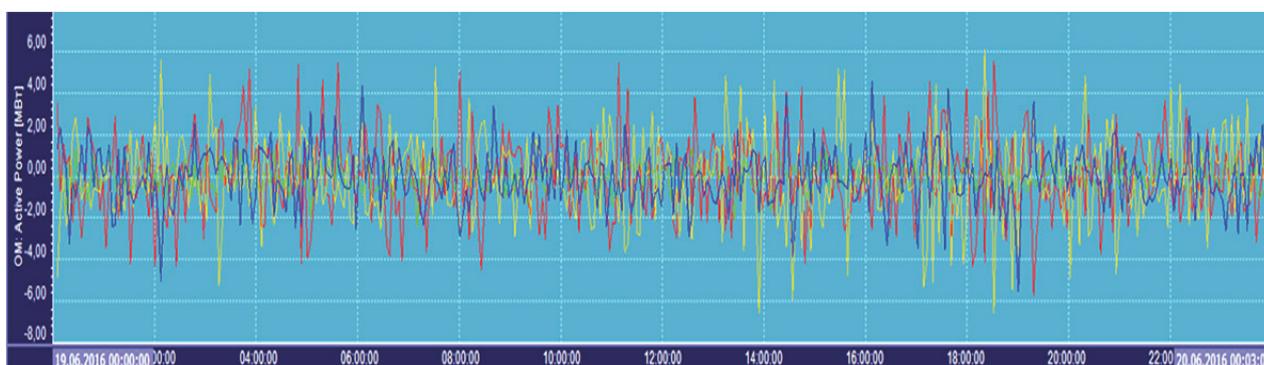


Рисунок 3.2

Амплитудные значения колебаний мощности по межсистемной связи достигли 6 МВт. Указанные НЧК, показанные на рисунках 3.1. и 3.2., также не приводят к опасности нарушения колебательной устойчивости.

За год экспериментальных наблюдений за транзитом «Север-Юг» НЭС Казахстана технологией WAMS было зафиксировано несколько аварийных ситуаций как в электрических сетях Казахстана, так и в соседних республиках, которые оказали влияние на устойчивую работу системы.

Так, в результате отключения ВЛ-220 кВ Курпсайская ГЭС – Датка 30 мая 2016 года, при ремонте ВЛ-220 кВ Курпсайская ГЭС – Кристалл, Шамалдысайская ГЭС разгрузилась на 90 МВт, а также Курпсайская ГЭС на 170 МВт и далее произошел наброс мощности на транзит «Север – Юг» НЭС Казахстана, который составил 180 МВт.

На рисунке 4.1. показано значение взаимного угла между ПС «Экибастузская» и ПС «Алма» в момент аварийной ситуации, $\delta,^{\circ}$.

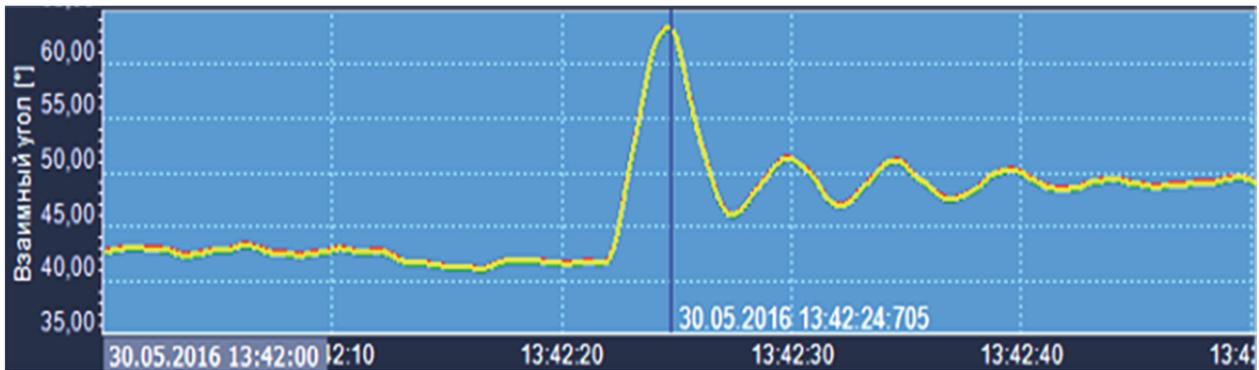


Рисунок 4.1

На рисунке 4.2. показаны значения частот на ПС «Экибастузская» (красный цвет) и ПС «Алма» (желтый цвет), Гц.

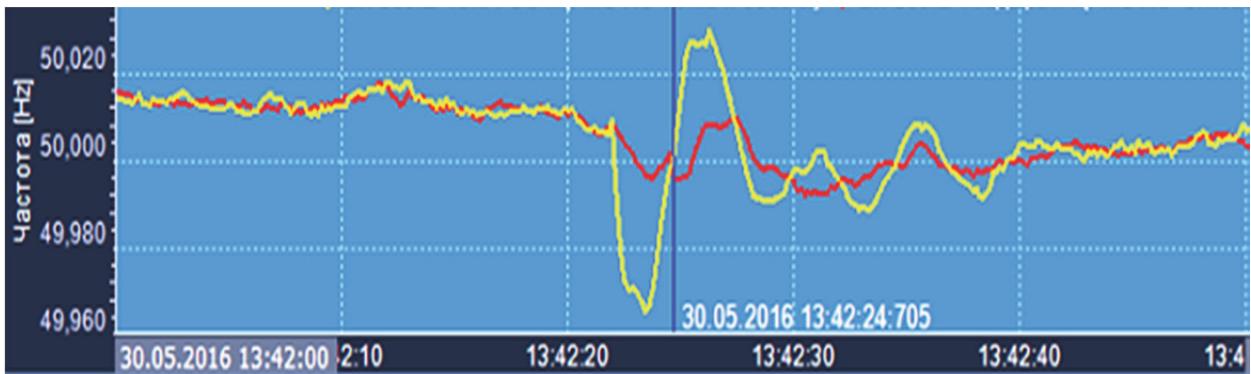


Рисунок 4.2

На рисунке 4.3. показаны значения перетоков мощности по ВЛ «Экибастуз-Агадырь» (красный цвет) и ВЛ-500 кВ «Алма-ЮКГРЭС» (желтый цвет), МВт.

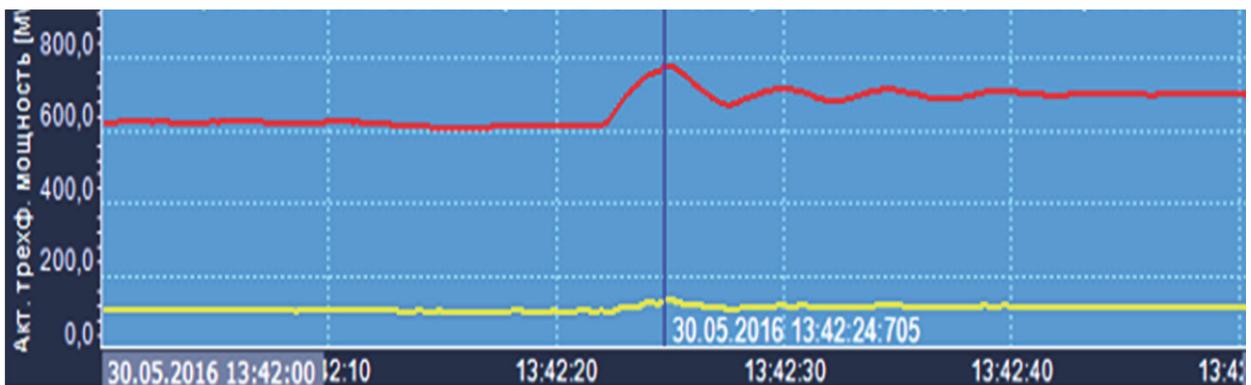


Рисунок 4.3

В момент наброса мощности были зафиксированы возмущения низкочастотных колебаний длительностью 50 секунд. Как видно из рисунка 3.2, в нормальном режиме работы амплитудные значения активной мощности межсистемных НЧК достигают 6-8 МВт. В результате данной аварийной ситуации амплитуды колебаний мощностей НЧК по ВЛ-500 кВ «Экибастузская-Агадырь» достигли $R_{ав.1}=22$ МВт для моды с частотой 0,06 Гц, $R_{ав.2}=26$ МВт для моды с частотой 0,12 Гц и $R_{ав.3}=38$ МВт для моды с частотой 0,2

Гц (рисунок 5). Данная аварийная ситуация свидетельствует об опасности возникновения системной аварии в НЭС Казахстана, связанной с большими амплитудами колебаний мощности НЧК.

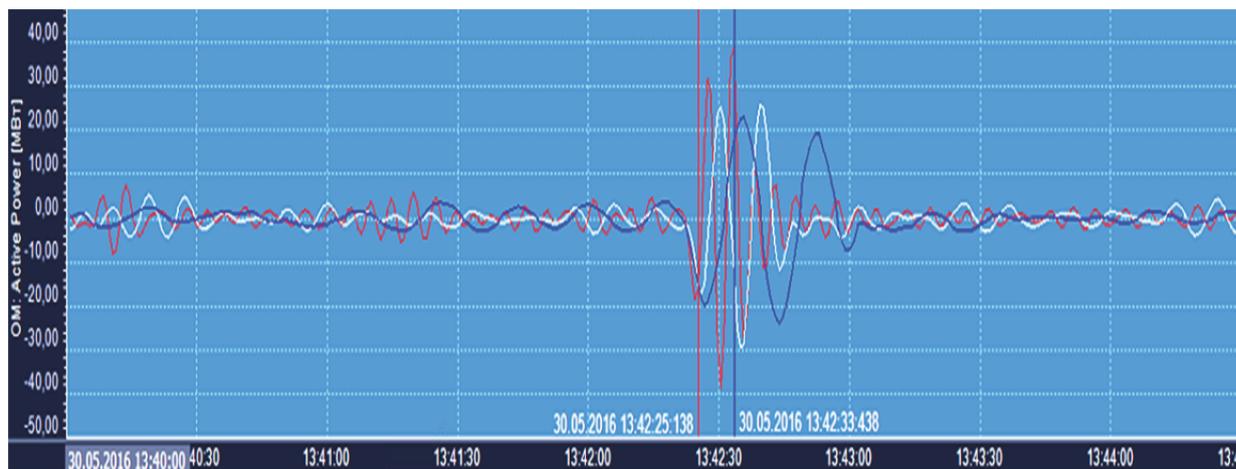


Рисунок 5

Зафиксирована еще одна аварийная ситуация в НЭС Казахстана, произошедшая 22 августа на Рефтинской ГРЭС в Свердловской области. На Рефтинской станции отключилась секция шин 220 кВ из-за разрушения изоляции на ОРУ. Станция снизила вырабатываемую мощность с 2295 МВт до нуля. В результате срабатывания защит произошли каскадные отключения в ЕЭС России. Суммарный дефицит мощности в ЕЭС России в результате аварийных отключений составил 5800 МВт, что привело к снижению частоты в ЕЭС России до 49,63 Гц. Произшедшая авария примерно в 18:20 по местному времени (14:20 по Москве) привела к изолированному режиму работы энергосистемы Сибири. В энергосистеме Казахстана система WAMS зафиксировала качания мощности, длившиеся 30 сек. Был зафиксирован реверсный переток мощности по ВЛ-500 кВ «Экибастуз-Агадырь», достигший 700МВт, и затем обратный переток 1200 МВт, значение взаимного угла между контролируруемыми узлами достигло -40 и 68 градуса, частота - 49,35 Гц.

На рисунке 6.1. показано значение взаимного угла между ПС «Экибастузская» и ПС «Алма» в момент аварийной ситуации, $\delta,^{\circ}$.



Рисунок 6.1

На рисунке 6.2. показаны значения частот на ПС «Экибастузская» (красный цвет) и ПС «Алма» (желтый цвет), Гц.

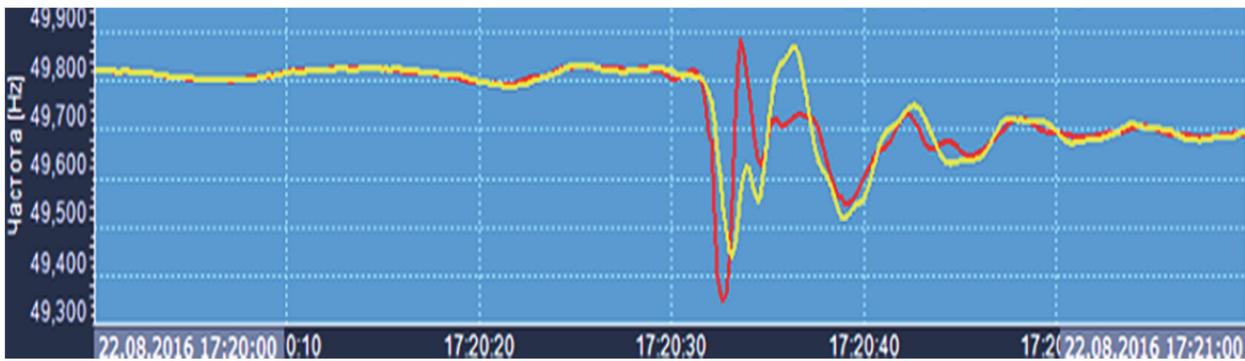


Рисунок 6.2

На рисунке 6.3. показаны значения перетоков мощности по ВЛ «Экибастуз-Агадырь» (красный цвет) и ВЛ-500 кВ «Алма-ЮКГРЭС» (желтый цвет), МВт.



Рисунок 6.3

В результате аварии на Рефтинской ГРЭС были зафиксированы возмущения низкочастотных колебаний длительностью 40 секунд, амплитуды колебаний которых по ВЛ-500 кВ «Экибастузская-Агадырь» достигли $P_{ав.1}=460$ МВт для моды с частотой 0,18 Гц и $P_{ав.2}=410$ МВт для моды с частотой 0,32 Гц (рисунок 7). Данная аварийная ситуация также свидетельствует об опасности возникновения системной аварии в НЭС Казахстана.

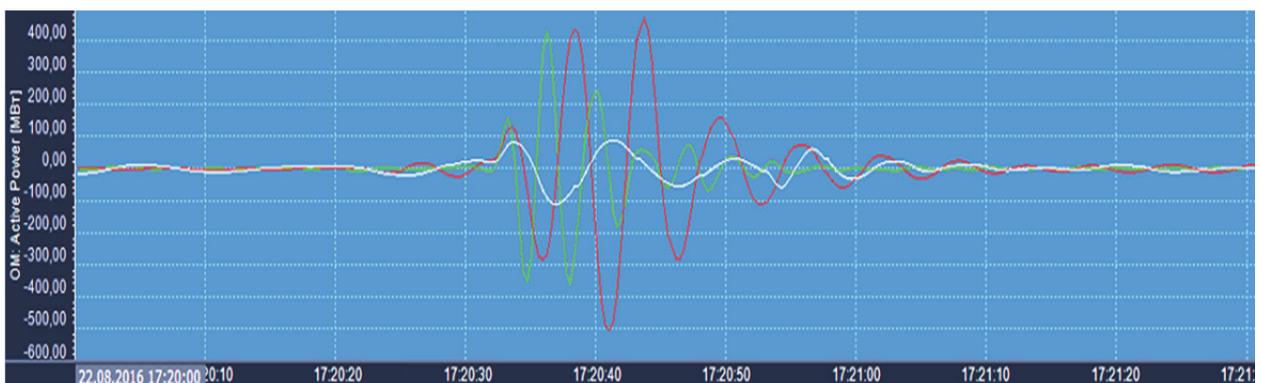


Рисунок 7

Заключение

Установленные устройства PMU на ПС «Экибастузская» и ПС «Алма» и ПО «WAProtector», введенные в Алматинском филиале АО «KEGOC», позволяют

осуществлять мониторинг и контроль колебательной устойчивости по транзиту «Север-Юг» НЭС Казахстана на основании данных, поступающих с устройств РМУ.

За год апробации системы WAMS были зафиксированы несколько аварийных событий в соседних энергосистемах, развитие которых привело бы к опасности возникновения системной аварии в НЭС Казахстана.

В дальнейшем, при реализации полного проекта создания системы WAMS по транзиту «Север-Юг» НЭС Казахстана, намечаются исследования современных методов идентификации и демпфирования НЧК в НЭС Казахстана. Демпфирование опасных НЧК и сохранение колебательной устойчивости энергосистемы будут рассматриваться с применением дополнительных надстроек к АРВ, таких, как PSS и TCSC, а также с использованием ИРМ и устройств FACTS на станциях.

Благодарность. Работа выполнена при финансовой поддержке Комитета науки МОН РК (грант № 00715Q/4, договор № 283 от 12.02.15г.).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1] Соколов С. Е. и др. Перспективы и возможности создания системы WAMS в НЭС Казахстана // Вестник АУЭС. – Алматы: НАО «АУЭС». - № 4. – 2014. - С. 51-55.

[2] Тохтибакиев К. К., Саухимов А. А. Контроль пропускной способности межсистемных связей НЭС Казахстана в реальном времени с использованием системы синхронизированных векторных измерений // Технічна Електродінаміка. – Киев. - № 4. – 2015. - С. 62-64.

[3] Тохтибакиев К. К. и др. Активно-адаптивная система контроля пропускной способности транзита «Север-Юг» 500 кВ ЕЭС Казахстана на базе WAMS технологий // Энергетика России в XXI веке. Инновационное развитие и управление: материалы всероссийской конф. - Иркутск: ИСЭМ СО РАН. - 2015. – С. 444-447.

[4] Angamma M. C. J. Analytical study of factors affecting to electromechanical oscillations in power systems // Asian Institute of Technology - Thailand - May 2007. (анг.).

[5] Klein M., Rogers G.R., Kundur P. A Fundamental study of inter-area oscillations in power-systems // Transactions on Power Systems - Toronto - № 3. – 1991. - P. 914-921. (анг.).

[6] Grebe E. and others. Low Frequency Oscillations in the Interconnected System of Continental Europe // ENTSO-e.: IEEE- 2010. - P. 1-7. (анг.).

[7] «ELPROS: UniFusion System – Overview» // Режим доступа: <http://localhost/Manuals>, свободный. (анг.).

REFERENCES

[1] Sokolov S. E. and others. Perspectives and possibilities of creation of the WAMS system in NPG of Kazakhstan // The AUPET Bulletin. – Almaty, № 4. – 2014. - P. 51-55. (in russ.).

[2] Tokhtibakiyev K. K., Saukhimov A. A. Monitoring of throughput of intersystem communications of NPG of Kazakhstan in real time with use of system of synchronized vectorial measurements // Tekhnichna Elektrodinamika - Kiev – № 4. – 2015. -P. 62-64. (in russ.).

[3] Tokhtibakiyev K. K. and others. Active adaptive system of monitoring of throughput of transit "North-South" of 500 kV of IPG of Kazakhstan on the basis of WAMS technologies. // Power industry of Russia in the 21st century. Innovative development and control: materials of the All-Russian conference. - Irkutsk: ISEM Siberian Branch of the Russian Academy of Science - 2015. – P. 4 (in russ.).

[4] Angamma M. C. J. Analytical study of factors affecting to electromechanical oscillations in power systems // Asian Institute of Technology - Thailand - May 2007. (in eng.).

[5] Klein M., Rogers G.R., Kundur P. A Fundamental study of inter-area oscillations in power-systems // Transactions on Power Systems - Toronto - № 3. – 1991. - P. 914-921. (in eng.).

[6] Grebe E. and others. Low Frequency Oscillations in the Interconnected System of Continental Europe.// ENTSO-e.: IEEE- 2010. - P. 1 - 7. (in eng.).

[7] «ELPROS: UniFusion System – Overview» / access Mode: <http://localhost/Manuals>, free. (in eng.).

WAMS ЖҮЙЕСІН ПАЙДАЛАНА ОТЫРЫП, ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ҰЭЖ «СОЛТҮСТІК-ОҢТҮСТІК» ТРАНЗИТІНІҢ ТӨМЕН ЖИІЛІКТІ ТЕРБЕЛЕС ТАЛДАУ

К. К. Тохтибакиев¹, А. Т. Бектимиров¹, С. Е. Соколов¹, А. А. Саухимов¹

¹Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы қ., Қазақстан

Аңдатпа. Мақалада WAMS жүйесін қолдану арқылы Қазақстанның ҰЭЖ «Север-Юг» транзиті бойынша төменгі жиілікті тербелістердің (ТЖТ) параметрлерін зерттеу бойынша мәліметтер келтірілген. Бұл жүйе «Екібастұз» ҚС - 1150 кВ және «Алма» ҚС – 500 кВ орнатылған векторлы өлшемдерге синхрондалған екі құрылғыда және «KEGOC» АҚ Алматылық филиалында «WAProtector» бағдарламалық жасақтамамен бірге мәліметтерді өңдеу және қабылдау серверінде жүзеге асырылған. Қазіргі уақытта WAMS жүйесі Қазақстан ҰЭЖ кернеу, ток модульдеріне, қуат және жиілікке өзара бұрыштарды ағымдық өлшеуді қолдану арқылы режимдерге, сонымен қатар жүйе аралық және жергілікті ТЖТ мониторинг жүргізеді. ТЖТ өзіндік жиіліктерінің ауытқуларына талдау және бақылау нәтижелері мен Қазақстан ҰЭЖ «Север-Юг» транзиті бойынша қарапайым сұлбадағы олардың амплитудалық мәндері келтірілген. WAMS жүйесін анықтау (апробация) уақытында энергетикалық жүйеде бірнеше ауытқулар белгіленген, мақалада апатты және апаттан кейінгі жұмыс режимдерінде энергетикалық жүйенің негізгі параметрлерін талдау арқылы екі жағдай көрсетілген.

Кілттік сөздер: төмен жиілікті тербеліс, WAMS, PMU, Қазақстан ҰЭЖ мониторинг, тұрақтылығын бақылау.

ANALYSIS OF LOW FREQUENCY OSCILLATION IN THE «NORTH-SOUTH» TRANSIT OF THE NATIONAL POWER GRID OF KAZAKHSTAN BY USING WAMS

К. К. Tokhtibakiev¹, А. Т. Bektimirov¹, S. E. Sokolov¹, А. А. Saukhimov¹

¹Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty, Kazakhstan

Abstract. In the article the data on low frequency oscillations parameters research (LFO) is provided, on «North-South» transit in the National Power Grid (NPG) of Kazakhstan with WAMS system. This system was realized due to installation of two devices of synchronized vector measurements on 1150 kV «Ekibastuzkaya» and 500 kV «Alma» substations-and data receipt and processing server together with «WAProtector» software in Almaty branch of JSC KEGOC accordingly. At the moment the WAMS system in NPG of Kazakhstan realizes modes monitoring using current measurements of a mutual angle, module of tension, current, frequency and power, and observation over inter-area and local LFO as well. During approbation of the WAMS system a set of perturbations in a power supply system was recorded, in the article two events with the detailed analysis of key parameters of a power supply system are given in emergency and post emergency operation modes.

Key words: low frequency oscillations, WAMS, PMU, monitoring of NPG of Kazakhstan, stability monitoring.

К. К. Тохтибакиев¹, А. К. Мурат¹, С. Е. Соколов¹, А. А. Саухимов¹

¹Алматинский университет энергетики и связи, г. Алматы, Казахстан
aibekmuratov1@gmail.com

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ОДНОФАЗНЫХ ЗАМЫКАНИЙ НА ЗЕМЛЮ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ 6-10 кВ

Аннотация. В статье приведены данные по исследованию однофазных замыканий на землю в городских распределительных сетях. Осуществлен обзор существующих правил по выбору режима работы нейтрали для Республики Казахстан и стран СНГ, рассмотрена проблема выбора соответствующего режима. Произведен расчет емкостных токов сети выбранной подстанции, а также составлена математическая модель одного фидера подстанции в программном комплексе «Power Systems Computer Aided Design (PSCAD)». Данная математическая модель позволяет осуществлять исследования всех режимов работы нейтрали изолированной, заземленной через резистор, заземленной через дугогасящий реактор и глухозаземленной. Сопоставлены результаты расчетных данных с данными, полученными с помощью модели. Проанализированы кривые токов и напряжения на основе осциллограмм вышеперечисленных режимов с подробным описанием основных параметров сети в аварийном и послеаварийном режимах работы.

Ключевые слова: однофазные замыкания, ОЗЗ, ДГР, режимы работы нейтрали, перенапряжения, емкостной ток.

Наиболее распространёнными видами повреждений в городских распределительных сетях среднего напряжения 6-10-35 кВ являются однофазные замыкания на землю.

При сохранении питания ток замыкания приводит к локальному перегреву, а при дуговом замыкании к возникновению перенапряжений и переходу замыкания в междуфазное [1].

Отключение поврежденного участка не всегда желательно, хотя и возможно при существующих схемах городских сетей, где всегда предусмотрено резервирование.

Режим заземления нейтрали в сети 6–35 кВ определяет: ток в месте повреждения и перенапряжения на неповрежденных фазах при однофазном замыкании; схему построения релейной защиты от замыканий на землю; уровень изоляции электрооборудования; выбор ОПН для защиты от перенапряжений; бесперебойность электроснабжения; допустимое сопротивление контура заземления подстанции; безопасность персонала и электрооборудования при однофазных замыканиях и др. [2].

Поэтому выбор способа заземления нейтрали является важнейшей задачей, до сих пор не имеющей однозначного решения.

В настоящее время в сетях среднего напряжения 6-10-35 кВ (по зарубежной классификации с номинальным напряжением до 69 кВ) ПУЭ допускает применение 4-х способов заземления нейтрали: изолированную (незаземленную); заземленную через дугогасящий реактор; заземленную через резистор (низкоомный или высокоомный).

Кроме указанных четырех режимов заземления нейтрали, в мире применяется также комбинация (параллельное включение) дугогасящего реактора и резистора, причем изолированная нейтраль применяется крайне редко и в основном применяется заземление нейтрали через резистор или дугогасящий реактор и даже глухое заземление.

В странах СНГ и, в частности, в Казахстане в сетях 6–35 кВ «Правилами устройства электроустановок» разрешены все режимы заземления нейтрали, кроме глухого заземления.

Четкого определения и рекомендаций, в каких случаях в сетях 6–35 кВ должен использоваться тот или иной режим заземления нейтрали, в ПУЭ, к сожалению, нет, а

только указаны граничные емкостные токи, начиная с которых должна применяться компенсация емкостного тока:

а) в сетях напряжением 3–20 кВ, имеющих железобетонные и металлические опоры на воздушных линиях электропередачи, и во всех сетях напряжением 35 кВ – более 10 А;

б) в сетях, не имеющих железобетонных и металлических опор на воздушных линиях электропередачи более 30 А при напряжении 3–6 кВ, более 20 А при напряжении 10 кВ и более 15 А при напряжении 15–20 кВ;

в) в схемах генераторного напряжения 6–20 кВ блоков генератор трансформатор – более 5 А.

Отсутствие в ПУЭ конкретных рекомендаций по использованию режима нейтрали в сетях 6–35 кВ скорее всего связано со сложностью их формирования для большого разнообразия сетей 6–35 кВ и необходимости учета при этом многих условий.

Для анализа работы сети с разными режимами работы нейтрали при ОЗЗ необходимо выбрать определенный участок сети, рассчитать емкостные токи данной схемы, составить модель, сравнить полученные данные модели с расчетными. В данной статье вышеуказанные действия выполнены для подстанции 110/10 кВ в городе Атырау, с двумя с.ш. и 31 отходящими фидерами, однолинейная схема которой приведена ниже на рисунке 1.

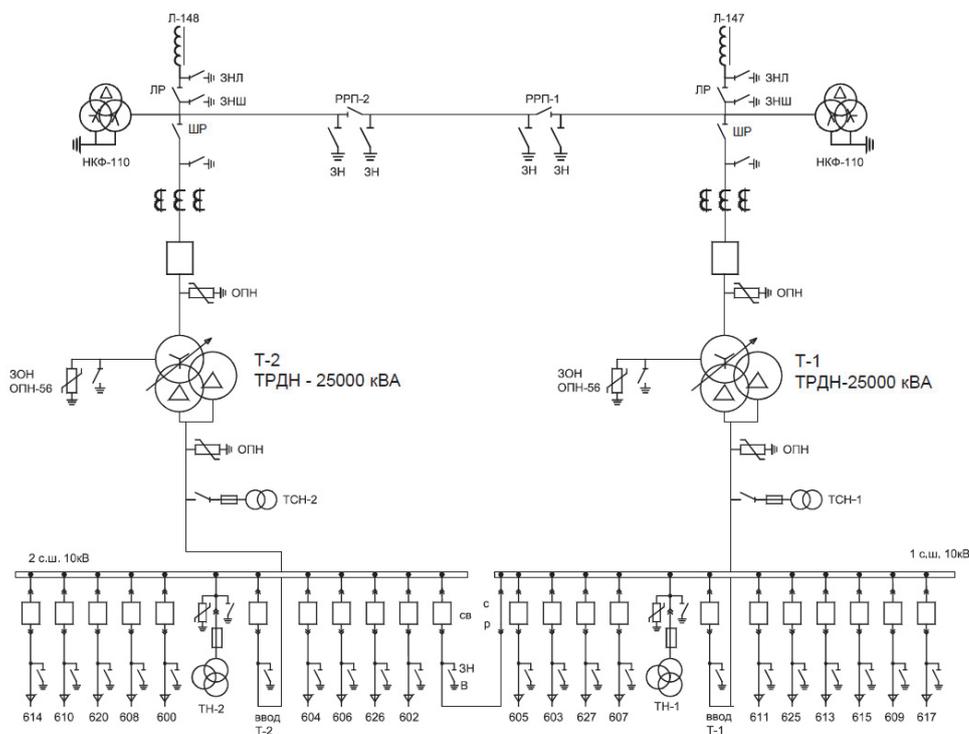


Рисунок 1 – Однолинейная схема подстанции ПС-100

Значение емкостного тока на землю при ОЗЗ и металлическом замыкании определяется по выражению:

$$I_C = 3 \cdot U_{\text{фн}} \cdot \omega \cdot C_0 \cdot l$$

где $U_{\text{н}}$ - номинальное напряжение сети 10 000 В;

$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$ - угловая частота сети – 314;

$C_{\text{ф}}$ - удельная емкость сети одной фазы мкФ/км;

l - длина линии, км.

Рассмотрим фидер 617 РП 23 схемы, емкостной ток которого равен:

$$I_c = 3 \cdot 5,78 \cdot 314 \cdot 0,292 \cdot 7,6 = 12,08 \text{ A}$$

Моделирование рассматриваемого фидера произведено с помощью программного комплекса «Power Systems Computer Aided Design (PSCAD)», который позволяет исследовать режимы работы сети при различных условиях возникновения ОЗЗ [4, 5].

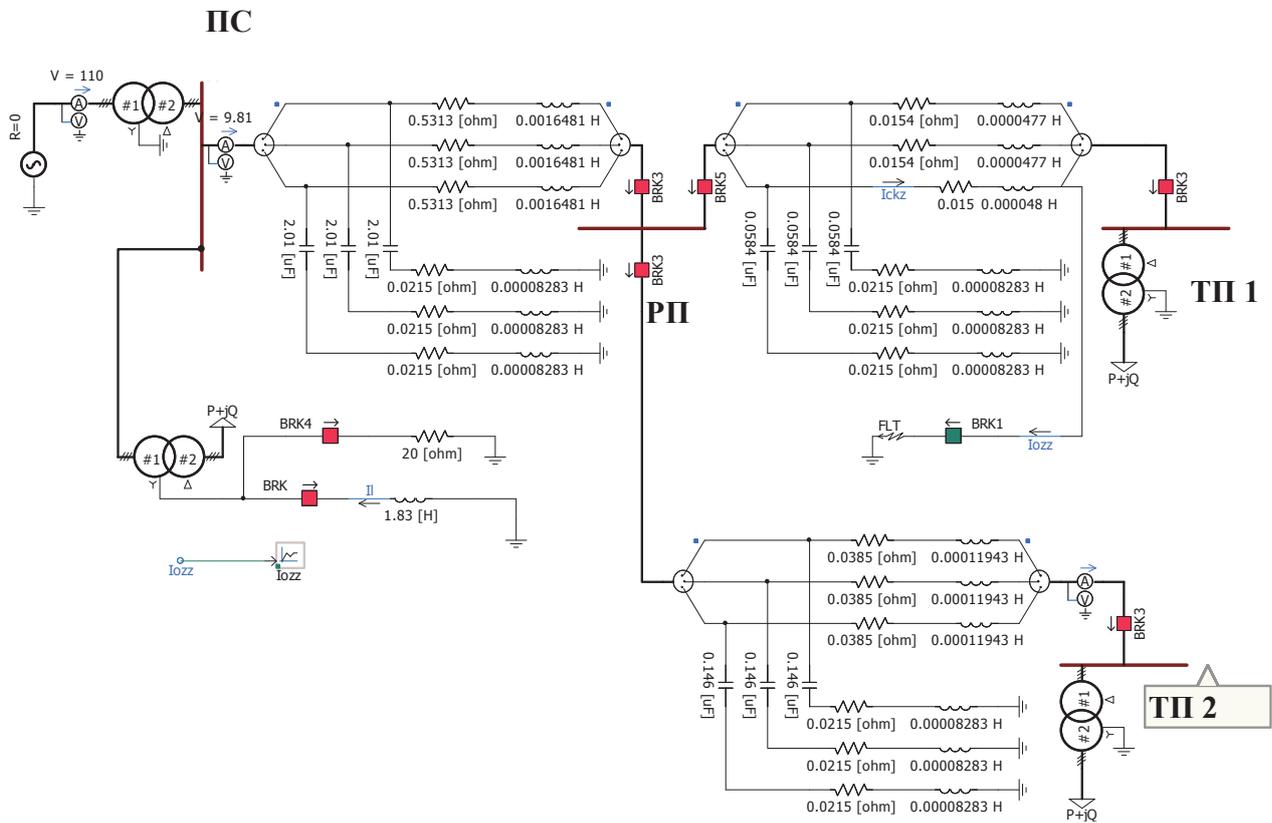


Рисунок 2 – Модель сети

Ниже приведены результаты моделирования.

На рисунке 3 приведены токи и напряжения при металлическом замыкании на землю в режиме изолированной нейтрали на ТП № 1. Рассмотрены три варианта момента включения ОЗЗ: момент прохождения нуля, положительной и отрицательной амплитуды синусоиды напряжения и тока. Величины бросков емкостных токов линий, а следовательно, и величины бросков мгновенных значений переменных составляющих мощностей, зависят от момента замыкания и параметров сети [3]. Момент включения ОЗЗ при отрицательной амплитуде характеризуется наибольшими перенапряжениями и бросками тока, поэтому далее будет рассматриваться только этот вариант.

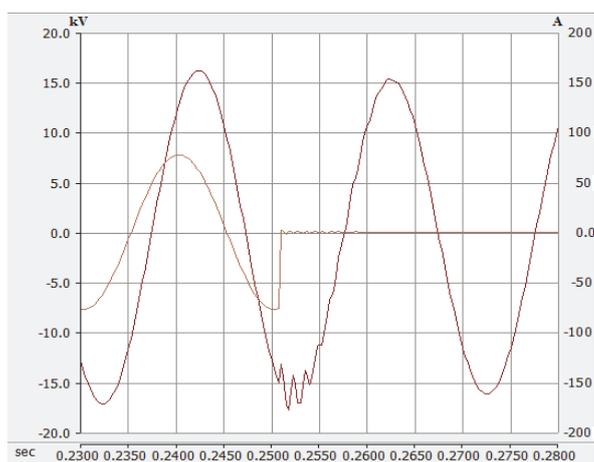


Рисунок 3 – Момент замыкания на землю

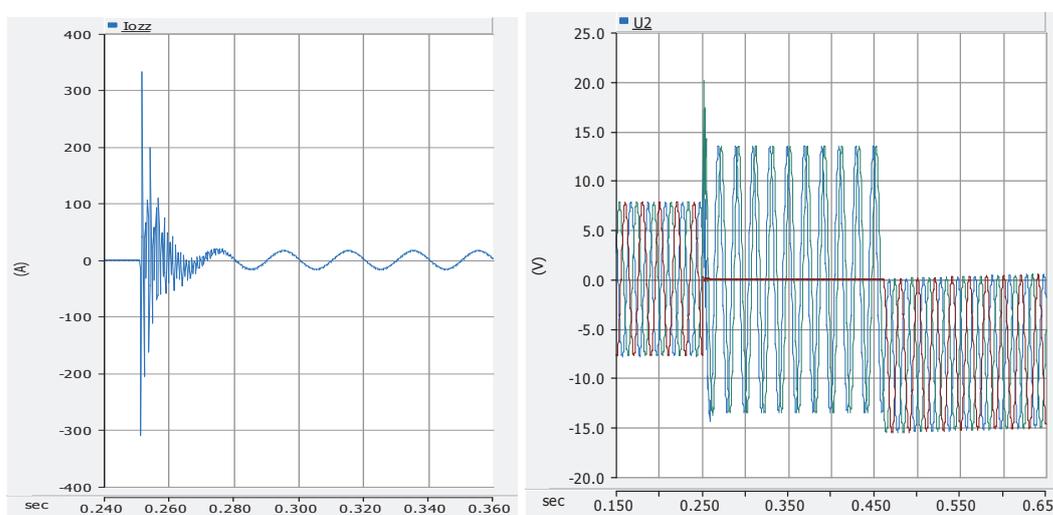


Рисунок 4 – Характер изменения емкостного тока в точке замыкания и фазных напряжений в начале линии

Как следует из рисунков, при переходном процессе металлического замыкания фазы С: наброс тока составляет 340 А, а значение перенапряжения достигает $U_{\phi} = 21$ кВ. Установившееся значение емкостного тока составляет $I_c = 16$ А, напряжение на поврежденной фазе равно нулю во время замыкания, а на двух неповрежденных фазах возрастает до $U_{\phi} = 13,5$ кВ.

Емкостной ток сети по расчетным данным равен 12 А, по модели $11,42 (I_c / \sqrt{2})$, что говорит о корректной работе модели.

На рисунке 5 приведен режим заземления нейтрали через ДГР. Индуктивность ДГР высчитана общеизвестными формулами по условиям резонанса и равна $L = 1,83$ Гн.

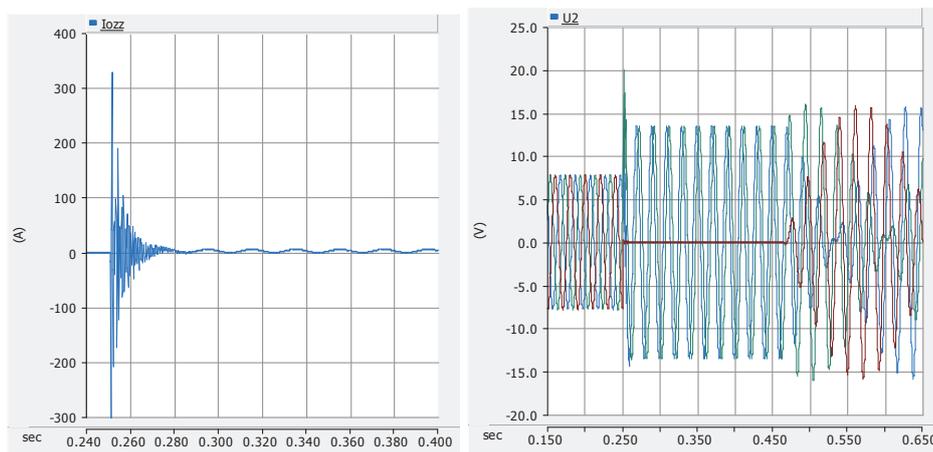


Рисунок 5 - Характер изменения емкостного тока в точке замыкания и фазных напряжения в начале линии

При переходном процессе ОЗЗ наброс тока и значение перенапряжения остались неизменными 340 А и $U_{\phi} = 21$ кВ. Установившееся значение емкостного тока составляет $I_C = 2$ А, напряжение на поврежденной фазе равно нулю во время замыкания, а на двух неповрежденных фазах возрастает до $U_{\phi} = 13,5$ кВ. После окончания ОЗЗ напряжения на всех трех фазах возрастают до 16 кВ и уменьшаются до номинальных значений в течение 10 с.

Далее рассмотрим вариант заземления нейтрали через низкоомный резистор $R=20$ Ом, который предназначен для отключения поврежденного фидера и глухого заземления $R=0,5$ Ом.

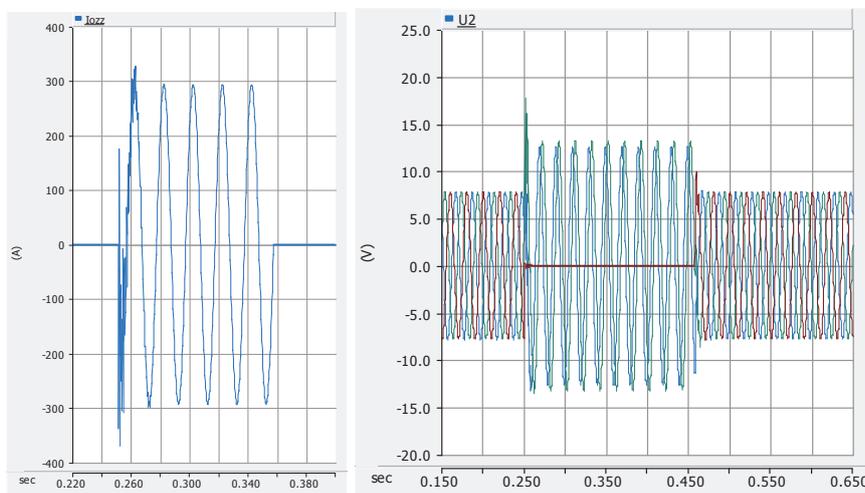


Рисунок 6 - Характер изменения емкостного тока в точке замыкания и фазных напряжения в начале линии

При заземлении нейтрали через резистор значение перенапряжения уменьшилось до 17,5 кВ, а наброс тока до 300 А. Установившееся значение емкостного тока составило 300 А. Значения напряжений на двух неповрежденных фазах также составило 13,5 кВ. После окончания ОЗЗ напряжения на всех трех фазах мгновенно восстанавливаются до номинальных.

При глухом заземлении нейтрали значение перенапряжения уменьшилось до 17 кВ. Установившееся значение емкостного тока составило 500 А.

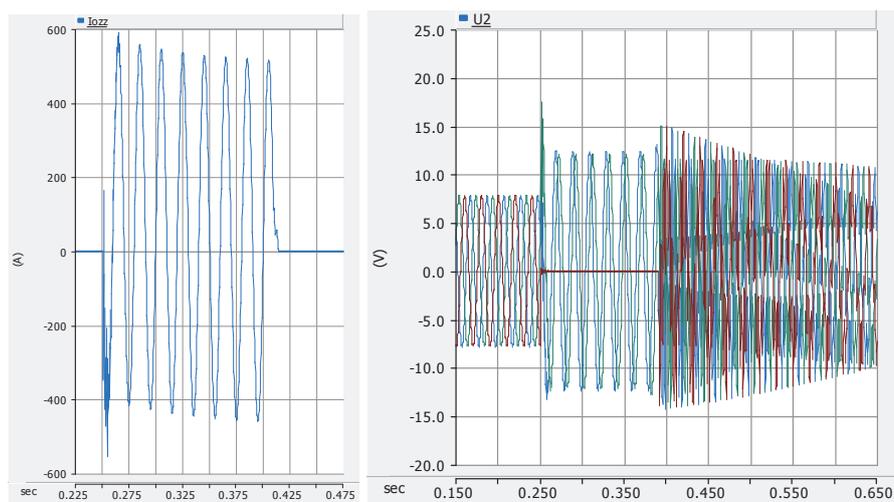


Рисунок 7 – Характер изменения емкостного тока в точке замыкания и фазных напряжений в начале линии

Значения напряжений на двух неповрежденных фазах составило 12 кВ.

Заключение

Математическая модель, реализованная в программном комплексе PSCAD, позволяет анализировать практически все режимы заземления нейтрали при ОЗЗ.

Независимо от способа заземления нейтрали всплески напряжения и тока не исчезают, что говорит о необходимости дальнейшего исследования данной области.

По причине того что модель была сформирована для одного фидера выбранной подстанции, выбор режима работы нейтрали для всей сети необходимо производить с учетом всех фидеров, а также следует восполнить модель процессом дугового замыкания на землю, изменяя активное сопротивление в месте замыкания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1] Kaufmann, R. H., and Page, J. C. Arcing Fault Protection for Low-Voltage Power Distribution Systems // AIEE Transactions on Power Apparatus and Systems. - New-York vol. 79. - 1960. - P. 160-167. (анг.).

[2] Емельянов Н. В., Ширковец А. И. Актуальные вопросы применения резистивного и комбинированного заземления нейтрали в электрических сетях 6–35 кВ // Энергоэксперт. - Новосибирск. - № 2. – 2010. – С. 25-31.

[3] Костарев И. А. Разработка и оценка устойчивости функционирования защиты от однофазных замыканий на землю, основанной на контроле пульсирующей мощности, компенсированных сетей 6-35 кВ: дис ... канд. техн. наук. – Пермь. - 2015.

[4] Yigong Zhang. Active current injection method for limiting ground fault current harmonics in underground coal mines // Master thesis, University of Kentucky. - United Kingdom. - 2014. (анг.).

[5] Roberts J., Hector J., Altuve, Daqing Hou. Review of ground fault protection methods for grounded, ungrounded, and compensated distribution systems // Transactions on Power Systems. - Pullman, WA USA. – 2014. (анг.).

REFERENCES

- [1] Kaufmann, R. H., and Page, J. C. Arcing Fault Protection for Low-Voltage Power Distribution Systems // AIEE Transactions on Power Apparatus and Systems. - New-York vol. 79. - 1960. - P. 160-167. (in eng.).
- [2] Emelyanov N.V., Shirkovets A.I. Pressing questions of application of the combined resistive and neutral grounding in electrical networks 6-35 kV // Energoekspert. – Novosibirsk. - № 2. - 2010. – P. 25-31. (in russ.).
- [3] Kostarev I.A. Development and evaluation of the sustainability of protection against single-phase earth fault based on the control of the pulsating power compensated 6-35 kV networks// Thesis for the degree of candidate of technical sciences. – Permian. - 2015. (in russ.).
- [4] Yigong Zhang. Active current injection method for limiting ground fault current harmonics in underground coal mines // Master thesis, University of Kentucky. - United Kingdom. - 2014. (in eng.).
- [5] Roberts J., Hector J., Altuve, Daqing Hou. Review of ground fault protection methods for grounded, ungrounded, and compensated distribution systems // Transactions on Power Systems. - Pullman, WA USA. – 2014. (in eng.).

6-10 кВ ТАРАТУ ЖЕЛІЛЕРІ МЕТАЛЛ ФАЗАЛЫ ЖЕРГЕ ТҰЙЫҚТАЛУДЫ ЗЕРТТЕУ

К. К. Тохтибакиев¹, А.К. Мурат¹, С. Е. Соколов¹, А. А. Саухимов¹

¹Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы қ., Қазақстан

Аңдатпа. Бұл мақалада қалалық электр тораптарындағы жерге бір фазалы тұйықталуды зерттеу бойынша мәліметтер келтірілген. Қазақстан Республикасы және ТМД елдері үшін бейтараптардың жұмыс режимдерін таңдау бойынша қолданыстағы ережелерге шолу жүргізілген және сәйкес режимдерді таңдау мәселелері қарастырылған. Таңдалған қосалқы станцияның тораптарындағы сыйымдылық тогына есептеу жүргізілген, сонымен қатар «Power Systems Computer Aided Design (PSCAD)» бағдарламалық кешенінде қосалқы станцияның бір фидеріне математикалық модель құрылған. Бұл математикалық модель оқшауланған, резистор және доға сөндіргіш реактор арқылы жерлендірілген, терең жерлендірілген бейтараптардың барлық жұмыс режимдеріне зерттеу жүргізуге мүмкіндік береді. Модельдің көмегімен алынған мәліметтер мен есептік мәндердің нәтижелеріне салыстыру жүргізілген. Жоғарыда көрсетілген режимдердің осциллограммалары негізінде ток және кернеу қисықтары апатты және апаттан кейінгі жұмыс режимдерінде тораптың негізгі параметрлерін толық сипаттау арқылы талданған.

Кілттік сөздер: бір фазалы тұйықталу, реактор, бейтарап режимдері.

ANALYSIS OF SINGLE PHASE GROUND FAULT IN DISTRIBUTION NETWORKS 6-10 kV

К. К. Tokhtibakiev¹, A. K. Murat¹, S. E. Sokolov¹, A. A. Saukhimov¹

¹Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty, Kazakhstan

Abstract. The article presents data on single-phase ground fault study in urban distribution networks. Review of the existing rules on selection of neutral operation mode for the Republic of Kazakhstan and CIS countries is carried out. The calculation of capacitive current network of selected substation has been made, as well as mathematical model of the substation feeder in «Power Systems Computer Aided Design (PSCAD)» software has been composed. This mathematical model allows to fulfill research of all operating modes: neutralized isolated, grounded via resistor, through ground fault neutralizer and solid-earthed. Calculated data results are compared with the data obtained by the model. Current and voltage curves were analyzed on the basis of the above mentioned modes of waveforms, with a detailed description of basic network parameters in emergency and post-emergency modes of operation.

Key words: single-phase fault, neutral modes, overvoltage, capacitive current.

Б. А. Чернов¹, Н. Б. Чернова¹

¹Алматинский университет энергетики и связи, г. Алматы, Казахстан

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СКОРОСТИ ЗВУКА В ВОДЕ

Аннотация. Отмечается важное место измерений скорости распространения звука в ряду методов исследования физических свойств веществ и акустических методов неразрушающего контроля. Полученные при этом данные имеют не только самостоятельную ценность, но и могут быть использованы для определения других теплофизических свойств вещества. Информация о скорости звука в контролируемой жидкой среде необходима также при эксплуатации ультразвуковых расходомеров. Данную информацию получают с помощью математических моделей. Однако известные линеаризованные модели скорости звука работоспособны преимущественно при малых отклонениях входных величин.

Цель работы – разработка математической модели скорости звука в воде в широких диапазонах входных величин. В статье показывается, что скорость звука в воде зависит только от её температуры и давления. При этом температурная зависимость скорости звука в воде в широком диапазоне нелинейна и нелинеаризуема.

На основании 75 известных замеров разработана двухпараметрическая кусочно-линейная математическая модель скорости звука в воде при температуре от 2 до 200 °С и давлении от 0,1 до 30,5 МПа. Модель компактна вследствие применения коэффициентов передачи по температуре и давлению. Приведены примеры расчёта скорости звука с помощью данной модели.

Значительное место отведено получению числовых значений коэффициентов передачи модели и описанию их нелинейных свойств. Сообщается о способах повышения точности разработанной модели.

Ключевые слова: скорость звука, вода, математическая модель, ультразвуковой расходомер.

Измерения скорости распространения звука в настоящее время занимают важное место в ряду методов исследования физических свойств веществ и акустических методов неразрушающего контроля. Получаемые при этом данные имеют не только самостоятельную ценность, но и могут быть использованы для получения сведений о других теплофизических и термодинамических свойствах вещества, например, об адиабатической и изотермической сжимаемостях воды, её изохорной теплопроводности. Современные методы (резонансные, оптические, импульсно-фазовые, метод интерферометра и др.) и электронные измерительные схемы позволяют получить данные о скорости звука с достаточно высокой точностью. В сочетании с высокой точностью данных о плотности, коэффициенте термического расширения и изобарной теплоёмкости – всё это обеспечивает и более высокую, чем достижимо в настоящее время экспериментальными методами, точность теоретически рассчитываемых величин [1-3].

Информация о скорости звука необходима в таких областях применения акустических колебаний, как контроль и измерение. Сюда относят звуковую и ультразвуковую локации, ультразвуковую диагностику, контроль размеров изделий, уровня жидкости, скорости потока, давления, температуры в трубопроводах, физико-механических свойств материалов [4].

Информация о скорости звука в контролируемой жидкой среде необходима также для наладки и контроля нормального функционирования ультразвуковых расходомеров. Данную информацию получают с помощью математических моделей [5]. Математическая модель – это приближённое описание какого-либо класса явлений, выраженное с помощью математической символики.

В статье [5] разработана обобщённая линеаризованная математическая модель скорости звука в жидкой среде с коэффициентами передачи по температуре, давлению, концентрации примесей и технологическому параметру. Но линеаризованные модели работоспособны преимущественно лишь при малых отклонениях входных величин.

Цель данной работы – разработка компактной математической модели скорости звука в воде в широких диапазонах входных величин с применением ряда указанных коэффициентов передачи.

Скорость звука в нормальной деаэрированной дистиллированной воде существенно зависит только от её температуры и давления, определяющих плотность воды [1-3, 5, 6]. После сопоставления результатов измерений скорости звука в воде, полученных различными исследователями, в монографии [1] отмечается, что, в отличие от плотности, на результатах измерений не сказываются существенно изотопный состав исследуемой воды и её обработка. Различие скоростей распространения звука в тяжёлой и лёгкой воде меньше, чем плотности. При проведении измерений с водой двойной дистилляции и с водой, взятой непосредственно из водопровода, увеличение скорости звука не превышало 0,05 м/с. Влияние растворённого воздуха также очень мало. Все измерения, проведённые на частотах 0,75–70 МГц, подтверждают отсутствие дисперсии скорости звука в воде в этом диапазоне частот [1].

Исходя из сказанного, представим скорость S звука в воде как функцию её температуры T и абсолютного давления P , то есть $S(T, P)$. По аналогии с работой [5], математическая модель скорости звука в воде в узких диапазонах T и P может быть представлена в виде

$$S(T, P) = S_0(T_0, P_0) + K_T \Delta T_0 + K_P \Delta P_0, \quad (1)$$

где $S_0(T_0, P_0)$ – значение скорости звука в воде в центре (T_0, P_0) области изменения параметров T, P ;

$\Delta T_0, \Delta P_0$ – малые отклонения этих параметров от значений T_0 и P_0 ;

K_T, K_P – коэффициенты передачи скорости звука в воде соответственно по её температуре и давлению.

Для краткости коэффициент K_T был назван в [5] температурным, а коэффициент K_P – барным или барическим. Коэффициенты передачи в (1) на основании принципа суперпозиции могут вычисляться в окрестности точки $S_0(T_0, P_0)$ трёхмерного пространства параметров воды как отношение соответствующих взаимообусловленных приращений δ одних параметров при постоянстве других параметров. Иначе говоря, температурный коэффициент передачи находится при постоянном давлении $P = P_0$ как $K_T = \delta S / \delta T$, а барический коэффициент передачи находится при постоянной температуре $T = T_0$ как $K_P = \delta S / \delta P$.

Скорость звука во всех жидкостях, кроме воды, при постоянном давлении уменьшается с ростом температуры. Для воды же эта зависимость имеет аномальный характер: с увеличением температуры скорость звука при низких температурах увеличивается за счёт аномального уменьшения адиабатной сжимаемости. При высоких температурах, пройдя максимум, температурная зависимость $S(T)$ принимает ниспадающий вид, характерный для всех жидкостей. Температура, при которой достигается максимальное значение скорости звука в воде при атмосферном давлении, составляет 74,15 °С, а скорость звука при этом равна 1555,107 м/с [1]. Из сказанного следует, что в широком диапазоне температуры, то есть при больших ΔT_0 и постоянном коэффициенте K_T , уравнение (1) не применимо.

В работе [6] проведено 75 измерений скорости звука в воде в довольно широких диапазонах температуры и давления. В преобразованном виде результаты этих измерений

представлены в таблице 1. Слово *пар* в таблице 1 объясняет отсутствие числовых данных и в этой таблице, и в последующих.

Измеренные значения скорости звука нами были приняты за 75 узлов кусочно-линейной интерполяции. Диапазон температуры 2-200 °С был разбит на 10 поддиапазонов. Диапазон давления 0,1–30,5 МПа был разбит на 6–10 поддиапазонов. Для образованных поддиапазонов были рассчитаны значения коэффициента передачи $K_T(T, P)$ скорости звука по температуре и коэффициента передачи $K_P(T, P)$ скорости звука по давлению. Приращения δT и δP при вычислениях равнялись ширине поддиапазонов температуры и давления. Результаты расчётов представлены в таблицах 2 и 3.

Таблица 1 – Скорость звука S в воде, м /с

T , °С	Абсолютное давление P , МПа									
	0,1	0,27	0,5	1,6	5,1	10,9	15,8	20,7	25,6	30,5
2	1412,33	-	-	-	1419,95	1428,95	1436,75	-	1452,85	1461,06
4	1421,71	-	-	-	1429,41	1438,46	1446,29	-	1462,37	1470,64
5	1426,31	-	-	-	1434,04	1443,15	1450,97	1458,99	1467,06	1475,28
10	1447,32	-	-	-	1455,22	1464,43	1472,41	1480,49	1488,55	1496,75
20	1482,40	-	-	-	1490,53	1500,03	1508,10	1516,20	1524,31	1532,53
30	1509,18	-	-	-	1517,54	1525,56	1533,78	1541,98	1550,20	1560,07
75	1555,06	-	-	-	1564,72	1575,77	1585,05	1594,26	1603,35	1612,39
100	1543,07	-	-	-	1553,73	1565,92	1576,07	1586,10	1596,04	1605,84
130	пар	1503,63	-	-	1515,53	1529,49	1541,03	1552,43	1563,58	1574,59
150	пар	пар	1464,80	-	1477,39	1492,80	1505,58	1518,06	1530,23	1542,26
200	пар	пар	пар	1330,47	1343,47	1364,02	1380,84	1397,12	1412,88	1428,27

Таблица 2 – Температурный коэффициент передачи K_T , м / (с °С)

P , МПа	Поддиапазоны температуры T , °С									
	2-4	4-5	5-10	10-20	20-30	30-75	75-100	100-130	130-150	150-200
0,1	4,69	4,6	4,202	3,508	2,678	1,02	- 0,48	пар	пар	пар
5,1	4,73	4,63	4,236	3,531	2,701	1,048	-0,458	- 1,27	- 1,907	- 2,678
10,9	4,755	4,69	4,256	3,56	2,553	1,116	-0,394	- 1,214	- 1,835	- 2,576
15,8	4,77	4,68	4,288	3,569	2,568	1,139	-0,359	- 1,168	- 1,773	- 2,49
20,7	-	-	4,3	3,571	2,578	1,162	-0,326	- 1,122	- 1,719	- 2,419
25,6	4,76	4,69	4,298	3,576	2,589	1,181	-0,292	- 1,082	- 1,668	- 2,347
30,5	4,79	4,64	4,294	3,578	2,754	1,163	-0,262	- 1,042	- 1,617	- 2,28
средн.	4,749	4,655	4,268	3,556	2,632	1,118	-0,367	- 1,150	- 1,753	- 2,509

Таблица 3 – Барический коэффициент передачи K_P , м / (с МПа)

T , °С	Поддиапазоны абсолютного давления P , МПа										
	0,1-5,1	0,27-5,1	0,5-5,1	1,6-5,1	5,1-10,9	0,9-15,8	5,8-20,7	15,8-5,6	20,7-5,6	25,6-0,5	0,1-30,5
2	1,525	-	-	-	1,558	1,592	-	1,644	-	1,677	1,605
4	1,541	-	-	-	1,567	1,599	-	1,641	-	1,689	1,611
5	1,547	-	-	-	1,578	1,597	1,637	-	1,648	1,679	1,613
10	1,580	-	-	-	1,595	1,629	1,649	-	1,646	1,674	1,628
20	1,627	-	-	-	1,645	1,648	1,653	-	1,656	1,679	1,651
30	1,673	-	-	-	1,673	1,678	1,675	-	1,678	1,679	1,676
75	1,932	-	-	-	1,914	1,895	1,880	-	1,856	1,846	1,888
100	2,133	-	-	-	2,111	2,073	2,047	-	2,029	2,000	2,067
130	пар	2,467	-	-	2,417	2,356	2,327	-	2,276	2,248	2,350
150	пар	пар	2,734	-	2,669	2,609	2,548	-	2,485	2,457	2,585
200	пар	пар	пар	3,707	3,559	3,428	3,330	-	3,218	3,143	3,387

Если зависимость $S(T, P)$ изобразить в прямоугольной системе координат, то она, безусловно, будет представлять собой кривую поверхность. Введением поддиапазонов температуры и давления и линейной интерполяции внутри этих поддиапазонов, данная

непрерывная поверхность была заменена 68-ю плотно примыкающими друг к другу неплоскими четырёхугольными фрагментами, образующими также непрерывную аппроксимирующую поверхность $S_A(T, P)$ (за исключением четырёх краевых четырёхугольников). В углах этих фрагментов находятся узлы интерполяции. Противоположные стороны каждого четырёхугольника представляют собой отрезки скрещивающихся прямых, не лежащих в одной плоскости и образующих рёбра аппроксимирующей поверхности $S_A(T, P)$. Каждый фрагмент характеризуется двумя значениями температурного коэффициента передачи и двумя значениями барического коэффициента передачи соответственно для нижней и верхней границ поддиапазонов.

Из таблиц 2 и 3 видно, что оба коэффициента K_T и K_P не постоянны и зависят от температуры и давления. Причём K_T даже изменяет свой знак: до 75 °С он положительный, а выше 75 °С – отрицательный независимо от давления. Это подтверждает наличие указывавшегося ранее локального экстремума (максимума) температурной зависимости $S(T)$. Тем самым зависимость скорости звука от температуры является существенно нелинейной и поэтому не может быть линеаризована в широком диапазоне температуры. Коэффициент K_T изменяется от минус 2,68 до 4,79 м/(с °С), а коэффициент K_P изменяется от 1,525 до 3,707 м/(с МПа).

Из анализа таблицы 2 следует, что температурный коэффициент $K_T(T, P)$ зависит в основном от температуры. Влияние давления ощутимо сказывается только при $T > 75$ °С на нисходящем участке зависимости $S(T)$, когда с увеличением давления уменьшается модуль температурного коэффициента.

Из анализа таблицы 3 следует, что барический коэффициент $K_P(T, P)$ с увеличением температуры прогрессирующе увеличивается при всех давлениях. Прослеживается и ещё одна закономерность: при $T < 30$ °С барический коэффициент с ростом давления увеличивается, а при $T > 30$ °С – уменьшается.

Таким образом, математическая модель скорости звука в воде в широких диапазонах T и P может быть представлена в следующем виде

$$S(T, P) = S_y(T_y, P_y) + K_T(T_y, P_y)\Delta T + K_P(T_y, P_y)\Delta P, \quad (2)$$

где $S_y(T_y, P_y)$ – значение скорости звука в воде в узле (T_y, P_y) интерполяции, ближайшем к текущим значениям параметров T и P ;

$\Delta T, \Delta P$ – соответствующие отклонения этих параметров от значений T_y и P_y ;

$K_T(T_y, P_y), K_P(T_y, P_y)$ – температурный и барический коэффициенты передачи скорости звука в поддиапазонах, в которых находятся текущие значения параметров T и P . Коэффициенты рассчитываются для ближайшего узла интерполяции;

$K_T(T_y, P_y)\Delta T$ и $K_P(T_y, P_y)\Delta P$ – поправки скорости звука соответственно по температуре и давлению.

Для ещё большей краткости коэффициенты передачи $K_T(T_y, P_y)$ и $K_P(T_y, P_y)$ можно назвать соответственно термокоэффициентом и барокоэффициентом скорости звука.

Предложенная модель (2) является нелинейной, поскольку, во-первых, она представлена в кусочно-линейном виде и, во-вторых, её коэффициенты передачи K_T и K_P являются нелинейными функциями температуры и давления. Отдельные фрагменты (*кусочки*) модели охватывают небольшие поддиапазоны температуры и давления, поэтому их удалось линеаризовать. Коэффициенты K_T и K_P в каждом фрагменте имеют свои значения.

Покажем применение модели (2) для получения значения скорости звука, например, при температуре воды $T = 22$ °С и абсолютном давлении $P = 1$ МПа. Значение 22 °С соответствует аномальному участку характеристики $S(T)$. Расчёты отражены в верхней половине таблицы 4. В таблице 1 выбираем поддиапазоны 20–30 °С и 0,1–5,1 МПа. Ближайшим узлом интерполяции является узел № 1. Более удалённым по температуре

является узел № 2. Более удалённым по давлению является узел № 3. Самым дальним является узел № 4.

Представленные в таблице 4 расчёты показывают, что наименьшие линейные поправки скорости звука по температуре и по давлению для выбранного нелинейного фрагмента получаются для самого близкого узла интерполяции № 1. Поэтому результат $S = 1489,22$ м/с является более точным.

Таблица 4 – Варианты расчёта скорости звука в воде

№ узла	S_y , м/с	T_y , °С	P_y , МПа	ΔT , °С	ΔP , МПа	K_T , м/(с °С)	K_P , м/(с МПа)	$K_T \Delta T$, м/с	$K_P \Delta P$, м/с	S , м/с
1	1482,40	20	0,1	2	0,9	2,678	1,627	5,356	1,464	1489,22
2	1509,18	30	0,1	- 8	0,9	2,678	1,673	-21,42	1,506	1489,26
3	1490,53	20	5,1	2	- 4,1	2,701	1,627	5,402	- 6,671	1489,26
4	1517,54	30	5,1	- 8	- 4,1	2,701	1,673	-21,61	- 6,859	1489,07
5	1477,39	150	5,1	10	1	- 2,678	2,669	-26,78	2,669	1453,28
6	1343,47	200	5,1	-40	1	- 2,678	3,559	107,12	3,559	1454,12
7	1492,80	150	10,9	10	- 4,8	- 2,576	2,669	-25,76	- 12,81	1454,23
8	1364,02	200	10,9	-40	- 4,8	- 2,576	3,559	103,04	- 17,08	1449,98
1	1482,40	20	0,1	2	0	2,678	-	5,356	0	1487,76
2	1509,18	30	0,1	- 8	0	2,678	-	-21,42	0	1487,76
1	1482,40	20	0,1	0	0,9	-	1,627	0	1,4643	1483,86
3	1490,53	20	5,1	0	- 4,1	-	1,627	0	- 6,671	1483,86
5	1477,39	150	5,1	10	0	- 2,678	-	-26,78	0	1450,61
6	1343,47	200	5,1	-40	0	- 2,678	-	107,12	0	1450,59
5	1477,39	150	5,1	0	1	-	2,669	0	2,669	1480,05
7	1492,80	150	10,9	0	- 4,8	-	2,669	0	- 12,81	1479,99

В таблице 4 представлены и аналогичные расчёты скорости звука для нисходящего участка температурной зависимости $S(T)$, например, при температуре воды $T = 160$ °С и абсолютном давлении $P = 6,1$ МПа. Данный участок зависимости $S(T)$, как отмечалось выше, характерен для всех жидкостей и имеет отрицательное значение коэффициента K_T . Были выбраны поддиапазоны 150–200 °С и 5,1–10,9 МПа и узлы интерполяции № 5-8.

Расчёты обоих примеров подтверждают правильность рекомендованного в модели (2) выбора ближайшего узла интерполяции.

В нижней половине таблицы 4 приведены четыре примера расчёта скорости звука для воды в тех редких случаях, когда текущие значения температуры T и давления P попадают на границы их поддиапазонов: 1) $T = 22$ °С, $P = 0,1$ МПа, узлы № 1 и 2; 2) $T = 20$ °С, $P = 1$ МПа, узлы № 1 и 3; 3) $T = 160$ °С, $P = 5,1$ МПа, узлы № 5 и 6; 4) $T = 150$ °С, $P = 6,1$ МПа, узлы № 5 и 7. Число вариантов расчёта для каждого такого случая может быть только два, что и отражено в таблице.

Из таблицы 4 видно, что результаты двух вариантов расчётов в каждом случае одинаковы. Это и следовало ожидать, так как на границах поддиапазонов – на рёбрах поверхности $S_A(T, P)$ – выполняется принцип суперпозиции, применённый при расчёте коэффициентов передачи K_T и K_P , и поэтому близость или удалённость узлов интерполяции значения не имеют.

Точность модели (2) может быть повышена, если уменьшить ширину и увеличить число поддиапазонов температуры и давления или увеличить число узлов интерполяции. (Это подтверждают и приведённые выше примеры с разной шириной поддиапазонов.) Для этого, в частности, могут быть применены таблицы теплофизических свойств воды с малым шагом по температуре и давлению. Например, в [2] применён переменный шаг по температуре 5–10 °С и 0,5–2 МПа по давлению.

Температурный и барический коэффициенты передачи скорости звука, как и таблицы теплофизических свойств воды, характеризуют форму поверхности $S(T, P)$. После совместного рассмотрения полученных здесь результатов и таблиц [1-3] можно

сказать, что упоминавшаяся ранее кривая поверхность $S(T, P)$ в трёхмерном пространстве в диапазонах 0–400 °С и 0,1–100 МПа имеет форму горного хребта с гладкой вершушкой и покатыми склонами, протянувшегося вдоль оси давления. С увеличением давления растёт высота хребта и происходит его смещение в сторону большей температуры. Наиболее высокая часть хребта располагается при значениях температуры 75–90 °С.

Заключение

1. Показано, что скорость распространения звука в воде зависит только от двух её параметров: температуры и давления. Зависимость скорости звука от изменяющейся в широком диапазоне температуры существенно нелинейная и не подлежит линеаризации.

2. Разработана двухпараметрическая кусочно-линейная математическая модель скорости звука в воде при температуре от 2 до 200 °С и давлении от 0,1 до 30,5 МПа. Модель компактна в силу применения температурного и барического коэффициентов передачи. Приведены примеры расчёта скорости звука с помощью данной модели.

3. Получены числовые значения коэффициентов передачи модели и описаны их нелинейные зависимости от температуры и давления.

4. Отмечается универсальность применённой методики разработки математической модели скорости звука в воде и предложены меры по повышению её точности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1] Александров А. А., Трахтенгерц М. С. Теплофизические свойства воды при атмосферном давлении. – М.: Изд-во стандартов, 1977. – 100 с. (Гос. служба стандартных справ. данных: Сер. «Монография»).

[2] Александров А. А., Григорьев Б. А. Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара. Справочник. Рек. Гос. службой стандартных справочных данных. ГСССД Р-776-98. – М.: МЭИ, 2006. – 168 с.

[3] Александров А. А. и др. Таблицы стандартных справочных данных. Вода. Скорость звука при температурах от 0 до 100 °С и давлениях от 0,101325 до 100 МПа. ГСССД 190-2000. – 12 с.

[4] Неразрушающий контроль. В 5 кн. Кн. 2. Акустические методы контроля / Под ред. В. В. Сухорукова. – М.: Высшая школа, 1991. – 283 с.

[5] Чернов Б. А., Чернова Н. Б. Получение информации о скорости звука в контролируемой среде при наладке ультразвуковых расходомеров // Вестник АУЭС. – Алматы: НАО «АУЭС». - № 4. - 2016. - С. 39–44.

[6] Александров А. А., Ларкин Д. К. Экспериментальное определение скорости ультразвука в воде в широком диапазоне температур и давлений // Теплоэнергетика. - № 2. - 1976. - С. 75–78.

REFERENCES

[1] Aleksandrov A. A., Trahtengerts M. S. Thermophysical properties of water at an atmospheric pressure. M.: Standards Publishing House, 1997. 100 p. (in russ.).

[2] Aleksandrov A. A., Grigoriev B. A. Tables of the thermophysical properties of water and steam: Reference book of National Standard Reference Data Service. NSRDS R-776-98. M.: Publishing house MEI. 2006. 168 p. (in russ.).

[3] Aleksandrov A. A., Belopolskii V. A., Levtsov V. I. and other. Tables of the standard reference data. Water. Acoustic speed at a temperature of 0 to 100 °C and at a pressure of 0.101325 to 100 MPa. NSRDS 190-2000. 12 p. (in russ.).

[4] The non-destructive testing. In 5 books. Book 2. The acoustic testing methods: Practical guide / edited by Suhorukov V. V. M.: High school, 1991. 283 p. (in russ.).

[5] Chernov B. A., Chernova N. B. Getting information about acoustic speed in a controlled medium during adjustment of ultrasonic flowmeters. Herald of Almaty University of Energy and Communications. 2016. № 4. 39-44. (in russ.).

[6] Aleksandrov A. A., Larkin D. K. The experimental determination of ultrasonic velocity in water over a wide range of temperature and pressure. Heating energy. 1976. № 2. 75-78. (in russ.).

СУДАҒЫ ДЫБЫС ЖЫЛДАМДЫҒЫНЫҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛІ

Б. А. Чернов¹, Н. Б. Чернова¹

¹Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы қ., Қазақстан

Аңдатпа. Заттардың физикалық қасиеттерін зерттеу әдістері мен бұзбай бақылаудың акустикалық әдістерінің қатарында дыбыстың таралу жылдамдығын өлшеудің маңызды орны белгіленеді. Бұл ретте алынатын мәліметтер дербес құнды емес, заттың басқа жылуфизикалық қасиеттері туралы мәлімет алу үшін де қолданылуы мүмкін. Бақыланатын сұйық ортада дыбыс жылдамдығы туралы ақпарат ультрадыбысты шығын өлшеуіштерін эксплуатациялауда да қажет. Бұл ақпаратты математикалық модельдер көмегімен алады. Бірақ дыбыс жылдамдығының сызықтандырылған моделі әсіресе кіріс шамаларының кішкене ауытқуларында жұмысқа қабілетті.

Жұмыстың мақсаты- кіріс шамаларының кең диапазондарында судағы дыбыс жылдамдығының математикалық моделін құрастыру. Мақалада судағы дыбыс жылдамдығы тек қана оның температурасы мен қысымына байланысты екендігі көрсетілген. Сонымен бірге судағы дыбыс жылдамдығы кең диапазонда бейсызықты және сызықтандырылмайды.

Белгілі 75 өлшем негізінде температурасы 2-ден 200 °С –қа дейін және қысымы 0,1-ден 30,5 МПа-ға дейін кездегі судағы дыбыс жылдамдығының екі параметрлі сынық-сызықты математикалық модель құрастырылған. Температура мен қысым бойынша беріліс коэффициенттерін қолдану салдарынан модель ықшам. Берілген модель көмегімен дыбыс жылдамдығын есептеу мысалдары келтірілген.

Модельдің беріліс коэффициенттерінің сандық мәндерін алуға және олардың бейсызықты қасиеттерін сипаттауға елеулі орын берілген. Құрастырылған модельдің дәлдігін арттыру тәсілдері туралы хабарланған.

Кілттік сөздер: дыбыс жылдамдығы, су, математикалық модель, ультрадыбысты шығын өлшеуіш.

THE MATHEMATICAL MODEL OF ACOUSTIC SPEED IN WATER

B. A. Chernov¹, N. B. Chernova¹

¹Almaty University of Power Engineering and Telecommunication, Almaty, Kazakhstan

Abstract. There are noted the importance of measurements of propagation velocity of sound in the number of research methods of the physical properties of substances and acoustic non-destructive testing methods. The data, obtained in this process, not only have intrinsic value, but also can be used to derive the information about other thermophysical properties of substance. The information about acoustic speed in a controlled liquid medium is also required while operating the ultrasonic flow meters. This information is obtained by means of mathematical models. However, the known linearized models of acoustic speed are operable mainly for small deviations of input values.

Purpose of the work – the development of mathematical model of acoustic speed in water over a wide range of input values. The paper undeniably demonstrates that acoustic speed in water depends only on its temperature and pressure. In this case the temperature-acoustic speed relationship in water over a wide range is nonlinear and can not be linearized. Based on known 75 measurements of acoustic speed in water at a temperature of 2 to 200 °C and at a pressure of 0.1 to 30.5 MPa a two-parameter piecewise linear mathematical model has been developed. The model is compact due to the application of

temperature and pressure transfer coefficients. Examples of acoustic speed calculations with the help of this model are provided.

The significant space is devoted to the obtaining of numerical values of model transfer coefficients and description of non-linear properties. The techniques for accuracy increase of the developed model are reported.

Key words: acoustic speed, water, mathematical model, ultrasonic flow meter.

Б. А. Чернов¹, Н. Б. Чернова¹

¹Алматинский университет энергетики и связи, г. Алматы, Казахстан

НАСТРОЙКА УЛЬТРАЗВУКОВЫХ РАСХОДОМЕРОВ НА ПОДАЮЩИХ ТРУБОПРОВОДАХ ИСТОЧНИКОВ ТЕПЛА

Аннотация. Отмечается большое распространение ультразвуковых расходомеров на источниках тепла для коммерческого учёта выработанной тепловой энергии и массы теплоносителя. Кратко описаны принцип действия времяимпульсного расходомера, необходимость применения и особенности его системы автоматического измерения скорости распространения звука в контролируемой жидкости.

Рассматриваемые расходомеры оснащаются таблицами зависимости скорости звука в воде от её температуры и давления. Без них невозможны настройка и периодическая проверка нормального функционирования ультразвуковых расходомеров, измеряющих расход горячей воды. Указываются недостатки существующих настроечных таблиц, в том числе невозможность наладки, настройки и проверки работы расходомеров при температуре воды более 100 °С.

На основе двухпараметрической кусочно-линейной математической модели разработана уточнённая подробная таблица скорости звука в воде, позволяющая оперативно, без дополнительных вычислений настраивать и проверять работу ультразвуковых расходомеров при температуре контролируемой воды 100-150 °С и избыточном давлении 0,4–1,9 МПа. Отмечается универсальность данной таблицы и возможность её применения для всех ультразвуковых приборов. Разработчикам и изготовителям расходомеров предложено использовать эту таблицу для автоматизации операции настройки ультразвуковых расходомеров.

Ключевые слова: скорость звука в воде, настройка ультразвукового расходомера, источник тепла.

Ультразвуковые времяимпульсные расходомеры получили большое распространение на источниках тепла для коммерческого учёта выработанной тепловой энергии и массы теплоносителя. Их принцип действия основан на перемещении ультразвукового сигнала (УЗС) движущейся жидкостью. УЗС, излучаемый одним пьезоэлементом, проходит через движущуюся по трубопроводу жидкость и принимается другим пьезоэлементом. При движении жидкости происходит снос УЗС, что приводит к изменению времени распространения УЗС: по потоку жидкости время прохождения расстояния между пьезоэлементами уменьшается, а против потока – возрастает. Разность этих времён прямо пропорциональна скорости потока жидкости и, следовательно, её объёмному расходу [1, 2].

Выходной сигнал расходомера прямо пропорционален также квадрату скорости звука в жидкости [3]. Эта скорость не является постоянной величиной. Она зависит от плотности жидкости, которая в свою очередь меняется с изменением её температуры, давления и состава [1, 3]. Поэтому рассматриваемые расходомеры имеют систему автоматического измерения скорости звука (АИСЗ) в контролируемой жидкости. Данная система позволяет проводить измерения расхода даже тогда, когда теплофизические свойства контролируемой жидкости мало изучены.

Ультразвуковые расходомеры имеют также систему автоматического регулирования усиления (АРУ), которая автоматически устанавливает и поддерживает требуемые параметры УЗС [2]. Диапазон регулирования рассчитан на значительные изменения как параметров жидкости (температуры, давления, акустической прозрачности и др.), так и условий её течения в трубопроводе. К последним относятся отложения и коррозия на внутренних стенках трубопровода, пульсации потока жидкости и др.

Цифровая обработка излучаемого и принимаемого УЗС обеспечивает устойчивую работу в условиях помех, а также упрощает настройку расходомеров. Все ультразвуковые расходомеры являются весьма сложными микропроцессорными приборами, имеющими цифровой дисплей, различные интерфейсы и цепи сигнализации, развитую систему архивирования с указанием нештатных ситуаций.

Расходомеры снабжаются таблицами зависимости $S(T, P)$ скорости звука S в воде от её температуры T и избыточного давления P [2]. Дело в том, что скорость S зависит только от T и P [4]. Поэтому эти таблицы по измеренным T и P позволяют подобрать табличные значения скорости звука и сравнить их со значениями, измеренными расходомером. Без таблиц зависимости $S(T, P)$ невозможны настройка и периодическая – не реже одного раза в две недели [2] – проверка нормального функционирования ультразвуковых расходомеров, измеряющих расход воды. Однако даже в новейших изданиях [2] настроечные таблицы имеют отмечавшиеся ранее [1] недостатки: недостаточность значений и фрагментарность зависимости $S(T, P)$, наличие значительных погрешностей, необходимость проведения дополнительных вычислений, невозможность наладки, настройки и проверки расходомеров при температуре воды более 100 °С.

Цель данной работы – разработка подробной уточнённой таблицы зависимости $S(T, P)$, позволяющей оперативно, без вычислений настраивать и проверять работоспособность ультразвуковых расходомеров на подающих трубопроводах источников тепла при температуре воды более 100 °С.

В системах централизованного теплоснабжения может применяться качественное регулирование отпуска тепла изменением температуры в подающем трубопроводе на источниках тепла по графикам 132 / 70 °С и 150 / 70 °С в зависимости от температуры наружного воздуха [5]. Исходя из этого ограничимся разработкой таблицы $S(T, P)$ в диапазонах температуры 100–150 °С и избыточного давления 0,4–1,9 МПа.

Возьмём за основу двухпараметрическую кусочно-линейную математическую модель скорости звука в воде, построенную на основе экспериментальных данных [4]. Её высокотемпературная часть представлена четырьмя узлами интерполяции с параметрами: 1) $S = 1555,06$ м/с, $T = 75$ °С, $P = 0$; 2) $S = 1543,07$ м/с, $T = 100$ °С, $P = 0$; 3) $S = 1503,63$ м/с, $T = 130$ °С, $P = 0,17$ МПа; 4) $S = 1464,80$ м/с, $T = 150$ °С, $P = 0,4$ МПа. Для повышения точности модели увеличим число узлов интерполяции. Для этого при давлении 0,4 МПа (что потребовало приведения вышеуказанных значений S к одному давлению) проведём через точки температурной зависимости $S(75$ °С), $S(100$ °С), $S(130$ °С) и $S(150$ °С) с помощью лекал гладкую кривую. Разделим диапазон температуры 100–150 °С полученной криволинейной зависимости $S(T)$ на 10 поддиапазонов с одинаковой шириной 5 °С. Внутри каждого поддиапазона применим линейную интерполяцию. В результате график функции $S(T)$ при 0,4 МПа будет приближён линейной ломаной или, иначе говоря, линейным сплайном [6]), проходящим через 11 узловых точек. Ему соответствует два левых столбца таблицы 1 с шагом 0,5 °С по температуре.

Из-за малости диапазона избыточного давления 0,4–1,9 МПа барический коэффициент передачи K_P , как показывает модель [4], можно считать зависящим только от температуры и независимым от давления. Для повышения точности модели подвергнем температурную зависимость этого коэффициента $K_P(T)$ линейной интерполяции в двух интервалах между тремя узлами $K_P(100$ °С) = 2,133, $K_P(130$ °С) = 2,467 и $K_P(150$ °С) = 2,734 м / (с МПа). В результате график функции $K_P(T)$ станет не дискретно изменяемым, как в [4], а будет приближён линейной ломаной, проходящей через три узловые точки. Независимость $K_P(T)$ от давления была использована выше при пересчёте значений $S(75$ °С), $S(100$ °С) и $S(130$ °С) на давление 0,4 МПа.

Таким образом, математическая модель для расчёта искомой таблицы в принятых диапазонах T и P будет иметь вид:

$$S(T, P) = S_Y(T_Y) + K_T(T_Y)\Delta T + K_P(T)\Delta P; \quad \Delta T = T - T_Y; \quad \Delta P = P - 0,4, \quad (1)$$

Таблица 1 - Скорость звука в воде $S = 1000 + XXX, X$, м/с

T, °C	Избыточное давление P, МПа													
	0,4	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,9
100,0	543,2	544,4	544,6	544,8	545,0	545,2	545,4	545,6	545,9	546,1	546,3	546,5	546,7	547,1
100,5	543,4	543,8	544,0	544,3	544,5	544,7	544,9	545,1	545,3	545,5	545,8	546,0	546,2	546,6
101,0	542,9	543,3	543,5	543,7	544,0	545,2	544,4	544,6	544,8	545,0	545,2	545,5	545,7	546,1
101,5	542,4	542,8	543,0	543,2	543,4	543,6	543,9	544,1	544,3	544,5	544,7	544,9	545,1	545,6
102,0	541,8	542,3	542,5	542,7	542,9	543,1	543,3	543,6	543,8	544,0	544,2	544,4	544,6	545,1
102,5	541,3	541,7	542,0	542,2	542,4	542,6	542,8	543,0	543,3	543,5	543,7	543,9	544,1	544,5
103,0	540,8	541,2	541,4	541,7	541,9	542,1	542,3	542,5	542,7	543,0	543,2	543,4	543,6	544,0
103,5	540,3	540,7	540,9	541,1	541,4	541,6	541,8	542,0	542,2	542,4	542,7	542,9	543,1	543,5
104,0	539,7	540,2	540,4	540,6	540,8	541,1	541,3	541,5	541,7	541,9	542,1	542,4	542,6	543,0
104,5	539,2	539,7	539,9	540,1	540,3	540,5	540,7	541,0	541,2	541,4	541,6	541,8	542,1	542,5
105,0	538,7	539,1	539,4	539,6	539,8	540,0	540,2	540,5	540,7	540,9	541,1	541,3	541,5	542,0
105,5	538,1	538,6	538,8	539,0	539,2	539,4	539,6	539,9	540,1	540,3	540,5	540,7	541,0	541,4
106,0	537,5	538,0	538,2	538,4	538,6	538,8	539,1	539,3	539,5	539,7	539,9	540,2	540,4	540,8
106,5	536,9	537,4	537,6	537,8	538,0	538,3	538,5	538,7	538,9	539,1	539,4	539,6	539,8	540,2
107,0	536,3	536,8	537,0	537,2	537,5	537,7	537,9	538,1	538,3	538,6	538,8	539,0	539,2	539,7
107,5	535,8	536,2	536,4	536,6	536,9	537,1	537,3	537,5	537,7	538,0	538,2	538,4	538,6	539,1
108,0	535,2	535,6	535,8	536,1	536,3	536,5	536,7	536,9	537,2	537,4	537,6	537,8	538,1	538,5
108,5	534,6	535,0	535,2	535,5	536,7	535,9	536,1	536,4	536,6	536,8	537,0	537,2	537,5	537,9
109,0	534,0	534,4	534,7	534,9	535,1	535,3	535,5	535,8	536,0	536,2	536,4	536,7	536,9	537,3
109,5	533,4	533,8	534,1	534,3	534,5	534,7	535,0	535,2	535,4	535,6	535,9	536,1	536,3	536,7
110,0	532,8	533,3	533,5	533,7	533,9	534,2	534,4	534,6	534,8	535,0	535,3	535,5	535,7	536,2
110,5	532,1	532,6	532,8	533,0	533,3	533,5	533,7	533,9	534,2	534,4	534,6	534,8	535,1	535,5
111,0	531,5	531,9	532,2	532,4	532,6	532,8	533,1	533,3	533,5	533,7	534,0	534,2	534,4	534,9
111,5	530,8	531,3	531,5	531,7	532,0	532,2	532,4	532,6	532,9	533,1	533,3	533,5	533,8	534,2
112,0	530,2	530,6	530,8	531,1	531,3	531,5	531,8	532,0	532,2	532,4	532,7	532,9	533,1	533,6
112,5	529,5	530,0	530,2	530,4	530,6	530,9	531,1	531,3	531,5	531,8	532,0	532,2	532,4	532,9
113,0	528,8	529,3	529,5	529,8	530,0	530,2	530,4	530,7	530,9	531,1	531,3	531,6	531,8	532,3
113,5	528,2	528,6	528,9	529,1	529,3	529,6	529,8	530,0	530,2	530,5	530,7	530,9	531,1	531,6
114,0	527,5	528,0	528,2	528,4	528,7	528,9	529,1	529,4	529,6	529,8	530,0	530,3	530,5	531,0
114,5	526,9	527,3	527,6	527,8	528,0	528,2	528,5	528,7	528,9	529,2	529,4	529,6	529,8	530,3
115,0	526,2	526,7	526,9	527,1	527,4	527,6	527,8	528,0	528,3	528,5	528,7	529,0	529,2	529,7
115,5	525,5	526,0	526,2	526,5	526,7	526,9	527,1	527,4	527,6	527,8	528,1	528,3	528,5	529,0
116,0	524,9	525,3	525,8	525,8	526,0	526,3	526,5	526,7	526,9	527,2	527,4	527,6	527,9	528,3
116,5	524,2	524,7	525,1	525,1	525,4	525,6	525,8	526,0	526,3	526,5	526,7	527,0	527,2	527,7
117,0	523,5	524,0	524,5	524,5	524,7	524,9	525,2	525,4	525,6	525,8	526,1	526,3	526,5	527,0
117,5	522,9	523,3	523,8	523,8	524,0	524,2	524,5	524,7	524,9	525,2	525,4	525,6	525,9	526,3
118,0	522,2	522,7	523,1	523,1	523,4	523,6	523,8	524,1	524,3	524,5	524,8	525,0	525,2	525,7
118,5	521,5	522,0	522,4	522,4	522,7	522,9	523,1	523,4	523,6	523,9	524,1	524,3	524,6	525,0
119,0	520,8	521,3	521,8	521,8	522,0	522,3	522,5	522,7	523,0	523,2	523,4	523,7	523,9	524,4
119,5	520,2	520,6	521,1	521,1	521,3	521,6	521,8	522,1	522,3	522,5	522,8	523,0	523,2	523,7
120,0	519,5	520,0	520,4	520,4	520,7	520,9	521,2	521,4	521,6	521,9	522,1	522,3	522,6	523,0
120,5	518,8	519,2	519,5	519,7	519,9	520,2	520,4	520,6	520,9	521,1	521,3	521,6	521,8	522,3
121,0	518,0	518,5	518,7	519,0	519,2	519,4	519,7	519,9	520,1	520,4	520,6	520,8	521,1	521,6
121,5	517,3	517,7	518,0	518,2	518,4	518,7	518,9	519,1	519,4	519,6	519,9	520,1	520,3	520,8
122,0	516,5	517,0	517,2	517,5	517,7	517,9	518,2	518,4	518,6	518,9	519,1	519,4	519,6	520,1
122,5	515,8	516,2	516,5	516,7	516,9	517,2	517,4	517,7	517,9	518,1	518,4	518,6	518,8	519,3
123,0	515,0	515,5	515,7	516,0	516,2	516,4	516,7	516,9	517,2	517,4	517,6	517,9	518,1	518,6
123,5	514,3	514,7	515,0	515,2	515,5	515,7	515,9	516,2	516,4	516,6	516,9	517,1	517,4	517,8
124,0	513,5	514,0	514,2	514,5	514,7	514,9	515,2	515,4	515,7	515,9	516,1	516,4	516,6	517,1
124,5	512,8	513,2	513,5	513,7	514,0	514,2	514,4	514,7	514,9	515,2	515,4	515,6	515,9	516,4
125,0	512,0	512,5	512,7	513,0	513,2	513,5	513,7	513,9	514,2	514,4	514,7	514,9	515,1	515,6
125,5	511,2	511,7	511,9	512,2	512,4	512,7	512,9	513,2	513,4	513,6	513,9	514,1	514,4	514,8
126,0	510,4	510,9	511,2	511,4	511,7	511,9	512,1	512,4	512,6	512,9	513,1	513,4	513,6	514,1
126,5	509,7	510,2	510,4	510,6	510,9	511,1	511,4	511,6	511,8	512,1	512,3	512,6	512,8	513,3
127,0	508,9	509,4	509,6	509,9	510,1	510,3	510,6	510,8	511,1	511,3	511,6	511,8	512,1	512,5
127,5	508,1	508,6	508,8	509,1	509,3	509,6	509,8	510,1	510,3	510,5	510,8	511,0	511,3	511,9
128,0	507,3	507,8	508,0	508,3	508,5	508,8	509,0	509,3	509,5	509,8	510,0	510,2	510,5	511,0
128,5	506,5	507,0	507,3	507,5	507,8	508,0	508,2	508,5	508,7	509,0	509,2	509,5	509,7	510,2
129,0	505,8	506,2	506,5	506,7	507,0	507,2	507,5	507,7	508,0	508,2	508,5	508,7	508,9	509,4
129,5	505,0	505,5	505,7	506,0	506,2	506,4	506,7	506,9	507,2	507,4	507,7	507,9	508,2	508,7
130,0	504,2	504,7	504,9	505,2	505,4	505,7	505,9	506,2	506,4	506,7	506,9	507,2	507,4	507,9
130,5	503,3	503,8	504,0	504,3	504,5	504,8	505,0	505,2	505,5	505,7	506,0	506,2	506,5	507,0

Продолжение таблицы 1

T , °C	Избыточное давление P , МПа													
	0,4	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,9
131,0	502,4	502,9	503,1	503,3	503,6	503,8	504,1	504,3	504,6	504,8	505,1	505,3	505,6	506,1
131,5	501,4	501,9	502,2	502,4	502,7	502,9	503,2	503,4	503,7	503,9	504,2	504,4	504,7	505,2
132,0	500,5	501,0	501,3	501,5	501,8	502,0	502,3	502,5	502,8	503,0	503,3	503,5	503,8	504,3
132,5	499,6	500,1	500,4	500,6	500,9	501,1	501,3	501,6	501,8	502,1	502,3	502,6	502,8	503,3
133,0	498,7	499,2	499,4	499,7	499,9	500,2	500,4	500,7	500,9	501,2	501,4	501,7	501,9	502,4
133,5	497,8	498,3	498,5	498,8	499,0	499,3	499,5	499,8	500,0	500,3	500,5	500,8	501,0	501,5
134,0	496,8	497,3	497,6	497,9	498,1	498,4	498,6	498,9	499,1	499,4	499,6	499,9	500,1	500,6
134,5	495,9	496,4	496,7	496,9	497,2	497,4	497,7	497,9	498,2	498,4	499,7	498,9	499,2	499,7
135,0	495,0	495,5	495,8	496,0	496,3	496,5	496,8	497,0	497,3	497,5	497,8	498,0	498,3	498,8
135,5	494,1	494,6	494,8	495,1	495,3	495,6	495,8	496,1	496,4	496,6	496,9	497,1	497,4	497,9
136,0	493,1	493,7	493,9	494,2	494,4	494,7	494,9	495,2	495,4	495,7	495,9	496,2	496,5	497,0
136,5	492,2	492,7	493,0	493,2	493,5	493,7	494,0	494,3	494,5	494,8	495,0	495,3	495,5	496,0
137,0	491,3	491,8	492,1	492,3	492,6	492,8	493,1	493,3	493,6	493,8	494,1	494,4	494,6	495,1
137,5	490,4	490,9	491,1	491,4	491,6	491,9	492,1	492,4	492,7	492,9	493,2	493,4	493,7	494,2
138,0	489,4	489,9	490,2	490,5	490,7	491,0	491,2	491,5	491,7	492,0	492,3	492,5	492,8	493,3
138,5	488,5	489,0	489,3	489,5	489,8	490,0	490,3	490,6	490,8	491,1	491,3	491,6	491,8	492,4
139,0	487,6	488,1	488,3	488,6	488,9	489,1	489,4	489,6	489,9	490,2	490,4	490,7	490,9	491,5
139,5	486,6	487,2	487,4	487,7	487,9	488,2	488,4	488,7	489,0	489,2	489,5	489,7	490,0	490,5
140,0	485,7	486,2	486,5	486,7	487,0	187,3	487,5	487,8	488,0	488,3	488,6	488,8	489,1	489,6
140,5	484,7	485,2	485,5	485,7	486,0	486,3	486,5	486,8	487,0	487,3	487,6	487,8	488,1	488,6
141,0	483,7	484,2	484,5	484,8	485,0	485,3	485,5	485,8	486,1	486,3	486,6	486,8	487,1	487,6
141,5	482,7	483,2	483,5	483,8	484,0	484,3	484,5	484,8	485,1	485,3	485,6	485,8	486,1	486,6
142,0	481,7	482,2	482,5	482,8	483,0	483,3	483,5	483,8	484,1	484,3	484,6	484,9	485,1	485,7
142,5	480,7	481,2	481,5	481,8	482,0	482,3	482,5	482,8	483,1	483,3	483,6	483,9	484,1	484,7
143,0	479,7	480,2	480,5	480,8	481,0	481,3	481,6	481,8	482,1	482,4	482,6	482,9	483,1	483,7
143,5	478,7	479,2	479,5	479,8	480,0	480,3	480,6	480,8	481,1	481,4	481,6	481,9	482,1	482,7
144,0	477,7	478,2	478,5	478,8	479,0	479,3	479,6	479,8	480,1	480,4	480,6	480,9	481,2	481,7
144,5	476,7	477,2	477,5	477,8	478,0	478,3	478,6	478,8	479,1	479,4	479,6	479,9	480,2	480,7
145,0	475,7	476,2	476,5	476,8	477,0	477,3	477,6	477,8	478,1	478,4	478,6	478,9	479,2	479,8
145,5	474,6	475,1	475,4	475,7	476,0	476,2	476,5	476,8	477,0	477,3	477,6	477,8	478,1	478,6
146,0	473,5	474,1	474,3	474,6	474,9	475,1	475,4	475,7	475,9	476,2	476,5	476,7	477,0	477,6
146,5	472,4	473,0	473,3	473,5	473,8	474,1	474,3	474,6	474,9	475,1	475,4	475,7	475,9	476,5
147,0	471,4	471,9	472,2	472,4	472,7	473,0	473,2	473,5	473,8	474,1	474,3	474,6	474,9	475,4
147,5	470,3	470,8	471,1	471,3	471,6	471,9	472,2	472,4	472,7	473,0	473,2	473,5	473,8	474,3
148,0	469,2	469,7	470,0	470,3	470,5	470,8	471,1	471,3	471,6	471,9	472,2	472,4	472,7	473,2
148,5	468,1	468,6	468,9	469,2	469,4	469,7	470,0	470,3	470,5	470,8	471,1	471,3	471,6	472,2
149,0	467,0	467,6	467,8	468,1	468,4	468,6	468,9	469,2	469,5	469,7	470,0	470,3	470,5	471,1
149,5	465,9	466,5	466,7	467,0	467,3	467,6	467,8	468,1	468,4	468,6	468,9	469,2	469,5	470,0
150,0	464,8	465,4	465,6	465,9	466,2	466,5	466,7	467,0	467,3	467,6	467,8	468,1	468,4	468,9

где $S_y(T_y)$ – значение скорости звука в воде при $P = 0,4$ МПа в узле (T_y) интерполяции, ближайшем к текущему значению температуры T ;

ΔT – отклонение текущего значения температуры T от значения T_y ;

ΔP – отклонение текущего значения избыточного давления P от $0,4$ МПа;

$K_T(T_y)$ – температурный коэффициент передачи скорости звука в поддиапазоне температуры, в котором находится текущее значение T ;

$K_P(T)$ – кусочно-линейная непрерывная зависимость барического коэффициента передачи скорости звука от температуры T ;

$K_T(T_y)\Delta T$ и $K_P(T)\Delta P$ – поправки скорости звука в воде соответственно по её температуре и давлению.

Для краткости коэффициенты передачи K_T и K_P в [4] были названы соответственно термокоэффициентом и барокоэффициентом скорости звука. Они имеют единицы измерения соответственно $m/(c^\circ C)$ и $m/(c\text{ МПа})$.

Предложенная модель (1) является нелинейной, поскольку, во-первых, она представлена в кусочно-линейном виде и, во-вторых, её коэффициенты передачи K_T и K_P являются нелинейными функциями температуры.

В таблице 1 представлены результаты расчётов, выполненных по уравнениям (1). Ради экономии места в таблице приведены только последние четыре изменяющихся знака

скорости звука S . Для получения окончательного числового результата к ним надо прибавить константу 1000 или приписать спереди единицу, что отражено в названии самой таблицы.

Расчёт таблицы проводился в два этапа. Сначала была рассчитана наиболее сложная температурная зависимость $S(T)$ при избыточном давлении 0,4 МПа. Она представлена в левых столбцах таблицы 1. Затем рассчитывалась поправка скорости звука по давлению с нелинейным коэффициентом $K_p(T)$. Поэтому уравнения (1) можно записать также в виде:

$$S(T, P) = S(T, P = 0,4\text{МПа}) + K_p(T)\Delta P; \quad \Delta P = P - 0,4. \quad (2)$$

Из таблицы 1 следует, что в исследованных диапазонах температуры и давления с увеличением температуры воды скорость распространения звука в ней уменьшается, а с увеличением давления – увеличивается. Это обуславливается отрицательностью термокоэффициента и положительностью барокоэффициента скорости звука. При этом барокоэффициент $K_p(T)$ изменяется от 2,133 до 2,734 м/(с МПа). Это согласуется с результатами работы [4]. Таблица 1, очевидно, является универсальной для всех ультразвуковых расходомеров.

Разработанная настроечная таблица 1 была успешно опробована [1] и применялась несколько отопительных сезонов на расходомерах магистральных трубопроводов диаметром 1000 и 800 мм, соединяющих ТЭЦ-2 и западный тепловой комплекс г. Алматы. При этом наблюдалось кратковременное повышение температуры теплоносителя до 144 °С, хотя температурный график был 132 / 70 °С.

В теплосчётчиках, тепловычислителях и тепловычислителях-регистраторах для автоматического расчёта массы теплоносителя и тепловой энергии используются подробные электронные таблицы стандартных справочных данных о плотности и удельной энтальпии воды, являющихся, как и скорость звука, тоже функциями температуры и давления [7]. Аналогично этому, в цифровую память расходомеров может быть записана и использована в алгоритмах их работы таблица скорости звука в воде, подобная таблице 1. Это позволит автоматизировать наладку и настройку системы АИСЗ расходомеров.

Заключение

1. Описаны особенности устройства и недостатки настройки системы автоматического измерения скорости звука, входящей в состав ультразвуковых расходомеров.

2. На основе двухпараметрической кусочно-линейной математической модели разработана подробная уточнённая таблица скорости звука в воде, содержащая 1414 значений и позволяющая оперативно настраивать и проверять работоспособность ультразвуковых расходомеров на подающих трубопроводах источников тепла при температуре воды 100-150 °С и избыточном давлении 0,4–1,9 МПа.

3. Отмечается универсальность разработанной таблицы и возможность её применения для всех ультразвуковых расходомеров, измеряющих расход воды в указанных диапазонах температуры и давления.

4. Разработчикам и изготовителям ультразвуковых расходомеров предложено использовать разработанную таблицу для автоматизации настройки расходомеров, измеряющих расход воды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1] Чернов Б. А. Повышение точности настройки ультразвуковых расходомеров «ВЗЛЁТ» // Вестник АУЭС. – Алматы: НАО «АУЭС». - № 2. - 2010. - С. 28–30.

[2] Расходомер-счетчик ультразвуковой многоканальный УРСВ ВЗЛЕТ МР. Исполнение УРСВ-5xx ц. Инструкция по монтажу В12.00-00.00-51ИМ. – СПб.: ЗАО «ВЗЛЕТ», 2015. – 73 с.

[3] Чернов Б. А., Чернова Н. Б. Получение информации о скорости звука в контролируемой среде при наладке ультразвуковых расходомеров // Вестник АУЭС. – Алматы: НАО «АУЭС». - № 4. - 2016. - С. 39–44.

[4] Чернов Б. А., Чернова Н. Б. Математическая модель скорости звука в воде // Вестник АУЭС. – Алматы: НАО «АУЭС». - № 1. - 2017 (в печати).

[5] Разработка технических предложений по оптимизации температурного графика регулирования отпуска тепла в системе теплоснабжения АПК РКТ на отопительный сезон 1999–2000 гг. – Алматы: ЗАО «Институт КазНИПИЭнергопром», 1999. – 46 с.

[6] Аленицын А. Г., Бутиков Е. И., Кондратьев А. С. Краткий физико-математический справочник. – М.: Наука, 1990. – 368 с.

[7] Козлов А. Д. и др. Плотность, энтальпия и вязкость воды. – М.: МП «СИТИ», 1993. – 94 с.

REFERENCES

[1] Chernov B. A. Improving the accuracy of settings of ultrasonic flowmeters «VZLET». Herald of Almaty Institute of Energy and Communications. 2010, № 2. 28-30 (in russ.).

[2] The ultrasonic multichannel flowmeter-counter URSV VZLET MR. Performance URSV-5xx. Assembly instructions V12.00-00.00-51ИМ. SPb.: CJSC «VZLET», 2015. 73 p. (in russ.).

[3] Chernov B. A., Chernova N. B. Getting information about acoustic speed in a controlled medium during adjustment of ultrasonic flowmeters. Herald of Almaty University of Energy and Communications. 2016. № 4. 39-44. (in russ.).

[4] Chernov B. A., Chernova N. B. The mathematical model of acoustic speed in water. Herald of Almaty University of Energy and Communications. 2017. № 1. (in russ.).

[5] Development of technical proposals for the optimization of temperature control schedule in the system of heat supply APC RKT for the heating season 1999 –2000 yy. Almaty.: ZAO "Institute KazNIPIEnergoprom", 1999. 46 p. (in russ.).

[6] Alenitsyn A. G., Butikov E. I., Kondratiev A. S. Brief physical-mathematical reference book. M.: Nauka. Ch. ed. sci. lit., 1990. 368 p. (in russ.).

[7] Kozlov A. D., Kuznetsov V. M., Lachkov Y. V., Mamonov Y. V. Density, enthalpy and viscosity of water. M.: SE «CITY», 1993. 94 p. (in russ.).

ЖЫЛУ КӨЗДЕРІНІҢ ЖЕТКІЗУШІ ҚҰБЫР ЖОЛЫНДАҒЫ УЛЬТРАДЫБЫСТЫ ШЫҒЫН ӨЛШЕУШТЕРІН БАПТАУ

Б. А. Чернов¹, Н. Б. Чернова¹

¹Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы қ., Қазақстан

Аңдатпа. Өндірілген жылу энергиясы мен жылутасымалдағыштың массасын коммерциялық есепке алу үшін жылу көздерінде ультрадыбысты шығын өлшеуіштерінің кең таралғаны байқалуда. Импульсті шығын өлшеуішінің жұмыс істеу принципі, қолдану қажеттілігі мен бақыланатын сұйықтықта дыбыстың таралу жылдамдығын автоматты өлшеу жүйесінің ерекшеліктері қысқаша сипатталған.

Қарастырылған шығын өлшеуіштері судағы дыбыс жылдамдығының температурасы мен қысымына тәуелділік кестесімен жабдықталған. Онсыз ыстық судың шығынын өлшейтін ультрадыбысты шығын өлшеуіштерді баптау және дұрыс жұмыс істеуін периодты тексеру мүмкіндігі жоқ. Қазіргі бар баптау кестелерінің кемшіліктері, соның ішінде жөндеу, судың

температурасы 100 °С жоғары болғанда шығын өлшеуіштерін баптау және жұмысын тексеру мүмкінсіздігі көрсетілген.

Екі параметрлі сынық-сызықты математикалық модель негізінде жедел, қосымша есептеулерсіз ультрадыбысты шығын өлшеуіштерінің жұмысын бақыланатын судың температурасы 100-150 °С және артық қысым 0,4–1,9 МПа кезінде баптауға мүмкіндік беретін судағы дыбыс жылдамдығының нақтыланған толық кестесі құрастырылды. Берілген кестенің әмбебаптылығы және оны барлық ультрадыбысты аспаптар үшін қолдану мүмкіндігі белгіленген. Шығын өлшеуіштерді құрастырушылар мен дайындаушыларға осы кестені ультрадыбысты шығын өлшеуіштерін баптау операциясын автоматтандыру үшін қолдану ұсынылды.

Кілттік сөздер: судағы дыбыс жылдамдығы, ультрадыбысты шығын өлшеуішін баптау, жылу көзі.

ADJUSTMENT OF ULTRASONIC FLOWMETERS FOR THE DELIVERY CONDUIT OF HEAT SOURCES

B. A. Chernov¹, N. B. Chernova¹

¹Almaty University of Power Engineering and Telecommunication, Almaty, Kazakhstan

Abstract. It should be noted that in heat sources for commercial accounting of generated heat and the mass of heating agent ultrasonic flowmeters became widespread. The article provides a brief description of the operating principle of pulse-time flowmeter, the need and the features of its system for automatic measurement of acoustic speed in a controlled liquid medium.

The considered flowmeters are equipped with tables, showed acoustic speed in the water by its temperature and pressure. Without them ultrasonic flowmeters that measure the flow of hot water can not be adjusted and periodically checked for normal functioning. Drawbacks of existing setup tables including the impossibility of adjustment and testing the flowmeters at a water temperature above 100 °C are also specified.

Based on a two-parameter piecewise linear mathematical model the refined detailed table of acoustic speed in the water, which makes adjustment and testing the flowmeters at a water temperature 100-150 °C and an overpressure of 0,4-1,9 MPa possible to be operative, without additional calculations, was developed. It should be noted that this table is universal and can be applied to all ultrasonic devices. The application of this table in order to automate the adjustment of ultrasonic flowmeters was offered to developers and manufacturers of flowmeters.

Key words: acoustic speed in the water, adjustment of ultrasonic flowmeter, heat source.

МРНТИ 621.314; 537.39

К. М. Шаймерденова¹, Б. Б. Кутум¹, С. Е. Сулейменова¹

¹Карагандинский государственный университет им. академика Е. А. Букетова,
г. Караганда, Казахстан

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОГИДРОИМПУЛЬСНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ВОДЫ

Аннотация. Авторами работы при проведении эксперимента выявлена зависимость времени электрогидроимпульсного воздействия на образцы воды от показателя окисляемости. Определено, что увеличение времени обработки влияет на окисляемость воды, то есть она становится меньше, что говорит об уменьшении органических веществ в составе образцов воды. Кроме того, выявлено, что электрогидроимпульсный разряд положительно влияет на улучшение качества воды, определены оптимальные зависимости физико-химических показателей от времени обработки и от количества электроразрядных ударов. Установлена зависимость показателя общей минерализации по времени электроразрядного воздействия. Определено, что с увеличением времени воздействия электроразрядных ударов общая минерализация воды постепенно уменьшается.

В ходе проведения исследования на основе анализа теоретических расчетов и экспериментальных данных определены оптимальные параметры воды при помощи электроразрядных технологий.

Ключевые слова: электрогидроимпульсное воздействие, водородный показатель, общее микробное число, окисляемость, рН-метр.

Введение

Природные воды являются, как и почва, естественной средой обитания многих микроорганизмов, где они способны жить, размножаться, участвовать в процессах круговорота углерода, азота, серы, железа и других элементов. Численный и видовой состав микрофлоры природных вод разнообразен.

Исследования воздействия электроразрядов на жизнедеятельность микроорганизмов природных вод проводились на электрогидроимпульсном стенде. Для выявления микрофлоры была взята контрольная вода в целях проведения сравнительного анализа.

Состав микрофлоры подземных вод (артезианской, ключевой, грунтовой) зависит главным образом от глубины залегания водоносного слоя, его защищенности от попадания загрязнений извне. Артезианские воды, находящиеся на больших глубинах, содержат очень мало микроорганизмов. Подземные воды, добываемые через обычные колодцы из некоторых водоносных слоев, куда могут просачиваться поверхностные загрязнения, содержат обычно значительные количества микроорганизмов, среди которых могут быть и болезнетворные. Чем ближе к поверхности расположены грунтовые воды, тем обильнее их микрофлора [1, 2].

В воде прибрежной зоны водоемов, особенно стоячих, микроорганизмов больше, чем вдали от берега. Больше микроорганизмов содержится также в поверхностных слоях воды, но особенно много их в иле, главным образом в его верхнем слое, где образуется как бы пленка из бактерий, играющая большую роль в процессах превращения веществ в водоеме. Значительно возрастает число бактерий в открытых водоемах во время весеннего половодья или после обильных дождей, а также при сбрасывании хозяйственно-бытовых и промышленных сточных вод. С различными органическими и минеральными загрязнениями сточных вод в водоемы попадают как сапрофитные, так и патогенные микроорганизмы [3, 4].

Попадание взвешенных веществ в воду происходит вследствие размыва берегов и дна реки, поступления их с талыми, дождевыми и сточными водами, что приводит к повышению мутности воды. Для поверхностных вод мутность чаще обуславливается присутствием зоо- и фитопланктона, илистых или глинистых частиц; ее величина колеблется в течение года [5].

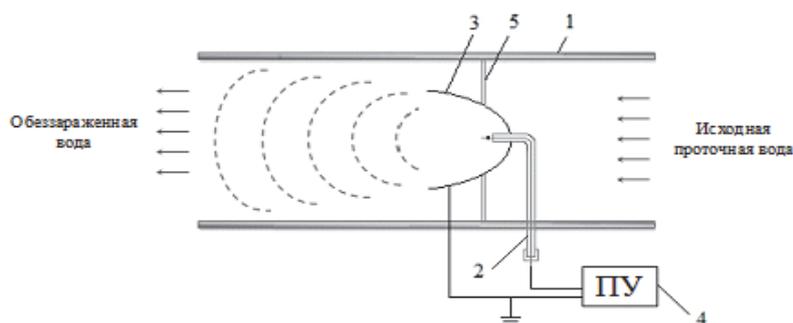
В связи с вышеизложенным, нами были проведены исследования анализа электрогидроимпульсного воздействия на физико-химические параметры воды.

Целью исследования является анализ влияния электрогидроимпульсного воздействия на физико-химические параметры воды.

Объектом исследования является природная вода Федоровского водохранилища города Караганды.

Методика исследования

Для обеззараживания природной воды в лаборатории импульсных явлений в гетерогенных средах Карагандинского государственного университета им. академика Е. А. Букетова была разработана и создана электрогидроимпульсная установка, которая состоит из рабочей камеры цилиндрической формы, отличающаяся тем, что с целью повышения производительности, снижения энергозатрат и для оптимального распределения энергии разрядов внутренней части рабочей камеры установлен отражатель в виде параболоида, а рабочая точка кабеля-электрода расположена между фокусом и двойным фокусом параболоидного отражателя [6].



1 - рабочая камера; 2 - электрод положительного разряда; 3 - параболоидный отражатель; 4 – пульт управления; 5 – держатель – крепитель параболоидного отражателя.

Рисунок 1 - Схема рабочей камеры электрогидроимпульсной установки

Для измерения водородного показателя воды использовался рН-метр (рисунок 2). Точность измерения водородного показателя с помощью рН-метра может быть высока (до 0,1 единиц рН и менее), с помощью визуально-колориметрических тест-комплектов – около 0,5 единиц рН. Данные были получены при проведении ряда экспериментов по определению рН как рН-метром, так и в Санитарно-эпидемиологической службе г. Караганды.

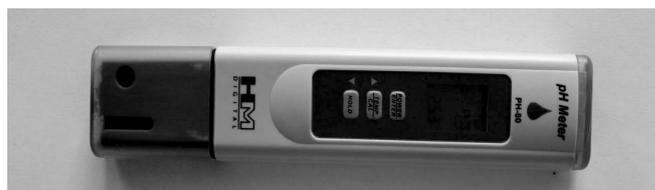


Рисунок 2 - Измерительный прибор для исследования водородного показателя – рН метр

Результаты и обсуждения

Основным показателем качества воды является наличие микроорганизмов, определяющиеся общим микробным числом (ОМЧ) на 1 дм³. Допустимое количество микроорганизмов для открытых источников воды соответствует является до 10 на 1 дм³. Общее микробное число определяется в чашке Петри посредством подсчета выросших колоний после инкубации микроорганизмов.

На рисунке 3 приведен график зависимости общего микробного числа от времени после электрогидроимпульсной обработки образцов воды.

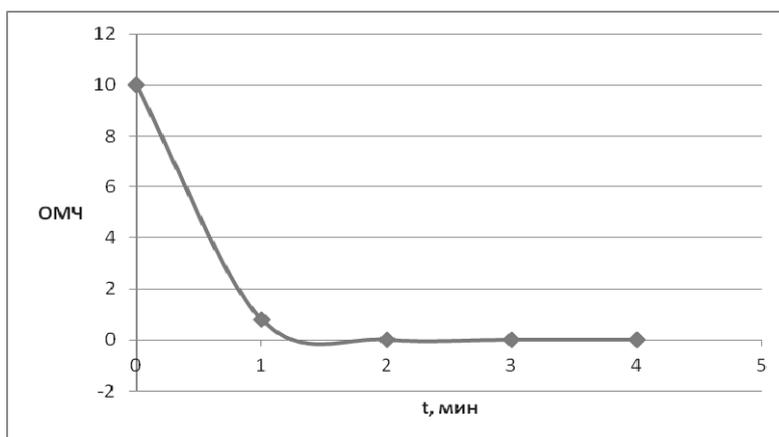


Рисунок 3 - Зависимость общих микробных чисел от времени обработки образцов воды

Протокол микробиологического исследования воды показал, что общая обсемененность контрольных образцов на 1 дм³ микроорганизмов достигло пределов допустимой нормы до обработки и отсутствие коли-фагов и патогенной микрофлоры как до, так и после обработки образцов воды. В образце воды, обработанного в промежутке времени от 1 до 4 минут при $I=0,5$ см, $c=0,25$ мкФ и $U=15$ кВ, экспертиза показала отсутствие микроорганизмов.

Далее нами был проведен физико-химический анализ следующих показателей: окисляемость и содержание общего железа в воде после электрогидроимпульсной обработки.

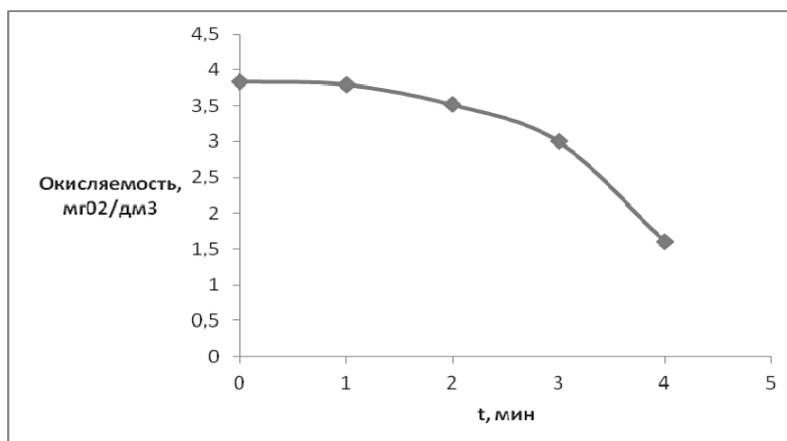


Рисунок 4 - График зависимости окисляемости от времени воздействия на образцы воды

Из рисунка 4 видно, что при увеличении времени окисляемость воды становится меньше, что говорит о уменьшении органических веществ в составе образцов воды.

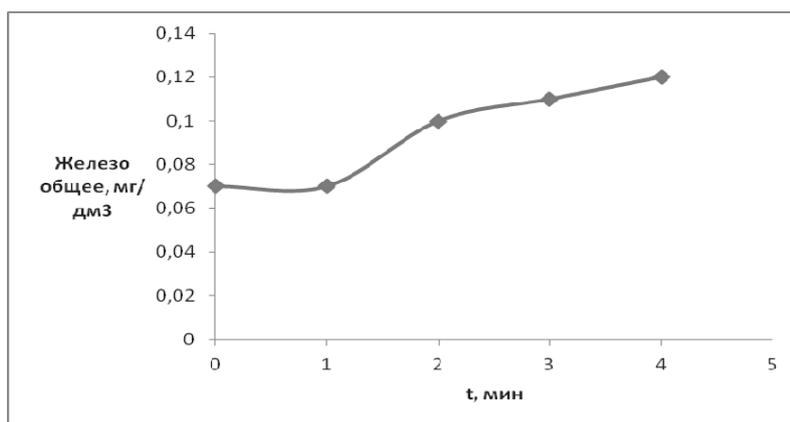


Рисунок 5 - График зависимости показателя общего железа от времени воздействия на образцы воды

Повышенная жесткость (рисунок 5) представляет собой самую распространенную проблему качества воды. Так, при электроразрядном воздействии на образцы воды заметно увеличение содержания общего железа. Повышение общего железа воды связано с электродной частью экспериментальной установки. При длительной работе электроимпульсной установки в зависимости от мощности разрядов от поверхности электрода выделяются ионы железа в воду. При 1-ой минуте обработки показания общего железа не меняются, начиная со 2-й минуты обработки наблюдается увеличение железа.

Для определения водородного показателя нами проведен анализ воды с помощью рН-метра. Величина рН природной воды определяется, как правило, соотношением концентраций гидрокарбонат-анионов и свободного CO_2 .

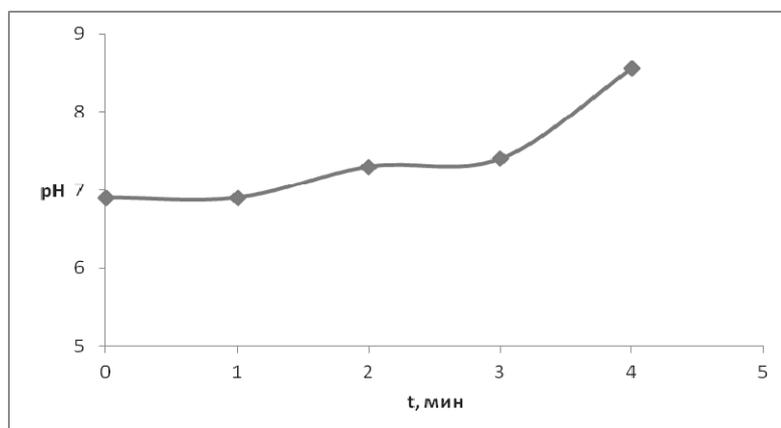


Рисунок 6 - График зависимости водородного показателя от времени воздействия на образцы воды

Исследование водородного показателя исследуемых образцов воды подвергались электрогидравлическому воздействию при следующих режимах: $l=0,5$ см, $C=0,25$ мкФ, $U=15$ кВ, экспозиция воздействия 1 мин., 2 мин., 3 мин., 4 мин.

Из рисунка 5 видно, что начальный водородный показатель природной воды был $\text{pH}=6,9$, т. е. находился в пределах нормы хозяйственно-питьевого водопользования.

Заклучение

На основе экспериментальных исследований получены следующие результаты:

- установлено, что на 1 дм³ наличие микроорганизмов в воде после электрогидроимпульсной обработки находятся в пределах допустимой нормы.
- выявлено, что электрогидроимпульсный разряд положительно влияет на улучшение качества воды, определены оптимальные зависимости физико-химических показателей от времени обработки и от количества электроразрядных ударов.
- установлено, что величина жесткости воды значительно варьирует в зависимости от того, какие типы пород и почв слагают бассейн водосбора; от погодных условий и сезона года. Так, в поверхностных источниках вода, как правило, относительно мягкая (3.6 мг-экв/л) и зависит от расположения: чем южнее, тем выше жесткость воды. Жесткость подземных вод меняется в зависимости от глубины и расположения горизонта водоносного слоя и величины годового объема осадков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Голицын А. Н. Промышленная экология и мониторинг загрязнения природной среды // ОНИКС. - 2010. – С. 335-127.
- [2] Копылов А. С., Лавыгин В. М., Очков В. Ф. Водоподготовка в энергетике. - М.: МЭИ, 2003. - С. 310- 255.
- [3] Современная микробиология. Прокариоты. В 2-х томах. Т. 2. // Пер. с англ.; под ред. Й. Ленгелера, Г. Шлегеля. – М., 2005. – 496 с.
- [4] Карюхина Т. А., Чурбанова И. Н. Химия воды и микробиология. - М., 2005. – 347 с.
- [5] Сулейменова С. Е., Кабдиева А. У., Төлеуқайыр Т. Е. Электроимпульстік технологияның судың физикалық параметрлеріне әсерін талдау // Магистранттар мен студенттердің аймақтық ғылыми-тәжірибелік конференциясы материалдары. – Қарағанды, 2016. – Б. 194-196.
- [6] Кусаинов К. и др. Электрогидроимпульсное устройство для обеззараживания проточной воды // М. - № 1794. - 2016. – 347 с. - С. 20.

REFERENCES

- [1] Golitsyn A.N., Industrial ecology and monitoring of environmental pollution. ONYX: 2010, P.335 - 127. (in russ.).
- [2] Kopylov A. S., Lavygin V. M., Points V. F., Water in the energy sector: MAI - Publishing, 2003, - P. 310. – 255. (in russ.).
- [3] Lengelera J., Schlegel G., Modern microbiology: Prokaryotes: In 2 volumes: T.2.Per. with English. M., 2005. - P 496 (in russ.).
- [4] Karyuhina T., Karyuhina T. A., Churbanova I.N., Water Chemistry and Microbiology: Textbook. M., 2005. - P 347. - 20. (in russ.).
- [5] Suleimenova S. E., Kabdieva A. U., Tuleukayr T. E., Study the effect of electrohydroimpulse at the physical parameters of the water, Buketovskie reading 2016, Materials of regional scientific-practical conference of students and undergraduates., Karagandy, 2016. – P. 194-196. (in kaz.).
- [6] Kusainov K., Bulkairova G. A., Shaimerdenova K. M., Kutum B. B and etc; A.s .№ 1794. Electrohydroimpulse device for the disinfection of running water publ., 15.11.2016, Bull. 15. 3p. (in russ.).

СУДЫҢ ФИЗИКА – ХИМИЯЛЫҚ ПАРАМЕТРЛЕРІНЕ ЭЛЕКТРОГИДРОИМПУЛЬСТІК ӘДІСТІҢ ӘСЕРІН ТАЛДАУ

К. М. Шаймерденова¹, Б. Б. Кутум¹, С. Е. Сулейменова¹

¹Академик Е. А. Бөкетов атындағы Қарағанды мемлекеттік университеті,
Қарағанды қ., Қазақстан

Аңдатпа. Жұмыстың авторларымен тәжірибе жүргізу барысында су үлгілеріне электрогидроимпульстік әсердің уақыты тотығу көрсеткішінен тәуелділігі анықталды. Өңдеу уақыты артқан сайын судың тотығуы азаяды яғни, су үлгілері құрамындағы органикалық заттар да азаяды. Осылайша, электрогидроимпульстік разряд судың сапасын жақсартуға оң әсер ететіні айқындалды, өңдеу уақытынан және электр разрядты соққы санынан физика - химиялық көрсеткіштердің оңтайлы тәуелділіктері анықталды.

Электр разрядты әсердің уақыты бойынша жалпы минералдану көрсеткішінің тәуелділігі орнатылды. Электр разрядты соққы әсерінің уақытының артуына байланысты судың жалпы минералдануы біртіндеп төмендеді.

Зерттеу жүргізу барысында теориялық есептеулер мен тәжірибелік мәліметтер негізінде электр разрядты технологиялар көмегімен судың оңтайлы параметрлері анықталды.

Кілттік сөздер: электрогидроимпульстік әсер, сутек көрсеткіші, жалпы микроб саны, судың тотығуы, рН – метр.

ANALYSIS OF ELECTROHYDROIMPULSE INFLUENCE ON PHYSICAL CHEMICAL OPTIONS OF WATER

K. M. Shaimerdenova¹, B. B. Kutum¹, S. E. Suleimenova¹

¹Karaganda State University named after academician E. A. Buketov, Karaganda, Kazakhstan

Abstract. In the course of study based on analysis of theoretical calculations and experimental data, time dependence of electrohydropulse impact on water options by oxidation are revealed. It is revealed that increase of time processing affects water oxidation which means it becomes less indicating the reduction of Organic Substances in Water. Thus, it is revealed that electrohydropulse has positive effect on the improvement of water quality, depending on the optimal physico-chemical parameters of the processing time and a number of electric-shock.

Nowadays the problems connected with water pollution became more actual. It is noted that in open reservoirs levels of heavy metals, oil products, biologically persistent organic substances elevated that gives negative impact on biochemical composition of reservoirs.

Drinking water usually does not meet the hygiene requirements, so before serving the population it always requires cleaning and disinfection.

Key words: metals, oil refining, biochemical treatment, cleaning, disinfection.

И. Э. Сулейменов¹, З. З. Седлакова², Д. Б. Шалтыкова¹, Ш. Б. Кабдушев¹

¹Алматинский университет энергетики и связи, г. Алматы, Казахстан

²Институт макромолекулярной химии АН ЧР, г. Прага, Чехия

ПРИНЦИП РАБОТЫ ДИСПЛЕЙНОГО ЭКРАНА НА ОСНОВЕ ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДОВ В РАСТВОРАХ ТЕРМОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ ПОЛИМЕРОВ

Аннотация. Предложена новая модификация системы воспроизведения изображений, основанная на фазовых переходах, испытываемых термочувствительными полимерами при нагреве. Система воспроизведений изображений нового типа предназначена для реализации дисплейных экранов значительных размеров (от 7 м по каждому из измерений и более). Основным преимуществом системы является возможность переключения режима работы: в дневное время система представляет собой обычное окно, а в ночное – экран. Предлагаемая система воспроизведения изображений параллельно может выполнять и еще одну функцию – обеспечение автоматической подстройки освещенности помещения, что является актуальным для стран с жарким или резко континентальным климатом, в частности для климатических условий Республики Казахстан в летний период. Это преимущество позволяет размещать систему воспроизведения изображений предложенного типа на фасадах офисных зданий в целях совершенствования архитектурного оформления мегаполиса. Предложенная конструкция позволяет использовать термочувствительные полимеры как в виде растворов, так и в виде пленок.

Ключевые слова: фазовый переход, термочувствительный полимер, нихромовые нити, полимерные пленки.

В ранее опубликованных работах [1-4] был предложен новый тип системы отображения информации (дисплейного экрана), основанной на использовании фазовых переходов в растворах термочувствительных полимеров. Такие вещества изучаются продолжительное время [5-7]; в настоящее время твердо установлено, что при незначительном изменении температуры (в пределах нескольких градусов Цельсия) они могут испытывать фазовый переход, внешним проявлением которого является помутнение раствора. Этот эффект был положен в основу работы системы, предложенной в [1-4].

Предложенный в данной работе экран нового поколения представляет собой тонкий слой раствора термочувствительного полимера, заключенный между двумя прозрачными стеклами.

Плоскость экрана расчленяется на отдельные пиксели, каждый из которых снабжается отдельным нагревательным элементом (резистором). Преимуществом экрана такого типа по сравнению с известными аналогами (светодиодные экраны, плазменные экраны, ЖК-экраны) является полная прозрачность в исходном (выключенном) состоянии. Это, в частности, позволяет заменить окна, располагаемые, например, на фасаде офисного здания, на систему отображения информации предложенного типа. В дневное время система выполняет обычные функции окна, а в ночное превращается в экран.

Экран системы воспроизведения изображений нового типа работает следующим образом. При нагреве до критической температуры в заданных пикселях (участках экрана) происходит фазовый переход, вследствие чего среда, заполняющая экран, приобретает способность рассеивать свет. При освещении сторонним источником света пиксели, в

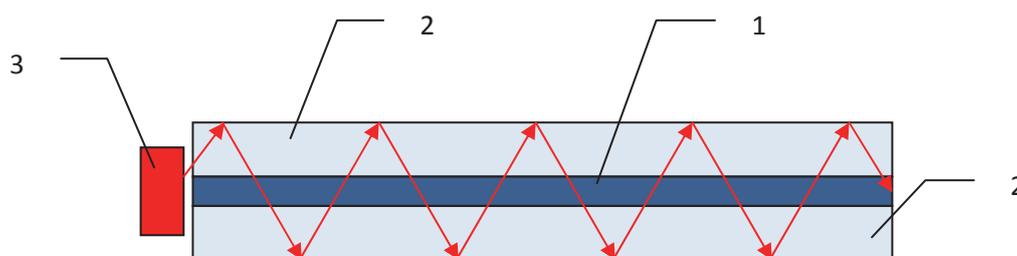
которых произошел фазовый переход, визуально воспринимаются как освещенные, а в которых переход не произошел – как затемненные, что и дает возможность формировать изображение.

Основным недостатком принципа работы экрана [1-4] являются высокие требования, предъявляемые к скорости фазового перехода, определяемые существующим стандартом (24 кадра в секунду). Реализация столь высоких скоростей фазового перехода крайне затруднена, типовое время, в течение которого происходит фазовый переход, составляет сотни миллисекунд.

В данной работе показано, что полимерные композиции с низкой скоростью фазового перехода также могут быть использованы для реализации экранов, если несколько модифицировать подход к воспроизведению изображений.

Конструкция экрана, предложенного в данной работе, также основывается на использовании светорассеивающих полимерных материалов, изменяющих коэффициент светорассеяния при фазовом переходе.

В частности, такая конструкция позволяет использовать полимерную пленку с регулируемой прозрачностью, вставляемую между двумя прозрачными элементами, выполняемыми, например, из оргстекла (рисунок 1). Данные элементы одновременно выполняют и функцию защиты рабочего полимера от внешних воздействий, и функцию плоских световодов, обеспечивающих передачу оптического излучения на рассеивающий материал.



1 – рабочий светорассеивающий полимерный композит, 2 – защитные покрытия, параллельно выполняющие функции световодов, 3 – источник оптического излучения (светодиод).

Рисунок 1 – Конструкция отдельного пикселя экрана на основе полимеров с регулируемой мутностью

Регулирование прозрачности пленки обеспечивается за счет нагрева до температуры фазового перехода полимера, являющегося основой пленки. В настоящее время, подчеркнем еще раз, известен широкий спектр полимерных материалов, которые изменяют мутность при нагреве [5-7], причем температура фазового перехода может регулироваться за счет выбора состава исходной мономерной смеси, концентрации низкомолекулярной компоненты в композите и т. д. Характерные значения фазового перехода лежат в диапазоне 30–50⁰С.

Такой подход позволяет реализовать систему воспроизведения изображений, допускающую переключение режима «Окно/Экран». Назначением данных систем является прокат рекламы и отображение иной информации на экранах значительного размера (более 7 м по каждому из измерений) при размещении на фасадах высотных зданий. Фотографии, иллюстрирующие описываемый принцип работы, показаны на рисунке 2.

Технологические затруднения, связанные с таким подходом (использование именно термочувствительных пленок, а не каких-либо других композиционных материалов)

состоят в том, что существует необходимость синтезировать полимерные пленки, обладающие достаточно высоким качеством, в частности, равномерной толщиной, равномерно распределенными оптическими характеристиками и т. д.

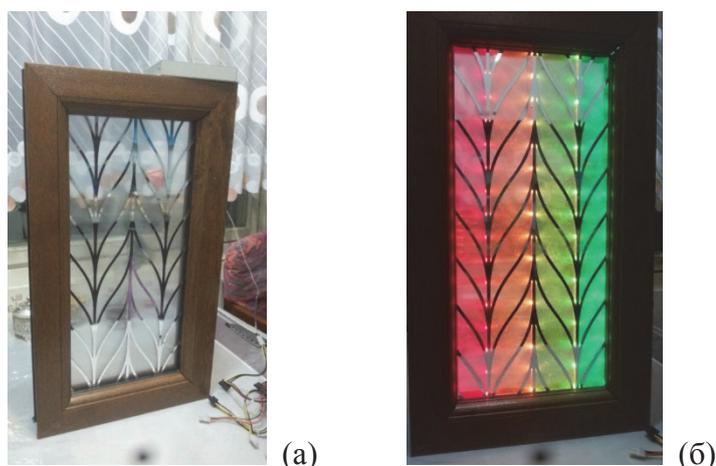


Рисунок 2 – Макет отдельного модуля телевизионного экрана (витражное исполнение) в выключенном (а) и включенном (б) состоянии

Производство таких пленок, как правило, требует достаточно сложного технологического оборудования. Кроме того, поскольку функционирование пленок в требуемом режиме имеет место только при поддержании определенного процентного содержания воды в рабочем веществе, необходимо обеспечить меры по предотвращению высыхания пленок, что также достаточно серьезно усложняет конструкцию готового изделия.

Для преодоления указанных затруднений в данной работе мы предлагаем перейти к экранам на основе жидкофазных систем. Это становится возможным за счет того, что описываемая разработка изначально ориентируется на создание экранов весьма значительных размеров (от 7 метров по каждому из измерений и более).

В частности, предполагается, что расстояние от экрана, на котором находится наблюдатель, составляет не менее 15 м. При таких параметрах обзора теряется необходимость делать покрытие, обеспечивающее изменение прозрачности, сплошным. А именно, если использовать узор с деталями, обладающими характерным размером 5 мм и менее, то на расстоянии обзора 10 м и более такие детали становятся неразличимыми.

Это иллюстрирует рисунок 3, на котором представлены варианты схемы узоров, используемых для последующего заполнения раствором термочувствительного полимера.

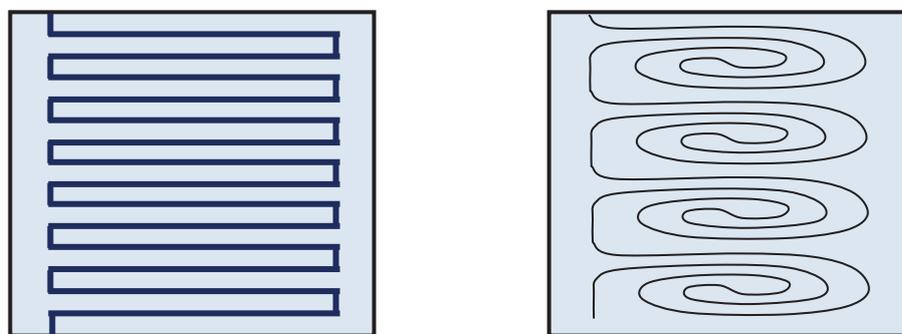


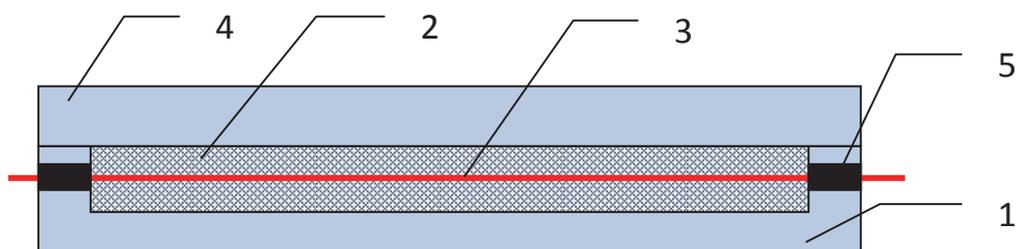
Рисунок 3 – Варианты «узоров», обеспечивающих упрощение технологии изменения прозрачности отдельного пикселя под воздействием управляющего сигнала

Конструкционно обеспечение изменений прозрачности экрана обеспечивается за счет фрезерования в материале бороздок, отвечающих геометрии используемого узора. Бороздки имеют глубину 1,5–2,0 мм, толщина используемого материала (оргстекла) составляет 2–2,5 мм. Конфигурация бороздок в совокупности составляет узор, по характеру напоминающий используемый в кружевных шторах.

В бороздках располагаются нихромовые нити (проволока), диаметром 0,3–0,5 мм, нити покрываются изолирующим лаком. Ширина бороздок составляет 1–3 мм; они заливаются раствором термочувствительного полимера. Герметичность обеспечивается тем, что поверх пластины с фрезерованными бороздками располагается вторая пластина, склеиваемая с первой по краям (рисунок 4).

Выводы нихромовых нитей также проклеиваются с использованием уплотнителей. Общее число нитей в системе составляет 1–4 (в зависимости от типа используемого узора и назначения разрабатываемой системы) на одну гибридную индикаторную ленту (пластину) шириной 6 см, к которой подключаются светодиоды.

Регулирование прозрачности осуществляется за счет нагревания нитей при пропускании через них электрического тока. При этом существует возможность использовать несколько бороздок (точнее – внутренних систем регулирования прозрачности рабочего элемента).



1 – нижняя пластина, 2 – фрезерованные бороздки, заполненные раствором термочувствительного полимера, 3 – нихромовые нити, 4 – верхняя пластина, 5 – уплотнители на герметике.

Рисунок 4 – Схема расположения нагревательных нитей внутри конструкции

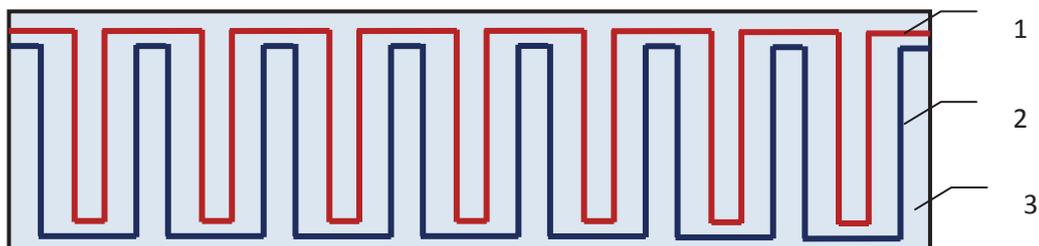
При использовании такого подхода фазовый переход происходит скачком, одновременно для всей системы в целом, значение которого достаточно для обеспечения перехода от дневного режима работы (режим «Окно») к ночному (режим «Экран»), что является основным потребительским преимуществом разрабатываемой системы воспроизведения изображений, допускающей монтаж на фасадах офисных зданий. Пример соответствующего дизайнерского решения показан на рисунке 5.



Рисунок 5 – Вариант схемы монтажа готового изделия на фасаде офисного здания

Предлагаемая система воспроизведения изображений параллельно может выполнять и еще одну функцию – обеспечение автоматической подстройки освещенности помещения, что является актуальным для стран с жарким или резко континентальным климатом, в частности для климатических условий Республики Казахстан в летний период.

Для обеспечения сравнительно плавного температурного перехода используется несколько (до 4) бороздок, заполняемых полимером, при этом различные бороздки заполняются раствором полимера, обладающим различной температурой фазового перехода (например – набор 22, 27 и 32⁰С). Пример схемы расположения таких бороздок показан на рисунке 6, для наглядности на рисунке показан случай использования только двух независимо управляемых бороздок.



1 и 2 – бороздки со вставленными нихромовыми нитями, заполненные полимером с температурой фазового перехода T_1 и T_2 , соответственно, 3 – несущая пластина (оргстекло).

Рисунок 6 – Пример схемы, обеспечивающей автоматическую подстройку к условиям освещенности

Следует подчеркнуть, что все такие бороздки также содержат нагревательные элементы (лакированные нихромовые нити), что обеспечивает возможность эксплуатации системы в штатном режиме (переключения режима «Окно/Экран»), в том числе в условиях низкой температуры, например, в зимний период.

Обзор из помещения, окном которого является предлагаемая система, не ухудшается, подобно тому, как наблюдатель имеет возможность смотреть из окна, закрытого кружевными шторами. В ночное время фазовый переход обеспечивается путем пропускания электрического тока через нихромовые нити (подчеркнем, что обзор они не затрудняют вследствие малой толщины).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Мун Г. А. и др. Система воспроизведения изображения нового типа на основе термочувствительных полимеров // Известия научно-технического общества «КАХАК». – № 2 (27). - 2010. - С. 76-83.
- [2] Семенякин Н. В. и др. Химическая стабилизация работы экранов на основе фазовых переходов в растворах термочувствительных полимеров // Вестник национальной инженерной академии РК. - № 3 (49). – 2013. - С. 62-65.
- [3] Сулейменов И. Э. и др. Использование нелинейных свойств Стимулирование чувствительных полимеров в Image Display Systems // AASRI Procedia. - № 3. - 2012. – С. 528-533.
- [4] Сулейменов И. Э., Джуматаев Е., Семенякин Н. В. Новые подходы к созданию индикаторных панелей с использованием стимул чувствительных полимеров // Известия научно-технического общества «КАХАК». - № 39. - 2012. - С. 85-89.
- [5] Ергожин Е. Е. и др. Гидрофильные полимеры в нанотехнологии и наноэлектронике - Алматы-Москва: LEM, 2008. - 214 с.
- [6] Сулейменов И. Э. и др. Формирование интерполимера комплексов и гидрофильных ассоциатов поли (акриловой кислоты) и неионогенных сополимеров на основе 2-гидроксиэтилакрилат в водных растворах // Polymer International. – Т. 62. – №. 9. – 2013. - С. 1310-1315.
- [7] Мун Г. А. и др. Синтез и характеристика водорастворимой и набухания в воде термочувствительным сополимеры на основе 2-гидроксиэтилакрилат и 2-гидроксиэтилметакрилат // AASRI Procedia. – № 3. – 2012. - С. 601-606.

REFERENCES

- [1] Mun G. A. and oth. Image reproduction system based on a new type of heat-sensitive polymers // Journal of «КАКНАК» scientific and technical society. – № 2 (27). – 2010. – P. 76-83.
- [2] Semenyakin N. V. and oth. Chemical stabilization of screens on the basis of phase transitions in solutions of thermosensitive polymers // Bulletin of the National Engineering Academy of Kazakhstan. – № 3 (49). – 2013. - P. 62-65.
- [3] Suleimenov I. E. and oth. Use of Non-linear Properties of Stimuli-sensitive Polymers in Image Display Systems // AASRI Procedia. - № 3. - 2012. – P. 528-533.
- [4] Suleimenov I. E. and oth. New approaches to the creation of display panels using the stimulus-sensitive polymer // Journal of «КАКНАК» scientific and technical society. - № 39. - 2012. - P. 85-89.
- [5] Yergozhin E. E. and oth. Hydrophilic polymers in nanotechnology and nanoelectronics (monograph) / nanotechnology Library. – Almaty-Moscow: LEM, 2008. – 214 p.
- [6] Suleimenov I. E. and oth. The formation of interpolymer complexes and hydrophilic associates of poly (acrylic acid) and non-ionic copolymers based on 2-hydroxyethylacrylate in aqueous solutions // Polymer International. – Т. 62. – № 9. – 2013. – P. 1310-1315.
- [7] Mun, G. A. and oth. Synthesis and Characterization of Water Soluble and Water Swelling Thermo-sensitive Copolymers based on 2-Hydroxyethylacrylate and 2-Hydroxyethylmethacrylate // AASRI Procedia. – № 3. – 2013. – P. 601-606.

ФАЗАЛЫҚ АУЫСУ НЕГІЗІНДЕГІ ТЕРМОСЕЗІМТАЛ ПОЛИМЕРЛІ ЕРІТІНДЕГІ ДИСПЛЕЙ ЭКРАНЫНЫҢ ЖҰМЫС ІСТЕУ ҚАҒИДАСЫ

И. Э. Сулейменов¹, З. З. Седлакова², Д. Б. Шалтыкова¹, Ш. Б. Кабдушев¹

¹Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы қ., Қазақстан

²Макромолекулярлы химия институтының ЧР ҒА, Прага қ., Чехия

Аңдатпа. Мақалада сыналатын термосезімтал полимерді қыздыру арқасында алынатын фазалық ауысу негізіндегі бейнені көрсету жүйесінің жаңа модификациясы ұсынылған. Сонымен қатар жүйені іске асыру үшін айтарлықтай мөлшерлі дисплейлі экранды қолдану мүмкіндіктері келтірілген (7 м әрбір өлшеу және одан да көп). Мақалада берілген жүйенің негізгі артықшылығы жұмыс режимін ауыстыру мүмкіндігінің болуы туралы сөз қозғалған. Бұл артықшылық ұсынылған үлгідегі суреттерді көрсету жүйесін офистік ғимараттардың қасбеттерінде орналастыруға мүмкіндік береді және қаланың сәулеттік рәсімдеуін жетілдіру мақсатында қолдануға ұсынылады. Ұсынылып отырған бейне көрсету жүйесі қосымша тағы бір функцияны орындайды – автоматты түрде бөлме жарығын орнату, бұл әсіресе ыстық және реңді континенталь аймақтарда ыңғайлы, яғни Қазақстан Республикасында жазғы мезгілде.

Жұмыста конструкция термосезімтал полимерді ерітінді және пленка түрінде қолдану мүмкіндіктері берілген.

Кілттік сөздер: фазалық ауысу, термосезімтал полимер, нихромды жіптер, полимерлі пленка.

OPERATING PRINCIPLE OF THE DISPLAY SCREEN ON THE BASIS OF PHASE TRANSITIONS IN SOLUTIONS OF HEAT SENSITIVE POLYMERS

I. E. Suleimenov¹, Z. Z. Sedlakova², D. B. Shaltykova¹, Sh. B. Kabdushev¹

¹Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty, Kazakhstan

²Institute of Macromolecular Chemistry of the AS of the CR, Prague

Abstract. New modification of images reproducing system, based on the phase transitions tested by heat sensitive polymers at heating is offered. This system is intended for realization of display screens of considerable sizes (from 7 m on each measurement and more). Basic advantage of the system is possibility of switching over operating mode: in daily time the system is an ordinary window, and at night it is a screen. This proposed images reproducing system can accomplish one more function - automatic room lighting that is actual for countries with hot or sharp continental climate, in particular, for climatic conditions of the Kazakhstan Republic in summer time. This advantage allows to place images reproducing system of the proposed type, on the face side of office-buildings to improve architectural appearance of megapolis. An offered system makes possible to use heat sensitive polymers both as solutions and tapes.

Key words: phase transition, heat sensitive polymer, nichrom filaments, polymeric tapes.

S. E. Kumekov¹, A. D. Kudaibergen¹, A. A. Saukhimov², K. S. Martirosyan³

¹Kazakh National Research Technical University after K. I. Satpayev, Almaty, Kazakhstan

²Almaty University of Power Engineering and Telecommunication, Almaty, Kazakhstan

³Department of Physics and Astronomy, University of Texas at Rio-Grande Valley,
1 W University Blvd, Brownsville, Texas, USA, 78520

THERMOGRAVIMETRIC AND DIFFERENTIAL THERMAL ANALYSIS OF Ce₂NiMnO₆ FABRICATED BY CARBON COMBUSTION SYNTHESIS OF OXIDE

Abstract. Recently, an increased focus to multiferroic composites has been observed in which magneto-electric coupling takes place by means of combination of magnetic and dielectric properties. The rare earth multiferroics exhibit remarkable magneto dielectric properties that are sensitive to the quality of samples. Rare-earth multiferroics are often prepared from high temperature solid-state reactions of the corresponding simple oxides. In this paper we report that Thermo gravimetric and differential scanning calorimetry analysis of R₂NiMnO₆ systems (where R= Ce) by Carbon Combustion Synthesis of Oxide (CCSO) is a novel process to rapidly produce high-purity submicron, and porous powders of complex oxides. Samples of Ce₂NiMnO₆ were synthesized with 5% glycine and with 3% carbon. Comparing compositions got while adjusting fuel, glycine and carbon it can be concluded that the compound fabricated using carbon are of higher quality.

Key words: multiferroic, carbon combustion synthesis of oxide, thermo gravimetric, differential scanning calorimetry.

Introduction

Multiferroics are a class of materials with great promise for design and manufacturing of multifunctional electric devices. They are noteworthy for their unique and strong coupling of electric, magnetic, and structural order parameters, leading to coexistence of ferroelectricity, magnetism, and/or ferroelasticity. One of the promising multiferroic systems is R₂NiMnO₆ (where R= Ce, Pr, Nd, Sm, Gd) refer to the rare-earth double perovskite oxides [1]. The rare earth multiferroics exhibit remarkable magneto dielectric properties that are sensitive to the quality of samples. The crystallite structure, size and potential applications of rare-earth multiferroics are strongly influenced by the synthesis procedure; therefore, a lot of research is aimed both at its processing and application. Rare-earth multiferroics are often prepared from high temperature solid-state reactions of the corresponding simple oxides [2]. However, this process suffers from excessive particle growth, irregular stoichiometry, and formation of undesirable phases. Other synthesis routes have also been proposed including chemical precipitation [3], thermal decomposition [4], chemical vapor deposition [5], sonochemical [6] and combustion synthesis [7, 8, 9]. Carbon Combustion Synthesis of Oxide (CCSO) are modification self-propagating high-temperature synthesis (SHS) methods in which the heat needed for the synthesis is generated by combustion of carbon in oxygen rather than that of pure metal [10, 11, 12]. In CCSO instead of pure metal oxide precursors it utilizes a less-expensive metal containing compound (oxide, carbon, glycine, nitrate, etc.) mixed together with carbon powder. In this paper we report the thermo gravimetric and differential scanning calorimetry analysis of Ce₂NiMnO₆ systems fabricated by Carbon Combustion Synthesis of Oxide (CCSO) used glycine and carbon as the fuel.

Experimental part

Ce₂NiMnO₆ samples, were synthesized at 1000 °C by a novel self-sustaining one step process, carbon combustion synthesis of oxides (CCSO) [11, 12]. For this study, two different samples Ce₂NiMnO₆ synthesized with 5% glycine (Set A) and with 3% carbon (Set B). The product particle size can be controlled with increasing carbon content in the reactant mixture and

oxygen concentrations. The carbon used in the CCSO is not incorporated into the product and is emitted as a gas from the sample. The carbon content of the as-synthesized product was determined by a carbon analyzer (Leco, WR-112).

Thermo gravimetric and differential scanning calorimetry of the mixtures were used to identify phase transitions and chemical reactions that occurred in atmosphere at temperature 20 up to 1000 °C with a 20 °C/min heating rate. To perform differential scanning calorimetry (DSC) Simultaneous DSC-TGA Q Series TM termoanalyzer was used.

Results and discussion

Differential Scanning Calorimetry (DSC) is a method for studying the physicochemical processes based on the registration of thermal effects accompanying the transformation of substances in terms of temperature change that characterizes occurring in the material changes as a result for heating or cooling. DSC analysis allows to study the behavior of the heat flow associated with exothermic or endothermic reactions in nanocrystalline powders system of Ce_2NiMnO_6 . DSC/TG Aanalysis of the system Ce_2NiMnO_6 for set A are shown in Figure 1, for set B shown in Figure 2.

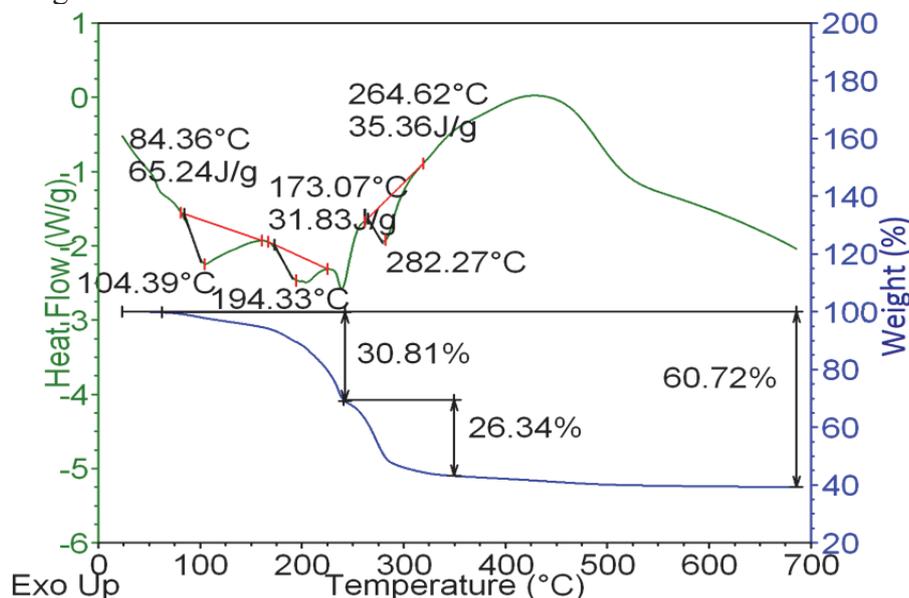


Figure 1 – Differential Scanning Calorimetry system of Ce_2NiMnO_6 for set A

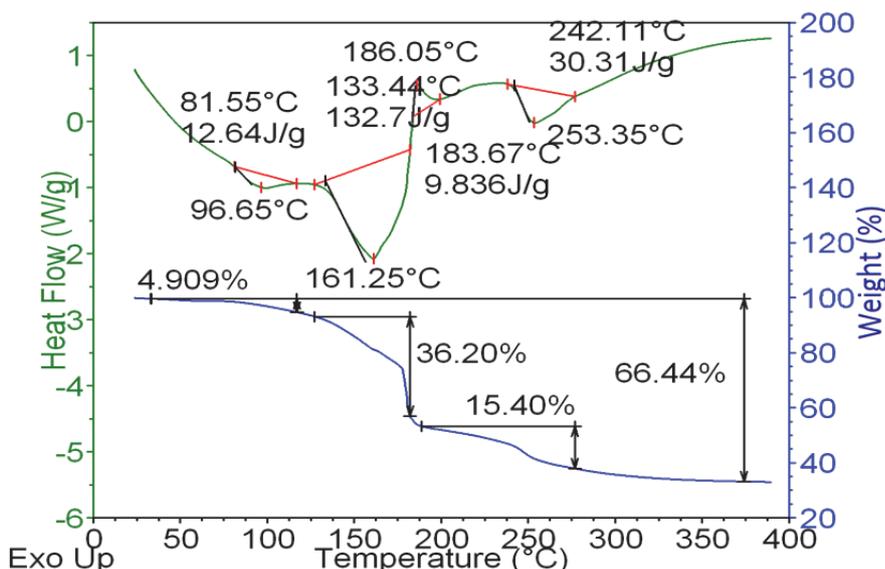


Figure 2 – Differential Scanning Calorimetry system of Ce_2NiMnO_6 for set B

According to the data of DSC, for two sets A and B the main mass reduction up to 65% in the first stage takes place at temperatures from 0 to 200 °C: for set A – 30.81% (total – 60.72%), set B – 36.20 % (total– 66.44%).

The observed weight reduction is associated with the occurrence of additional reactions in the powder composition resulting from the incomplete combustion of the main reagents in the synthesis process for the two fuel types. It should be noted that at 6% weight reduction of carbon fuel high quality reaction of Ce_2NiMnO_6 compositions is obtained

Heat flow curves for set A shows the increase in temperature up to 200 °C, two endothermic peaks were observed, the first peak of 65.24 J/g (at a temperature of °C 84.36) corresponds to evaporation of the water residue, the second peak of 31, 83 J/g (at a temperature of 173.07 °C) and second (90 J/g and 56 J/g, respectively) corresponds to the final decomposition of residual nitrates.

Then typical heating and exothermic peak without mass changes indicates the phase transition in powder compositions. Phase transformation is irreversible as there are no exothermic typical peaks after cooling and reheating the sample [9].

For a sample of set B with increasing temperature up to 200°C endothermic peak occurs with absorption of energy in a volume of 132 J/g at a temperature of 160 °C, this means that with increasing temperature the reaction is complete requiring additional or 100 J/g greater energy than carbon fuel component. Further changes in heat flow curves show that there is a typical heating and occurrence of additional endothermic peak associated with the final decomposition of the residual nitrates. The results of DSC analysis clearly demonstrated the effectiveness of two types of fuel using the method of Carbon combustion synthesis of oxide. When used as a carbon fuel, synthesis of basic reagents was significantly more complete (no residual moisture and nitrate after combustion) than for the sample obtained using glycine. This difference can be explained by an excess of glycine in the mixture in powder form that reacts with the air and thereby increases the reaction speed without depth penetration throughout powder [9]. It should be noted as well that at 450°C phase transition is observed for the samples obtained using carbon, that is absent in a sample of set B.

Thus, the fuel use in the form of carbon during Carbon combustion synthesis of oxide to obtain pure phase of nanocrystalline particles of multiferroic is more effective.

Conclusions

Thermogravimetric and Differential thermal analysis system of Ce_2NiMnO_6 fabricated by the method of Carbon combustion synthesis of oxide showed that the use of carbon as a fuel synthesis of basic reagents will be more complete (without moisture and nitrate residues after combustion) than for the sample obtained using glycine. Obtained results of using Carbon combustion synthesis of oxide in different fuel ratio can be useful in high frequency applications.

Acknowledgment

We acknowledge the financial support of this research by the Committee of Science at Ministry of Education and Science Republic of Kazakhstan grant №757. MOH.ГФ.15.ПИП.8.

REFERENCES

- [1] R. J. Booth, et al, An investigation of structural, magnetic and dielectric properties of R_2NiMnO_6 (R = rare earth, Y), Materials Research Bulletin, 44, 7, 1, 1559–1564, 2009.
- [2] Handbook of Magnetism and Advanced Magnetic Materials, vol. 4, Novel Materials, eds. H. Kronmüller and S. Parkin, Wiley, Hoboken, NJ, p. 3064, 2007.
- [3] S. Nakayama, $LaFeO_3$ perovskite-type oxide prepared by oxide-mixing, co-precipitation and complex synthesis methods, J. Mater. Sci. 36, 5643, 2001.

- [4] D. S. Todorovsky, R. V. Todorovska, St. Groudeva-Zotova, Thermal Decomposition of Yttrium- Iron Citrates, Prepared in Ethylene Glycol Medium, *Mat. Lett.*, 55, 41-45, 2002.
- [5] V. N. Moorthy, S. Dhara, A. C. Rastogi, B. K. Das, D. V. S. Jain, *J. Mater. Res.* 14, 1865, 1999.
- [6] J. Pinkas, V. Reichlova, A. Serafimidisova, Z. Moravec, R. Zboril, D. Jancik, and P. Bezdicka, Sonochemical Synthesis of Amorphous Yttrium Iron Oxides Embedded in Acetate Matrix and their Controlled Thermal Crystallization toward Garnet ($Y_3Fe_5O_{12}$) and Perovskite ($YFeO_3$) Nanostructures *J. Phys. Chem. C*, 114 (32), 13557–13564, 2010.
- [7] M. Sivakumar, A. Gedanken, W. Zhong, Y.H. Jiang, Y.W. Du, I. Brukental, D. Bhattacharya, Y. Yeshurun, I. Nowik, Sonochemical synthesis of nanocrystalline $LaFeO_3$, *J. Mater. Chem.* 14, 764, 2004.
- [8] K. Suresh, N.R.S. Kumar, K.C. Patil, A novel combustion synthesis of spinel ferrites, orthoferrites and garnets, *Advanced Materials*, 3, 3, 148–150, 1991.
- [9] Saukhimov A. A., Hobosyan M. A., Almanov G. A., Dannangoda G. C., Zhumabekova N. N., Kumekov S. E., Martirosyan K. S. Solution Combustion Synthesis and Magneto Dielectric Properties of Nanostructured rare earth ferrites. *International Journal of Self-Propagating High Temperature Synthesis*. – 2015. - Vol. 24, №2. - P. 64–72.
- [10] K. S. Martirosyan, N. S. Martirosyan, A. E. Chalykh, La^{3+} and Ce^{3+} Doping of Hard-Magnetic Ferrites, *Inorganic Materials*, 40, 5, 527-532, 2004.
- [11] Galstyan E., Lorenz B., Martirosyan K. S., Yen F., Sun Y. Y., Gospodinov M. M., Chu C. W. Magnetic Hysteretic Phenomena in Multiferroic $HoMnO_3$ single crystal and polycrystals with Nano and micron particle size. *Journal of Phys. Condens. Matter*. – 2008. - №20. 325241. 7 pp.
- [12] Saukhimov A.A., Dannangoda G.C., Kumekov S.E., Martirosyan K.S. Carbon Combustion Synthesis of Rare Earth Ferrites. *AIChE (American Institute of Chemical Engineers)*. - San-Francisco; USA, 2013, Abstract ID:344430. <https://aiiche.confex.com/>

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Бута Р. Дж. Исследование структурных, магнитных и диэлектрических свойств R_2NiMnO_6 ($R =$ редкоземельный элемент, Y) // *Materials Research Bulletin*, 44, 7, 1. – 2009. - С. 1559–1564.
- [2] Справочник по магнетизму и передовым магнитным материалам. Т. 4, *Novel Materials*, Г. Кронмюллер и С. Паркин, Wiley, Hoboken, NJ, 2007. – 3064 с.
- [3] Накаяма С. Перовскит $LaFeO_3$, подготовленный методами оксидного смешивания, соосаждения и комплексных методов синтеза, *J. Mater. Sci.* 36, 5643, 2001.
- [4] Тодоровский Д. С., Тодоровска Р. В., Гроудева-Зотова. Ст. Термическое разложение иттрий-железосодержащих цитратов, подготовленных в этиленгликолевой среде, *Mat. Lett.*, 55, 41-45, 2002.
- [5] Мурзи В. Н., Дхара С., Растоги А. К., Дас Б. К, Джейн Д. В. С., Дж. Мэтер. *Res.* 14, 1865, 1999.
- [6] Пинкас Дж., Рейчлова В., Серафимидисова А., Моравец З., Зборил Р., Джанчик Д., и Бездицка П. Сонохимический синтез аморфных иттрий-железных оксидов, погруженных в ацетатную матрицу и их управляемая термическая кристаллизация к гранату ($Y_3Fe_5O_{12}$) и перовскиту ($YFeO_3$), *Nanostructures J. Phys. Chem. C*, 114 (32), 13557–13564, 2010.
- [7] М. Сивакумар, А. Геданкен, В. Джонг, И. Х. Джианг, И. В. Ду, Т. Брукентал, Д. Бхаттачария, И. Иесхурун, И. Новик. Сонохимический синтез нанокристаллина $LaFeO_3$, *J. Mater. Chem.* 14, 764, 2004.
- [8] К. Суреш, Н. Р. С. Кумар, К. Ц. Патил. К. Suresh, N. R. S. Kumar, K. C. Patil. Новый синтез горения ферритов-шпинелей, ортоферритов и гранатов, *Advanced Materials*, 3, 3, 148–150, 1991.

[9] Саухимов А. А., Хобосян М. А., Алманов Г. А., Даннагода Г. Ц., Жумабекова Н. Н., Кумеков С. Е., Мартиросян К. С. Solution Combustion Synthesis и магнето диэлектрические свойства наноструктурированных редкоземельных ферритов. International Journal of Self Propagating High Temperature Synthesis. – 2015. - Vol. 24, №2. - С. 64–72.

[10] Мартиросян К. С., Мартиросян Н. С., Чалых А. Е. La³⁺ и Ce³⁺ легирование магнитотвердых ферритов, Inorganic Materials, 40, 5, 527-532, 2004.

[11] Галстян Е., Лоренц Б., Мартиросян К. С., Йен Ф., Сун Ю. Ю., Госполинов М. М., Чу Ц. В. Магнитные гистерезисные явления в мультиферроике HoMnO₃ монокристалле и поликристалле нано- и микроразмеров. Journal of Phys. Condens. Matter. – 2008. - №20. 325241. 7с.

[12] Саухимов А. А., Даннагода Г. Ц., Кумеков С. Е., Мартиросян К. С. Carbon Combustion Synthesis редкоземельных ферритов. AIChE (American Institute of Chemical Engineers). - San-Francisco; USA, 2013, Abstract ID:344430. <https://aiche.confex.com/>

CARBON COMBUSTION SYNTHESIS OF OXIDE ӘДІСІ АРҚЫЛЫ АЛЫНҒАН Ce₂NiMnO₆ ЖҮЙЕСІНІҢ ЖЫЛУЛЫҚ ТАЛДАУЫ ЖӘНЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ СКАНЕРЛЕЙТІН КАЛОРИМЕТРИЯ

С. Е. Кумеков¹, А. Д. Құдайберген¹, А. А. Саухимов², К. С. Мартиросян³

¹Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, Алматы қ., Қазақстан

²Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы қ., Қазақстан

³Рио-ГрандеВаллей аңғарында Техас университеті, Техас, АҚШ, 78520

Аңдатпа. Соңғы уақытта электромагниттік байланысы магниттік және диэлектрлік қасиеттер қосылысы есебінен болатын мультиферроик композиттерге үлкен қызығушылық бақыланып отыр. Мақалада тазалығы жоғары күрделі оксидтерсубмикрон және кеуекті ұнтақтарды тез өндіруге болатын жаңа Carbon combustion synthesis of oxide әдісі арқылы алынған Ce₂NiMnO₆ ұнтақ құрамының дифференциалдық сканер калориметрия және термогравиметрия талдауы көрсетілген. Авторлар DCS талдау нәтижелері Carbon combustion synthesis of oxide әдісін қолдану барысында отынның екі түрлі тиімділігін көрсетеді. Көміртекті отын ретінде пайдаланған кезде негізгі реагенттердің синтезі глицин арқылы алынған үлгісімен салыстырғанда неғұрлым толық болды (жағудан кейін ылғал мен нитрат қалдықтары болмады). Авторлардың пікірінше бұл айырмашылықты шихта көлемі бойынша ену тереңдігі жоқ, ауада әрекеттесетін және осылайша реакция жылдамдығын арттыратын ұнтақ түріндегі қоспада глицинның артықтығымен түсіндіреді.

Кілттік сөздер: мультиферроик, Carbon combustion synthesis of oxide, термогравиметрия, дифференциалдық сканерлейтін калориметрия.

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНО-СКАНИРУЮЩАЯ КАЛОРИМЕТРИЯ И ТЕРМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СИСТЕМЫ Ce₂NiMnO₆ ПОЛУЧЕННОЙ МЕТОДОМ CARBON COMBUSTION SYNTHESIS OF OXIDE

С. Е. Кумеков¹, А. Д. Құдайберген¹, А. А. Саухимов², К. С. Мартиросян³

¹Казахский национальный исследовательский технический университет им. К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Казахстан

²Алматинский университет энергетике и связи, г. Алматы, Казахстан

³УниверситетТехасавдолине Рио-ГрандеВаллей, Техас, США, 78520

Аннотация. В последнее время наблюдается повышенный интерес к композитам мультиферроикам, в которых магнитоэлектрическая связь происходит за счет комбинации магнитных и диэлектрических свойств. В статье приведен анализ дифференциально-сканирующей калориметрии и термогравиметрии порошковых составов Ce₂NiMnO₆, полученных методом

Carbon combustion synthesis of oxide, который представляет собой новый способ быстрого производства субмикронных и пористых порошков сложных оксидов высокой чистоты. Результаты DSC анализа наглядно продемонстрировали эффективность двух видов топлива при использовании метода Carbon combustion synthesis of oxide. При использовании в качестве топлива углерода синтез основных реагентов был значительно более полным (без остатков влаги и нитратов после сжигания), чем для образца, полученного с использованием глицина. Данное различие можно объяснить избытком глицина в смеси в виде порошка, который вступает в реакцию с воздухом и тем самым увеличивает скорость реакции без глубины проникновения по всему объему шихты.

Ключевые слова: мультиферроик, Carbon combustion synthesis of oxide, термогравиметрия, дифференциально-сканирующая калориметрия.

H. Nurkhodzhayeva¹, Zh. Erzhanova¹

¹Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty, Kazakhstan

DICTIONARIES AND MONOLINGUAL DICTIONARIES

Abstract. So, the question is: is it worth using a monolingual dictionary to help you learn a foreign language, or is it too much trouble? We'd better use our monolingual dictionary as a supplement to a bilingual one. Certainly somewhere in our language learning career, we shall probably be able to exclusively use the monolingual dictionaries. Sometimes monolingual dictionaries convey the meaning of the words more precisely but to understand this we need to have some level of English and our range of interests must be rather wide (knowledge of the world). All these facts are indispensable for using such dictionaries properly.

A dictionary is a very important tool for anyone who is learning a new language. With a good dictionary you can do the following: look up the meaning of an English word you see or hear; find the English translation of a word in your language; check the spelling of a word; check the plural of a noun or past tense of a verb; find out other grammatical information about a word; find the synonym or antonym of a word; look up the collocations of a word; check the part of speech of a word; find out how to say a word; find out about the register of a word; find examples of the use of a word in natural language.

Perhaps a balance could be struck, though: try to use your monolingual dictionary first, and if you find that you don't understand a definition, only then look it up in your bilingual dictionary. Or perhaps even try to figure out the definition in your monolingual dictionary for say, 5 minutes, looking up words you don't understand. If, after that time is up, you've not figured it out, whip out your bilingual dictionary.

At any rate, it is recommended getting a monolingual dictionary in your target language at some point or another – just don't toss out your bilingual one when the monolingual one arrives.

Key words: monolingual dictionary, mother tongue, electronic dictionary, pocket dictionary.

A monolingual learner's dictionary (or MLD) is a type of dictionary designed to meet the reference needs of people learning a foreign language. MLDs are based on the premise that language-learners should progress from a bilingual dictionary to a monolingual one as they become more proficient in their target language, but that general-purpose dictionaries (aimed at native speakers) are inappropriate for their needs. Dictionaries for learners include information on grammar, usage, common errors, collocation, and pragmatics, which is largely missing from standard dictionaries, because native speakers tend to know these aspects of language intuitively. And while the definitions in standard dictionaries are often written in difficult language, those in a monolingual learner's dictionary aim to be simple and accessible.

Monolingual learner's dictionaries have been produced for learners of several languages, including German, Spanish, Dutch, and Chinese. But most of the activity in this field is for people learning English. The first English MLD, published in 1935, was the New Method English Dictionary by Michael West and James Endicott, a small dictionary using a restricted defining vocabulary of just 1490 words. Since the end of World War Two, global sales of the MLD have run into the tens of millions, reflecting the boom in the English language teaching industry [1].

Probably the best-known English monolingual dictionary for advanced learners is the Oxford Advanced Learner's Dictionary, now in its eighth edition. It was originally published in Japan in 1942 as The Idiomatic and Syntactic Dictionary of English, written by A. S. Hornby and two collaborators. It was subsequently republished as A Learner's Dictionary of Current English in 1948, before acquiring its current name.

Other publishers gradually entered the market. The Longman Dictionary of Contemporary English was published in 1978, and its most striking feature was the use of a restricted defining

vocabulary, which is now a standard feature of learners' dictionaries. There are currently six major MLDs for advanced learners. In addition to the Oxford and Longman dictionaries, these are: Collins Cobuild English Dictionary, first published in 1987; Cambridge International Dictionary of English, 1995, now published as the Cambridge Advanced Learner's Dictionary; Macmillan English Dictionary for Advanced Learners, 2002; Merriam-Webster's Advanced Learner's English Dictionary, 2008. All of these dictionaries are available in hard copy and online.

Monolingual learner's dictionaries have been the subject of scholarly work, and the standard book on the subject is Cowie 1999.

Since the 1980s, the English MLD has, arguably, been the most innovative area in the field of lexicography, in terms of both the way dictionaries are written and the aspects of language which dictionaries describe. Advances include: the use of corpora as a basis for language description, a radical innovation which was introduced by the COBUILD project in the 1980s and is now standard practice in lexicography; the use of intelligent software for extracting information from corpora and for automating the dictionary-making process; detailed information about collocation, such as the 'collocation boxes' in the Macmillan English Dictionary for Advanced Learners, which give lists of high-frequency collocates, identified using Sketch Engine software; the use of digital media: MLDs were among the first dictionaries to appear on CD-ROM, with the Longman Interactive English Dictionary leading the way in 1993. More recently the six MLDs listed above have become available in free online versions.

Monolingual learner's dictionaries have also been the subject of research into how people use dictionaries.

What way is better monolingual or bilingual dictionaries for language learners?

Which is better for language learners, monolingual or bilingual dictionaries? This question often comes up.

A monolingual dictionary explains the meaning of a word in the language that you are learning. A bilingual dictionary provides a translation or explanation using another language, a language you are very familiar with, usually your native language.

As for me I prefer using a monolingual dictionary. First of all, it makes you switch over to English at once. You are searching for the word you don't know, though its meaning is explained in English and those words from this explanation are familiar to you, so you are tuned in English completely, all the examples are given in English, therefore even if the explanation was difficult for your understanding you can guess the meaning of the new word from the examples. We shouldn't forget that bilingual dictionaries, especially the pocket or electronic ones that most students have, can be misleading [2].

The dictionary, or before the days of the online dictionary, a glossary, is a necessary distraction from any text that we are reading in a language that we are learning until we reach an advanced level. It is necessary in order to give us an idea of what the word means, and how it functions in the context we are reading. We do not expect the dictionary definition to fully explain the meaning of the word. The more abstract the concept, the less likely that the meaning from the dictionary will be accurate for our particular context. It will probably be a hint, enough to help us decipher what we are reading, and a start to getting to know the full scope of meaning of this new word. We shall have to see the word in many more contexts before we get a grasp on how it is used.

If we try to decipher a dictionary explanation in the foreign language it means for us to leave our interesting content as we start to struggle with an irrelevant and unconnected content. What is more, this explanation from the monolingual dictionary is often unclear to us. It is just not as clear and useful a "hint" as something in our language. This is obviously the case when we are beginners, but it continues to be the case even when we are advanced.

It is sometimes argued that a good monolingual dictionary provides great examples of the word in use. However, a bilingual dictionary can do the same. We should choose between these

two types of dictionaries. It certainly depends on what kind of learner you are. It is also the question of time. Monolingual dictionary demands more time for its usage, but it can enrich us with examples taken from classical literature, make us work with language even we sometimes may not notice that. Of course, we should have two dictionaries on our table: monolingual and bilingual. Because sometimes we can find unfamiliar technical terms in our text to understand which we'd better read the translation in our mother tongue.

On the other hand, there are different people and different opinions. The other learners would describe their process of learning with monolingual dictionary completely opposed. They would sound like that: problem with monolingual dictionaries is that they slow us down in our reading of new content. The bilingual "hint" is faster and clearer, even if a certain percentage of them are wrong or inappropriate. We can quickly get back to working out the meaning of what we are reading, to our meaningful content. Monolingual dictionaries take up too much time, slow us down in our reading, and therefore, in the long run, reduce the amount of exposure we have to meaningful content. They are less efficient and the net effect on language learning has to be negative, in my view.

How to use monolingual dictionaries for foreign language learning and do we have to use them at all.

It was written in some respectable sources that using a monolingual dictionary which is in our target language is a good way to advance with our studies. There is certainly some logic in it – if the dictionary is all in our target language, simply looking up a word exposes us to authentic language.

However, while that sounds great, the practicality of it is definitely in question. That will be the case of learners whose level is starter or beginner. Certainly, some words that they look up in their monolingual dictionary, they would read the definition and understand it almost right away. However, with the majority of words that they want to look up, they can run into a fairly big problem: they don't know quite a few of the words used in the definition! This problem can often lead to a humorous "chase down the words" session. They may start writing down all definitions on a piece of paper (or two...), just to figure out the meaning of one word. While supposed learners (beginners or starters) decided to read a text in English and such reading could be beneficial for their learning, when they try to read a text and they have to stop for 30-45 minutes to figure out one word, frustration can set in. This problem could be particularly bad with words dealing with concepts instead of physical things or actions.

The monolingual dictionary would work great if we know all or most of the words used in the definitions, but that just isn't the case for starters and beginners.

So, the question is: is it worth using a monolingual dictionary to help us learn a foreign language, or is it too much trouble? Namely, that we use our monolingual dictionary as a supplement to a bilingual one. Certainly somewhere in our language learning career, we will probably be able to exclusively use the monolingual one. But until we're at a fairly advanced stage in the language, I think trying to use only a monolingual dictionary is more of a headache than an aid to learning. If your experience ends up being like mine, you'll find yourself struggling to understand many of the definitions.

How to use a dictionary effectively and what can our reasons be for doing that?

To be a good dictionary user, however, it is not enough to know what to use the dictionary for. We must also decide which the best dictionary is for any of the purposes. As well as this, we need to be able to find what we are looking for quickly; we need to be sure that you have found what we were looking for; and, most importantly, we need to know when to use our dictionary.

Knowing which dictionary to use is also very important in learning a foreign language: electronic dictionaries are the best choice for ESL students. Most of them contain native-language equivalents and explanations, as well as definitions and example sentences in English. They can speak the English word to us, and they are easy to carry around. However, they are expensive and easy to lose, so put your name on yours!

A cheaper possibility, if we are going to work at the computer, is to use an online dictionary. A very good one for ESL students is the Longman Dictionary of Contemporary English. Alternatively, if you open Google and type, for example, define: superstitious, you will get a long list of different definitions of superstitious.

A good monolingual dictionary is recommended for students who already have a high standard of English and want to learn about word use.

Finding words quickly: this is a skill that we need to practise. Ask someone to write down 5 words and see how long it takes you to find them. Of course, you will need to know the English alphabet perfectly, so practise this too. Use the guide words at the top of each dictionary page; and keep practising until you can find any word within 10 seconds. You should also practise finding words in your own language in your bilingual dictionary. If you use an electronic dictionary, take some time at home to learn how it works and, again, practise finding words quickly [3].

How to find the right meaning of an English word: very often when you look up a new English word, you find that it has more than one meaning. If you are not sure which one is correct, here's what you can do:

First, check through all the meanings and find the one that makes most sense in the context where you found the word. (Very often, many of the different meanings are similar and this should be enough to give you a good idea what the word means.)

Second, if you really want to make sure, think what the word is in your own language and look it up in a bilingual dictionary. If one of the English translations is the original word you looked up, then you can be satisfied that you have found the right meaning.

How to find the right spelling: another problem you may have is when you want to check your spelling but you can't find the word you're looking for. What can you do?

If you are sure of the first few letters, just look down the page until you find the right spelling. (Again, it is helpful to check the meaning is the one you expect.)

If you are not sure of the first few letters, try some other possibilities. You know for example that some words that start with an -n sound have k as their first letter; e.g. knife, knight. So if you can't find the word under N, try looking in the K pages.

If you still can't find the word, think what it is in your language and look it up in your bilingual dictionary.

[Advice on using the computer spells check].

How to find the right English translation of a word in your language:

When you look up a word in your own language in a bilingual dictionary, you will probably find that there is more than one English translation. If you are not sure which to use, you could try a back translation. This means that you look up the English translations one by one in a monolingual dictionary. If a word has a definition that matches the word in your language, you are safe to use it.

How to know when to use the dictionary:

If you look up every new word you see or hear, you will spend your whole day with the dictionary in your hand. That's no good! You have to be clever and choose the right words to check and the right time to do it. Try to follow the advice below and you will become a much more efficient language learner:

When you find a new word while reading, finish the sentence (better: the paragraph). If you haven't guessed the meaning and it still seems important, then you can look it up. To avoid interrupting your reading for too long, you should find its meaning in your own language using a bilingual dictionary.

When you hear a new word in class (or the teacher has written it on the board), wait and continue listening. What the teacher says next may help you to understand the word. If you look in your dictionary, you will not hear what comes next, and this will make understanding the lesson more and more difficult.

If you think the word is very important, you could copy it from the board or write how you think it is spelled. Then later you could ask the teacher or another student what it means.

Why should we encourage students to use dictionaries? Dictionaries develop learner autonomy. They are a handy resource for researching different meanings, collocations, examples of use and standard pronunciation.

If students know how to use them effectively, there are hundreds of hours of self-guided study to be had with a good dictionary.

The best way to complement a dictionary investment is strong study skills. As teachers we play an important role in developing those skills, and this article will explore ways that we can do that.

These can be bought cheaply and last a very long time. Students usually complain that big dictionaries are too bulky to bring to class, so I recommend that they have two - a pocket dictionary for class and a 'shelf' dictionary for home study.

Online dictionaries: many traditional dictionaries have online editions. Cambridge, for example, has an online advanced learners' dictionary at dictionary.cambridge.org, which is easy to use and provides examples of word use.

There are some excellent and specialized ones, such as etymonline.com, an etymological dictionary (dictionary that explains the origins of words) I sometimes use in class with higher level learners.

Urbandictionary.com is a web-based slang dictionary. Like wiktionary.com, users can add content. It is interesting but some of the content is so obscure it is best described as idiosyncratic, not all the definitions are accurate, and many are vulgar (which is part of the point).

Their value lies in ease of access to students who own computers, but it is probably also a good idea to direct your learners to traditional ones first.

Electronic dictionaries: a big plus of electronic dictionaries is that they hold a large amount of data in a small space. However, they can be expensive, are attractive to thieves, and they wear out after a few years. The biggest problem lies, paradoxically, in their ease of use. Many students treat them as pocket translators rather than serious tools of study.

Monolingual versus bilingual: some teachers are opposed to bilingual dictionaries on principle. They believe that learners should think in English as much as possible. I believe that learners should have a bilingual dictionary on hand as a supportive tool but that training should focus on monolingual dictionary work. This is because sometimes a quick translation works best, as in the case of many concrete nouns, but it is a good idea to foster thinking and explanation in English. Bilingual dictionaries can also enable students to express something they want to say when they don't know the correct words in the target language [4].

Collocation and how to learn them better? It's often said that if you know 2,000 words in English you have most situations covered. However, this doesn't account for the vast number of collocations, or word combinations, which account for the size of more comprehensive dictionaries, which can have 100,000 or more entries. When students over rely on electronic dictionaries in particular, they tend to over focus on individual words, often misunderstanding completely.

In conclusion, it should be noted that any dictionary and especially paper dictionary is an important tool for learning any foreign language more effectively. It is an unsurpassed guide to the meaning, history, and pronunciation of over half a million words (the number of words depends on dictionary range), covering both current and historical usage, from general to specialist and technical terminology, from formal language to slang.

REFERENCES

[1] Normative English language. Great Britain // Mode of access: www.bbc.co.uk, freely available (date appeal to the source: 11.01.2017).

[2] The company «English video» // Mode of access: www.englishcaster.com, freely available (date appeal to the source: 12.01.2017).

[3] The company «Learn with benefit» // Mode of access: www.learn4good.com, freely available (date appeal to the source: 11.01.2017).

[4] My space. The company // Mode of access: www.myspace.com, freely available (date appeal to the source: 11.01.2017).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1] Нормативный английский язык. Великобритания // Режим доступа: www.bbc.co.uk, свободный (дата обращения: 11.01.2017).

[2] Компания «Английский ролик» // Режим доступа: www.englishcaster.com, свободный (дата обращения: 12.01.2017).

[3] Компания «Учись с пользой» // Режим доступа: www.learn4good.com, свободный (дата обращения: 11.01.2017).

[4] Компания «Мое пространство» // Режим доступа: www.myspace.com, свободный (дата обращения: 11.01.2017).

ШЕТ ТІЛІН ОҚЫТУ БАРЫСЫНДА ТҮСІНДІРМЕ СӨЗДІКТІ ҚОЛДАНУ

Х. Нурходжаева¹, Ж. Ержанова¹

¹Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы қ., Қазақстан

Аңдатпа. Берілген мақалада түсіндірме сөздікті пайдалану реті мен оны дұрыс пайдалану керек екендігі жайында және де оны тілді меңгерудің қай деңгейінен бастап қолдану керек екендігі туралы ақпараттар берілген. Сондай-ақ сөздіктің: электронды, фразеологизм сынды түрлері де қамтылған. Түсіндірме сөздікпен қарапайым сөздіктің айырмашылығы айқын көрсетілген. Ең бастысы түсіндірме сөздікті қолдану барысында үлкен жетістікке жетуге болатындығымен тиімділігі қатар аталып өтті. Себебі, қарапайым сөздікте сөздерді жеке-жеке аударғаннан түсіндірме сөздікті қолдаған әлде қайда тиімді. Қорытынды бөлімде, сөздіктің тіл үйренушілерге өте қажет екендігі айтылған. Автор ағылшын тілін меңгеруді бастасаңыз, ең алдымен сізде жеткілікті уақыт және де толықтай жаңартылған түсіндірме сөздіктің артық етілмейтінін айтады.

Кілттік сөздер: түсіндірме сөздік, ана тілі, электронды сөздік, қалта сөздігі.

ПРИМЕНЕНИЕ ТОЛКОВЫХ СЛОВАРЕЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ИНОСТРАННОГО ЯЗЫКА

Х. Нурходжаева¹, Ж. Ержанова¹

¹Алматинский университет энергетика и связи, г. Алматы, Казахстан

Аннотация. В статье говорится о том, как правильно использовать толковый словарь, на какой стадии изучения языка следует начать пользоваться толковым словарем. Упомянуты и другие типы словарей: словари с переводом и транскрипцией, электронные словари, словари фразеологизмов. Было проведено сравнение между толковым словарем и словарем с переводом на родном языке. Объясняется, какого уровня должен достичь обучающийся, чтобы начать пользоваться толковым словарем. Рассматривались случаи, когда использование толкового словаря может привести к положительным результатам, чем просто найти одно незнакомое слово, встретившееся при чтении текста на иностранном языке. При этом тот же способ использования толкового словаря может оказаться менее эффективным и даже прервать чтение и перевод текста, если обучающийся - начинающий. В завершении отмечается, что словарь необходим всем, кто изучает иностранный язык. Если вы начали изучать иностранный язык, то в первую очередь вы должны располагать свободным временем и иметь хороший словарь.

Ключевые слова: толковый словарь, родной язык, электронный словарь, карманный словарь.

Р. А. Досмаханова¹

¹Алматинский университет энергетики и связи, г. Алматы, Казахстан

ФОРМИРОВАНИЕ МЕЖКУЛЬТУРНОЙ КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА

Аннотация. В статье затрагивается проблема формирования межкультурной компетенции студентов технического вуза. Отмечается, что будущий специалист должен уметь общаться на втором языке на уровне межкультурной коммуникации. Особое внимание обращается на тот факт, что языковое образование в вузе должно стать процессом подготовки студентов к профессиональной деятельности в поликультурном обществе в условиях межкультурной коммуникации. Автор полагает, что в процессе профессионального диалога на неродном языке специалист должен суметь понять собеседника не просто как носителя иного языка, но и как языковую личность, представителя другой культуры и выразителя национального сознания. В итоге делается вывод, что знание второго (казахского/русского) языка поможет выпускнику технического вуза установить деловые контакты с другими коллегами. Студент, владеющий в совершенстве вторым языком, имеет больше возможностей как для получения качественного образования, так и для трудоустройства.

Ключевые слова: межкультурная коммуникация, межкультурная компетенция, второй язык, профессионально-ориентированное обучение.

Известно, что языковая ситуация в Республике Казахстан предполагает знание трех языков (казахского, русского и английского). Поэтому неотъемлемой частью образовательного процесса как в средней, так и в высшей школах является языковая подготовка обучающихся. В настоящее время на неязыковых специальностях, в частности, в технических вузах, особое внимание уделяется проблемам изучения второго (неродного) языка. Согласно государственным стандартам образования и типовым учебным программам, студенты казахоязычных групп изучают русский язык, который законодательно признан в стране официальным языком. Соответственно, студенты русскоязычных групп изучают государственный, то есть казахский язык. Следует отметить, что и в общеобразовательной школе с третьего класса (а по программе непрерывного двенадцатилетнего образования с первого класса) ведется изучение второго языка. Однако вузовский процесс языковой подготовки в отличие от школьного предполагает не столько освоение определенной системы знаний, сколько формирование языковой личности специалиста конкретной отрасли. В вузе изучение второго языка носит профессионально-ориентированный характер. Обучающийся должен быть не просто носителем второго языка, но и субъектом межкультурной коммуникации. Он должен обладать фоновыми знаниями, то есть знать культурные и национально-психологические особенности коренных носителей изучаемого языка.

В техническом вузе изучаются дисциплины «Профессиональный русский язык» (в казахоязычных группах) и «Профессиональный казахский язык» (в русскоязычных группах). Будущий специалист должен наряду со вторым языком иметь представление о материальной и духовной культуре, нравственных ценностях и мировоззрении казахского народа (если казахский язык является неродным) и русского народа (если русский язык является неродным). Очевидно, эффективность процесса коммуникации в профессиональной среде всецело зависит от взаимопонимания не только в языковом плане, но и знания и уважения к традициям и культуре другого народа, представителем которого является коммуникант во время делового общения. Преподаватель-словесник должен не просто обучить студента профессиональному общению на втором языке, но и подготовить его к межкультурным контактам. Будущий специалист должен уметь

общаться на втором языке, на уровне межкультурной коммуникации. В процессе профессионального диалога на неродном языке специалист должен не только точно выразить определенную информацию, но и суметь понять собеседника не просто как носителя иного языка, но и как языковую личность, представителя другой культуры и выразителя национального сознания.

Участники диалога при обмене информацией могут не понять друг друга в связи с отсутствием социокультурной коммуникативной компетенции. Под коммуникативной компетенцией в области неродного языка следует понимать способность и готовность студентов использовать второй язык в разных ситуациях общения в соответствии с нормами данного языка, при работе с иноязычной информацией, в совокупности знаний социолингвистического и социокультурного планов; способность к ведению диалога культур, что невозможно без знания собственной культуры и культуры страны изучаемого языка. А «каждый урок иностранного языка - это перекресток культур, это практика межкультурной коммуникации, потому что каждое иностранное слово отражает иностранный мир и иностранную культуру: за каждым словом стоит обусловленное национальным сознанием представление о мире» [1, с. 86].

По мнению П. С. Тумаркина, межкультурная коммуникация предполагает знание инокультурного коммуникативного кода, прежде всего языка, норм и правил поведения (поведенческого кода), психологии и менталитета (психоментального кода) другого народа [2]. Парадигма обучения второму языку должна основываться на необходимости не только языковых, но и культурных навыков и умений для эффективного установления межкультурных контактов. Российские лингвисты трактуют термин «межкультурная коммуникация» как «межъязыковую коммуникацию, межкультурную интеракцию, интеркультурную коммуникацию, связанную с обменом знаниями, идеями, мыслями, концептами и эмоциями между людьми из разных национальных культур» [3, с. 93]. В условиях глобализации в рамках казахской и русской культур преподавателям-словесникам необходимо искать оптимальные способы обучения второму языку и достижения эффективности коммуникации, а также пути преодоления трудностей в процессе межкультурного общения. Языковое образование в вузе должно стать процессом подготовки студентов к жизни и профессиональной деятельности в поликультурном обществе в условиях межкультурной коммуникации.

В настоящее время умение общаться на неродном языке - существенный компонент профессиональной деятельности специалистов, позволяющий работать в мировом информационном пространстве, вступать в общение с иноязычными коллегами. Так, казах, владеющий на профессиональном уровне официальным русским языком, являющимся языком международного общения, сможет вступить в контакт с коллегами из других стран. Аналогично, русскоязычному специалисту, знающему казахский язык, легче реализовать деловые проекты и решить производственные проблемы. Межкультурная компетенция является неотъемлемой составляющей общекультурной и профессиональной компетенции специалиста. Иными словами, межкультурная компетенция - это способность личности осуществлять межкультурное взаимодействие в ситуациях профессионального общения путем достижения взаимопонимания, не утрачивая собственной культурной идентичности.

Поскольку наличие иноязычной коммуникативной компетенции стало одним из важных компонентов социальной мобильности, а также критерием образованности выпускника вуза, преподавателю-словеснику необходимо искать новые формы обучения, соответствующие современному этапу развития системы языкового образования в рамках личностно-ориентированного и коммуникативно-деятельного подходов в методике обучения второму языку. Среди компонентной структуры коммуникативной компетенции следует выделить:

- лингвистическую компетенцию, то есть знание словарных единиц и грамматических правил, которые преобразуют лексические единицы в осмысленное высказывание;

- социолингвистическую компетенцию, то есть способность выбирать и использовать адекватные языковые формы и средства в зависимости от цели и ситуации общения, социальных ролей участников коммуникации;

- дискурсивную компетенцию, то есть способность понимать различные виды коммуникативных высказываний, строить целостные, связанные и логические высказывания различных функциональных стилей;

- стратегическую компетенцию, то есть вербальные и невербальные средства, к которым прибегает человек в случае, если коммуникация не состоялась;

- социокультурную компетенцию, включающую знание культурных особенностей носителей языка, их привычек, традиций, норм поведения и этикета, умения понимать и адекватно использовать их в процессе общения, оставаясь при этом носителем другой культуры;

- социальную компетенцию, то есть умение и желание осуществлять коммуникацию.

Коммуникативно-ориентированное обучение неродному языку должно учитывать особенности реального общения, являющегося не просто передачей информации познавательного характера, а взаимопониманием людей в процессе речевого взаимодействия. Это могут быть научные дискуссии на неродном языке с привлечением специалистов, являющихся носителями второго языка; реферирование и обсуждение научной литературы на неродном языке; работа переводчиком, которая и заключается в общении, способности понять и передать информацию. Коммуникативно-ориентированное обучение второму языку - это речевая направленность процесса обучения, ориентация не только на содержательную сторону общения, но и на форму высказывания. В реализации коммуникативно-ориентированного обучения важную роль играет ситуативность в отборе материала и организация его закрепления применительно к определенным ситуациям общения.

Профессионально-ориентированное обучение второму языку в вузе предполагает формирование межкультурной коммуникации студентов. В комплексной системе обучения второму языку в техническом вузе целесообразно разграничить два типа интеграции: междисциплинарную и внутрдисциплинарную. Междисциплинарная интеграция осуществляется в двух направлениях. Первое направление связано с расширением содержательной стороны дисциплины «Казахский/русский язык» за счет ее обогащения лингвистической и экстралингвистической информацией из предметных областей: казахский/русский язык, казахская/русская культура и традиции, казахская/русская литература, общепрофессиональные дисциплины. Второе направление относится к процессуальной стороне второго языка, которая предполагает совершенствование общеучебных умений: развитие учебно-организационных, учебно-информационных, учебно-логических и учебно-коммуникативных умений и навыков. Совершенствование общеучебных умений направлено на актуализацию и систематизацию знаний, полученных в процессе обучения неродному языку и изучения специальных дисциплин, а также их последующее применение. Внутрдисциплинарная интеграция также осуществляется в двух направлениях. С одной стороны, она предполагает взаимосвязанное обучение аудированию, говорению, чтению и письму. С другой - интеграцию контекстного, межкультурного, социокультурного подходов и профессионально-ориентированной технологии обучения второму языку; инновационных методов: проектная методика, ролевые и деловые игры, конкурсы, олимпиады и др.; форм проведения занятий: сочетание аудиторной и внеаудиторной работы; средств обучения.

Формирование коммуникативной компетенции обучающихся должно основываться на принципе целостности, реализуемом посредством выработки общих подходов к отбору

содержания обучения; интегративности, предполагающей интеграцию знаний из различных общепрофессиональных дисциплин, различных подходов, форм, методов и средств обучения, одновременное развитие всех видов речевой деятельности; сопоставления родного и неродного языков и культур. Вместе с тем формирование коммуникативной компетенции студентов – это поэтапный, последовательный процесс обучения от простой деятельности к сложной: перцептивно-репродуктивная - репродуктивно-продуктивная - продуктивно-творческая. Учебный процесс при обучении второму языку необходимо организовать как целостный и целенаправленный процесс формирования межкультурной коммуникации студентов. Условно его можно разделить на три этапа: мотивационно-побудительный; аналитически-синтетический; этап реализации и контроля.

На мотивационно-побудительном этапе преподавателю важно создать установку и сформировать положительную мотивацию усвоения морально-этических норм поведения в условиях межкультурного общения в рамках будущей профессиональной деятельности (толерантность, преодоление стереотипов). Данный этап ориентирован на формирование мотивов и мотивации, побуждающих студентов к овладению вторым языком как одной из сторон будущей профессиональной деятельности в контексте межкультурного общения. Этап обусловлен формированием и формулированием мысли средствами родного языка с последующим переводом на неродной язык. На данном этапе общение носит рецептивно-репродуктивный характер.

На аналитически-синтетическом этапе осуществляется реализация постепенного введения в специализацию по тематике дисциплин инженерного профиля, вырабатываются навыки межкультурного общения на втором языке в контексте профессионального общения, формируются умения адаптации к условиям межкультурного общения; возникает ориентация на общечеловеческие ценности и на принципы гражданского общества. На данном этапе происходит формирование мысли на родном языке с последующим выражением ее средствами неродного языка. На данном этапе преследуется важная цель - формирование речевых навыков межкультурного общения в ситуациях профессионального общения, то есть общение носит репродуктивно-продуктивный характер.

Этап реализации и контроля предполагает формирование межкультурной коммуникации, когда мысли субъекта возникают и формулируются средствами второго языка. Цель данного этапа - формирование навыков межкультурного общения, которые носят продуктивно-творческий характер. Речевая практика происходит на изучаемом неродном языке по своей специализации в моделируемых ситуациях межкультурного общения, с выработкой межкультурных умений в ролевых играх и деловых играх по межкультурному общению в контексте будущей профессиональной деятельности на втором языке. У студентов вырабатываются навыки и умения сочетать принципы гражданского общества евразийского типа с позитивным отечественным социальным опытом при моделировании.

Необходимо, чтобы стратегический, социокультурный и социальный компоненты коммуникативно-ориентированного подхода стали неотъемлемой частью процесса обучения неродному языку. К сожалению, зачастую обучающиеся продолжают говорить на неродном языке исходя из представлений, присущих их родной культуре, что мешает установлению коммуникации. Для того, чтобы сформировать коммуникативную компетенцию будущего специалиста, необходимо усвоить социокультурные аспекты общения на изучаемом языке, что влечет за собой постижение менталитета, отношений, поведения, ценностей, релевантных культуре изучаемого языка. Как известно, понятие «Культура» тесно связано с артефактами, то есть физическими объектами и субстанциями (единицами материальной культуры); с системой верований, ценностями и этическими представлениями (духовной культурой); социальной культурой, или моделями поведения

в обществе. Преподавателям целесообразно создать языковую среду с учетом вышеуказанных трех элементов культуры. Поскольку умения и навыки формируются в деятельности с использованием необходимых средств и в определенной среде, то деятельность по формированию коммуникативной компетенции реализуется в образовательной среде, а окружающая предметная среда является материальной базой для усвоения второго языка. Обучение в естественной языковой среде, без которой не могут быть сформированы навыки эффективного общения на втором языке, представляет собой оптимальный вариант овладения этим языком. В связи с этим преподаватели второго языка стараются моделировать языковую среду, насыщая образовательное пространство единицами материальной культуры и иноязычного быта, формируя социокультурную компетенцию.

Заключение

Таким образом, знание неродного (второго) языка является одним из средств межкультурной коммуникации и адекватного взаимодействия с представителями других культур. Неродной (казахский/русский) язык, как учебная дисциплина, выполняет гуманистическую функцию развития креативных и логических качеств личности. Знание языка поможет выпускнику технического вуза установить деловые контакты с другими специалистами. Отсутствие языкового барьера значительно расширит круг возможностей студентов, как для получения качественного образования, так и для трудоустройства. Перед высшей школой стоит задача существенного обновления содержания обучения второму языку с целью формирования иноязычной коммуникативной компетенции ее выпускников.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Тер-Минасова С. Г. Язык и межкультурная коммуникация. - М.: Слово, 2000. - 624 с.
- [2] Тумаркин П. С. Русские и японцы: актуальные проблемы межкультурной коммуникации // Вестник Московского университета. Сер. 13. Востоковедение. - № 1. - 1997. - С. 13-17.
- [3] Верещагин Е. М., Костомаров В. Г. Язык и культура. - М.: Индрик, 2005. - 1038 с.

REFERENCES

- [1] Ter-Minasova S. G. Jazyk i mezhkul'turnaja kommunikacija. - M.: Slovo, 2000. - 624 s. (in Russ.)
- [2] Tumarkin P. S. Russkie i japoncy: aktual'nye problem mezhkul'turnoj kommunikacii. Vestnik Moskovskogo universiteta. Ser.13. Vostokovedenie. - № 1. -1997. - S.13-17. (in Russ.)
- [3] Vereshhagin E. M., Kostomarov V. G. Jazyk i kul'tura. - M.: Indrik, 2005. - 1038 s. (in Russ.)

ТЕХНИКАЛЫҚ ЖОҒАРЫ ОҚУ ОРНЫНЫҢ СТУДЕНТТЕРІНІҢ МӘДЕНИЕТ АРАЛЫҚ ҚҰЗЫРЕТТІЛІГІНІҢ ҚАЛЫПТАСУЫ

Р. А. Досмаханова¹

¹Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы қ., Қазақстан

Аңдатпа. Мақалада техникалық жоғары оқу орнының студенттерінің мәдениетаралық құзыреттілігінің қалыптасу мәселесі қарастырылады. Автордың мақсаты - болашақ маман мәдениетаралық коммуникация деңгейінде қарым-қатынас жасай білуі қажет екенін дәлелдеу. Мақалада жоғары оқу орнындағы тілді меңгеру студенттерді полимәдениеттік қоғамда мәдениетаралық коммуникация жағдайында өмір сүріп кәсіби қызмет етуге дайындау үдерісі болуы қажет екеніне аса назар аударылады. Автордың пайымдауынша, маман екінші тілде кәсіби диалог жүргізу кезінде әріптесін тек өзге ұлт өкілі ғана емес, өзге мәдениеттің өкілі және өзге ұлттық санасымен ерекшеленетін тілдік тұлға ретінде қабылдай алуы керек. Мақала авторы екінші (қазақорыс) тілді білу техникалық жоғары оқу орнын бітірген маманға әріптестерімен іскерлік қарым-қатынас орнатуды жеңілдетеді деген қорытынды ойға келеді. Екінші тілді жітік меңгерген студенттің сапалы білім алуға және жұмысқа орналасуға мүмкіндігі көбірек.

Кілттік сөздер: мәдениетаралық коммуникация, мәдениетаралық құзыреттілік, екінші тіл, кәсіби бағытталған оқыту.

STUDENTS' INTERCULTURAL COMPETENCE DEVELOPMENT AT TECHNICAL UNIVERSITIES

R. A. Dosmakhanova¹

¹Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty, Kazakhstan

Abstract. The article deals with the problem of students' intercultural competence formation at technical universities. The author aims to prove that the future specialist should be able to use second language for the purpose of intercultural communication. Particular attention is drawn to the fact that language education at the University should be treated as the process of preparing students for life. The author notes that in the process of foreign language professional communication an engineer should be able to understand the interlocutor not only as a native speaker of another language, but as a representative of another culture and national consciousness. The author comes to the conclusion that second (Kazakh/Russian) language competence will help engineering students to establish business contacts with colleagues from abroad. Students, who have appropriate skills in second language, are provided with various opportunities for high-quality education and future employment.

Key words: cross-cultural communication, communicative competence, second language, communicative-based learning, professionally-oriented training.

Қ. Ө. Әжиев¹

¹Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы қ., Қазақстан

ИНЖЕНЕРЛІК МАМАНДЫҚТАРҒА ҚАЗАҚ ТІЛІН ОҚЫТУДА «ШАҒЫН ТОП» ЖҰМЫСЫН ҰЙЫМДАСТЫРУ

Аңдатпа. Мақалада орыс топтарындағы студенттерді екінші (қазақ) тіліне оқыту үдерісінде «шағын топ жұмысы» атты кең тараған стратегиялардың бірін қолдану мәселесі қарастырылады. Тілдік дайындық барысында топтық жұмыс бәрінен бұрын білім алушылардың ауызекі сөйлеу тілінің дамуына қызмет ететіндігіне аса көңіл бөлінеді. Автордың бірінші кезектегі мақсаты топтық жұмыс студенттердің тілдік дайындығының деңгейіне қарамастан, олардың оқу үдерісіне белсенді араласуына, тұлғааралық қатынастың алғашқы тәжірибесін қалыптастыруға және өзара ынтымақтастықта жұмыс істей білуге үйренуіне мүмкіндік беретіндігін дәлелдеу. Мақалада «шағын топтағы жұмысты» ұйымдастырудың пішіні нақтыланады. Автор қорытындыда топтық оқыту технологиясының бойында көптеген артықшылықтардың бар болуы себепті, оны жоғары оқу орнындағы екінші тілді оқыту барысында дәстүрлі әдістермен бірге пайдалануға болады деген қорытындыға келеді.

Кілттік сөздер: шағын топ, диалог, коммуникация, қазақ тілі, әріптестік, тілдік дайындық.

Жоғарғы оқу орнындағы тілдік пәндер білім алушылардың тұлғалық тұрғыдан дамуына тиімді жағдайлар жасауға бағытталған. Ол студенттердің танымдық және коммуникативтік қабілеттерін дамытуға ықпал жасайды және оқу үдерісінің нәтижелі болуын қамтамасыз етеді. Соңғы жылдары жеке тұлғаны дамытуға бағытталған әдістер қазақстандық білім беру кеңістігіне жедел түрде тарауда. Осы бағыттың аясындағы шағын топтармен жұмыс немесе бірлесе оқыту технологиясын жеке бағыт ретінде қарастыруға болады. Қазіргі қоғам коммуникативті, араласа білетін, топта жұмыс істей алатын, жан-жақты білімді мамандарды қажетсінуде. Тұлғаның дамуына өте қажетті өзара түсіністік таба білуге үйрену, тек қана топпен тығыз қарым-қатынас жасау барысында ғана мүмкін бола алады. Білім беру мекемелері, оның ішінде жоғары оқу орындары өз түлектерін қарым-қатынас жасауға, топпен жұмыс істей білуге үйретуі қажет. Бұл міндеттер оқыту барысында оқытушылар мен студенттік топтардың, сонымен қатар студенттердің өзара тығыз топтық қарым қатынасын қалыптастыру арқылы шешімін табуы мүмкін. Екінші тілге оқыту барысында оқытушы мен студент арасындағы әріптестіктің шығармашылық жағдайын қалыптастыру ынтымақтастықтың топтық түріне қызығушылықты арттыра түседі.

Қазіргі кездегі инновациялық технологияларға шолу жасайтын болсақ, олар көп жағдайда шағын топтардағы жұмысты ұйымдастыруға көп мән беретінін байқауға болады. Әрине, біреуі барлығын, барлығы біреуін оқытатын топтық оқыту идеясы жаңа да емес. Бірлесіп оқыту технологиясы өткен ғасырдың жетпісінші жылдары жасала бастады. Жалпы және педогогикалық психологияның теоретиктері Л. С. Выготский, А. Н. Леонтьев, Д. Б. Эльконина, В. В. Давыдов, Ш. А. Амонашвили және тағы басқалардың, сонымен қатар, белгілі ғалымдар А. С. Макаренко мен А. В. Сухомлинскийдің әріптестік және шағын топтарда оқыту идеясы оқытудың негізгі түрі ретінде қарастырылады. Дегенмен уақыт топтық әрекеттің нәтижесін бағалауға, мақсаттарын айқындауға өз түзетулерін енгізуде. Заманауи оқыту үдерісінің технологиясында күрделі өзгерістер орын алууда. «Шағын топ» деген түсініктің өзі әртүрлі мағынаға ие болды.

Г. М. Андреев «Шағын топ деп құрамында санаулы адамы бар топты айтады. Оның мүшелері жалпы әлеуметтік әрекет арқылы бірігеді. Олар бір-бірімен тікелей араласып эмоционалдық қарым-қатынас орнатып, топтық ұстанымдар мен топтық үдерісті

қалыптастырады» [1, с. 191], - деген пікірде. Оқыту үдерісіндегі шағын топ дегенміз нақты - танымдық, коммуникативтік-дамытушылық, адамгершілік-тәрбиелік мәселелерді шешу мақсатында ұйымдастырылған білім алушылардың шағын бірлестігі. Е. В. Карпова мен О. Н. Шевко пікірі бойынша, «Топтық жұмыс барысында екі міндет орындалмақ. Оның біреуі сабақтың нақты материалын игеру болса, келесісі топта жұмыс істей білу дағдысын қалыптастыру және оны іс жүзінде тәжірибеден өткізу» [2].

Топтық жұмыс дегеніміз - ол оқу үдерісін ұйымдастырудың толық мәндегі жеке-дара түрі. Топтық жұмыстың ерекшелігі, оқу үдерісі барысында шағын топтарға біріктірілген оқушылардың әрқайсысының тапсырманы орындау барысында бір-бірімен тікелей қарым-қатынас жасауы, оқытушының барлық студенттердің іс-әрекетін жанама түрде басқаруы арқылы қамтамасыз етіледі. Оқытушы барлық топтардың жұмысын тұтастай басқарады. Тапсырма береді және оны қалай орындау қажет екендігін нұсқайды, сонымен қатар топтық еңбектің жалпы нәтижесін бағалайды. Жеке студенттің әрекетін топтағы студенттер өзі басқарады. Яғни, екінші тілді оқыту барысындағы тәжірибелік сабақтарда топтық әдісті қолдану барынша өнімді тәсіл деп есептеуге болады. Шағын топтардағы жұмыс студенттердің белсенділігін арттырып, теориялық қорытындылар жасауға, мақсат қою, бақылау жасау, бағалау сияқты оқу әрекетінің күрделі түрлерін игеруге кең мүмкіндік жасайды. Сонымен қатар, жеке студент әрекетінің нәтижесі топтағы барлық студенттің жұмысымен тікелей байланысты болғандықтан, ол ортақ істің белсенді қатысушысына айналады. Сол себепті топтық жұмыстың дамытушылық әсері жоғары. Тілді оқыту барысындағы топтық жұмыс бәрінен бұрын білім алушылардың ауызекі тілде сөйлей білу дағдысын дамытады. Тәжірибелік сабақтарда студенттердің өз ойларын дәл, нақты жеткізу дағдысын қалыптастыруға бағытталған белсенді жұмыс жүргізіледі. Топтық жұмыстың нәтижесін баяндау арқылы монологтық, топтар арасындағы және өзара өз пікірлерін қорғап сөйлеу, дәлелдеу, қорытынды жасау барысында диалогтық сөйлеу дағдыларын ұштай түседі.

Екінші тілді оқып-үйрену барысында тілдік емес мамандықтардың студенттері екі қосалқы топқа бөлінеді. Әрбір қосалқы топта орташа алғанда он-онбес студенттен болып жүр. Объективті және субъективті себептерге байланысты әртүрлі аймақта мектеп бітірген студенттердің екінші тілді игеру дәрежесі бірдей емес. Осыған байланысты кейбір сабақтарда студенттерді екі-үштен, төрттен немесе бестен топтастырған тиімді. Топтық оқыту әріптестік принципіне негізделіп жүргізіледі. Студенттер топта жұмыс істей отырып берілген тапсырманы бірлесіп орындауға тырысады. Ал оларға берілетін тапсырма, жеке студент топтағы басқа қатысушылардың көмегінсіз орындай алмайтындай түрде құрастырылуы қажет. Тілдік немесе басқа кедергіге байланысты өз ойын жария түрде айтуға тәуекел ете алмайтын студенттің осыдан кейін өзіне деген сенімділігі артып, ол өзін жұмыс тобының толыққанды мүшесі ретінде сезіне алады. Тапсырманы орындауға қажетті мәліметтің мүмкін болатын жалғыз көзі және бақылаушы ретіндегі оқытушының да рөлі өзгеріп, ол енді білім алушылардың жұмысын дұрыс бағытқа бағытттайтын кеңесшіге айналады.

Топтық оқыту аясындағы кез келген тапсырма топтың әрбір мүшесі белгілі бір уақыт аралығында белсенді жұмыс істей алатындай түрде құрастырылады. Мысалы, ауызекі сөйлеу дағдысын қалыптастыру мақсатында әрбір студентке бір сабақта бес, он минут сөйлеуге мүмкіндік беру қажет болса, дәстүрлі оқыту жүйесінде он студенттің әрқайсысын сұрау үшін үш-төрт сағат қажет болады. Аталған технология артықшылықтарының бірі, оның көп жағдайда оқу үдерісін жеделдетуге мүмкіндік беретіндігінде. Топтық оқытудың тағы бір артықшылығы екінші тілді оқытуда әрбір студенттің ерекшелігін ескерудің мүмкін болатындығында. Тілші-оқытушылар мүмкіндігі әртүрлі студенттерді түрлі деңгейдегі тапсырмалармен ешқандай қиындықсыз қамтамасыз ете алады. Осындай жағдайда ең «әлсіз» студенттің өзі өзін тапсырманы орындай

алатындай сезінуге мүмкіндік береді. Ал өзіне сенімі артқан студент шет тілін игеруге ынталана түсетіні сөзсіз.

Дегенмен, микротоптардың құрамындағы студенттерді жұмысқа ынталандырудың мүмкіндігін үнемі іздестірудің қажеттігіне байланысты шағын топтардағы жұмысты ұйымдастыруды оңай деп айтуға болмайды. Студенттерді белгілі бір тақырып немесе сұрақ бойынша ойларын толық жеткізуге ынталандыру үшін «миға шабуыл» әдісін қолданған тиімді. Білім алушылар тобы бірнеше минут бойына мәселені талқылап, ұжымдық пікір қалыптастырады, содан кейін барып ол пікірді біреуі топқа айтып береді. Ол өз пікірін, әлде идеясын ешқандай бағалаусыз немесе талқылаусыз жеткізуі керек. Жауаптарды арнайы сайланған студент белгілеп отырады. Ал, миға шабуыл идеялар сарқылғанша немесе жұмысқа бөлінген уақыт аяқталғанша жалғаса береді. Мысалы, «Адамға екінші тілді білу не үшін қажет?», «Ғылыми мәтін қалай құрастырылады?», «Ғылыми-техникалық мәтіннің ерекшелігі неде?» т.б. тақырыптар бойынша миға шабуыл ұйымдастыруға болады.

Қарым-қатынас барысында оқытушының басшылығымен қатысушылардың пікіріне ықпал ету немесе топтық бір мәселені шешу мақсатында бірлескен жұмысты ұйымдастырудың бір әдісі - пікірсайыс. Пікірсайыс тақырыбы дәрістің теориялық материалымен байланысты болуы да мүмкін. Аталған әдісті пайдалану студенттердің мәселені әр түрлі қырынан қарастыруына, жеке көзқарастарын нақтылауға, топтың ортақ пікірін қалыптастыруға, аудиторияның талқыланып отырған мәселеге деген қызығушылығын оятуға мүмкіндік береді.

Студенттер тілдік нормаларды әріптес яғни, «бірге жұмыс істейтін, мамандығы бір адам» [3, с. 91] ретінде игеретін болғандықтан, оқытушы олардың өзара жарысын ұйымдастыруы тиіс. Шағын топтардың жұмысы мүмкіндігінше өзара жарыс түрінде ұйымдастырылған жағдайда, студенттердің пәнге деген қызығушылығын арттырып, белсенділігін арттыра түседі. Сонымен бірге ойын түріндегі жарыс студент пен студент, студент пен оқытушы арасындағы психологиялық ахуалды жақсарта түсуімен қатар, сабаққа жаңалық енгізіп, корпоративтік көңіл-күйді қалыптастыра алады. Жұмыстың мұндай түрі тәжірибелік қана емес, сонымен қатар теориялық түсініктерді игерту барысында да қолданыла алады.

Шағын топ технологиясын алғашқы мәтінді қарастыру барысында ғана емес, студенттердің екінші мәтінді қалыптастыруы барысында да қолдануға болады. Шағын топ құрамындағы студенттер конспект, реферат жазумен қатар, оны ұжым болып қорғауына болады. Басқа кіші топтардағы курстастарының рефераттарына пікір білдіре алады. Сонымен бірге жұптасып еңбектену барысында студенттер ұсынылған техникалық мәтінді аударып, оның сөздігін жасауы мүмкін. Осы мысалдардан топтық жұмыс түрлерінің әр алуандығын байқауымызға болады. Осы тапсырмалардың барлығы сабақтың пікірталас, сайыс, ой толғау, дәлелдеу, шындықты бірге іздестіру түрінде өткізілуін талап етеді.

Жоспардың белгілі бір бөлігі өтілгеннен кейін топтық сұрау жүргізген тиімді. Ол үшін аудиторияның құрамында тілдік дайындығы әртүрлі студенттері бар екі топқа бөлген тиімді. Мұндай бөлініс олардың бірін бірі толықтыруына жағдай жасайды. Дайындығы өте жақсы екі студентті оқытушының көмекшісі ретінде таңдап алу қажет. Коллоквиум сұрақтарын білім алушылармен бірге талқылап, басып шығарып, бірнеше күн бұрын таратып беру қажет. Студенттердің кеңесшілермен бірге жұптасып дайындалғаны дұрыс. Ал кеңесшілерге топтық сұраудың әдістемесін, ауызша жауаптар мен жазбаша жұмыстарды бағалаудың ережесін түсіндіру қажет. Топтық коллоквиум барысында кеңесші алдын ала берілген сұрақтар тізіміне сүйене отырып өз тобындағы әрбір студентпен жеке - жеке жұмыс істейді. Сұрақ-жауап барысында топтағы әрбір студент жауапқа қосымша түсініктеме беріп, толықтырып, жауап беруші студенттің жауабын бүкіл топ бағалайды. Жауап беруші студент өз жауабына өзі баға береді және оған топ

мүшелері баға береді. Топтағы жеке тұлғаның жағдайын «топ болып күту» жүйесі анықтайды» [4, с. 118]. Бұл анықтама топтың әрбір мүшесі тек қана өзінің қызметін орындап қана қоймайды, сонымен қатар оны міндетті түрде басқалар да бағалайды дегенді білдіреді. Талқылауды сырттай бақылап отырған оқытушы да өз бағасын береді. Қорытынды баға үш бағаның арифметикалық ортасы болып табылады. Оқу әрекетін осындай түрде ұйымдастыру студенттерді топта жұмыс істеуге ғана үйретіп қоймай, қарым-қатынас жасай білуге үйретеді. Шағын топтық (немесе жұптық) жұмыстар білім алушыларға бірлік, корпоративтік сезімдер қалыптастырады. Топтық ұжым болып берілген тапсырманы орындау студенттерге қызықты шаруаға айналады.

А. Әлімовтің пікірінше, әр топ құрамында төрт-алты студент болғаны тиімді [5]. Бірлескен жұмыс барысында шағын топ мүшелерінің барлығы да өзара қарым-қатынасқа негізделген тыңдай білу, өз пікірін ұтымды және дәлелді түрде жеткізе білу, ортақ пікір қалыптастыру, туындаған егес пен дау-дамайларды шеше білу, бірлесе шешім қабылдау сияқты әрекеттерді атқарады. Шағын топтық әрекет ету кезінде біреудің жұмыстан тыс не қалыс қалуы екіталай. Топ мүшелерінің барлығы да қызу әрекетте болады, олардың барлығы да жұмыстың қорытынды нәтижесіне өз үлесін қосады.

Қорытынды

Сонымен, шағын топтағы жұмыс бірден-бір кең тараған стратегия. Ол барлық білім алушыларға, тілді игеру деңгейіне қарамастан оқу үдерісіне белсенді қатысуға, әріптестік дағдыларын дамытуға, тұлғааралық қарым-қатынасты жетілдіруге мүмкіндік береді. Екінші тілді оқып жүрген техникалық мамандық студенттері арасында жүргізілген сауалнаманың нәтижелерін қарастыратын болсақ, олардың басым көпшілігі топтық жұмыс түрін ең тиімді деп санайды. Себебі, сабақ барысында олар өздерін барлық топтардың жұмысына жауапты сезінеді, оқытушыдан мәлімет алып қана қоймайды, сонымен қатар өздері зерттеушіге айналады, мәліметтерді талдайды және соған сәйкес белгілі бір қорытындыға келеді. Әлсіз студенттер жақсы жұмыс істеудің мүмкін екендігін сезінсе, мықты студенттер көмекші-кеңесші дағдысын игереді. Топтық әрекет барысында қалыптасқан өзара ынтымақтастық, әріптестік машықтарының, болашақ кәсіби қызметінде маңызы зор болатындығын олардың барлығы дерлік атап көрсеткен. Осыған сәйкес топтық оқыту технологиясының артықшылықтары көп болғандықтан оның екінші тілді оқыту барысында дәстүрлі әдістермен қатар қолданылу мүмкіндіктері мол.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

[1] Андреева Г. М. Учебник для высших учебных заведений. - 5-е изд., испр. и доп. - М.: Аспект Пресс, 2007. - 363 с.

[2] Карпова Е. В., Шевко О. Н. Организация работы учащихся в малых группах в системе развивающего обучения Д. Б. Эльконина-В. В. Давыдова // Режим доступа: http://vestnik.uspu.org/releases/pedagoka_i_psichologiy/28_5/, свободный (дата обращения: 15.05.2016.).

[3] Қазақ тілінің түсіндірме сөздігі / Жалпы редакциясын басқарған Т. Жанұзақов. - Алматы: Дайк-Пресс. - 968 б.

[4] Кричевский Р. Л., Дубовская Е. М. Социальная психология малой группы. - М.: Аспект Пресс, 2001. - 318 с.

[5] Әлімов А. Интербелсенді әдістерді жоғары оқу орындарында қолдану. – Алматы: 2009. – 328 б.

REFERENCES

- [1] Andreeva G. M. Social psychology. 5th publ., correct. and compl. M.: Aspekt Press, 2007. - 363 p. (in russ.).
- [2] Karpova E. V., Shevko O. N. Handling the student's work in small group indevelopmentteaching's sisteme of D. B. Jel'konina - V. V. Davydova. Electronic resource. Access mode: http://vestnik.yspu.org/releases/pedagoka_i_psichologiy/28_5/ (date of appeal 15.05.2016). (in russ.).
- [3] Explanatory Dictionaru of Kazak Language. At that managed general T. Zhanuzakov. - Almaty: Dajk-Press. - 968 p. (in kaz.).
- [4] Krichevskij R. L., Dubovskaja E. M. Social psychology of small group. - M.: Aspekt Press, 2001. - 318 p. (in russ.).
- [5] Alimov A. On places of interactiv methods in high school. - Almaty, 2009. - 328 p. (in kaz.).

ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ «МАЛЫХ ГРУПП» ПРИ ОБУЧЕНИИ КАЗАХСКОМУ ЯЗЫКУ СТУДЕНТОВ ИНЖЕНЕРНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

К. О. Ажиев¹

¹Алматинский университет энергетики и связи, г. Алматы, Казахстан

Аннотация. В статье рассматривается проблема использования одной из самых популярных стратегий как «работа в малых группах» в процессе обучения студентов русских групп второму (казахскому) языку. Особое внимание обращается на тот факт, что в ходе языковой подготовки групповая работа, прежде всего, служит развитию устной речи обучающихся. Автор утверждает, что работа в малых группах дает всем обучающимся, независимо от их уровня языковой подготовки, возможность активно участвовать в учебном процессе, практиковать навыки сотрудничества, межличностного общения. В статье конкретизируются формы организации «работы в малых группах». В заключении делается вывод, что технология группового обучения вобрала в себя достаточно много преимуществ, что позволяет использовать ее наряду с традиционными методами в процессе преподавания второго языка в вузе.

Ключевые слова: малая группа, учебный диалог, инженерная специальность, казахский язык, языковая подготовка.

HANDLING OF GROUP WORK IN THE FRAME OF TEACHING KAZAKH OF STUDENTS ENGINEERING PROFESSIONS

К. О. Azhiev¹

¹Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty, Kazakhstan

Abstract. This article considers the problem of using such popular educational strategy as «jigsaw» in teaching Kazakh as the second language for Russian speaking students. Special attention is drawn to the fact that in the process of language training group work primarily contributes to students oral speech development. The author's aim is to prove that jigsaw strategy gives various opportunities for all the students, regardless of their level of language proficiency. Thus, it gives the ability to participate in learning process, to practice the collaboration skills as well as interpersonal communication skills. The article specifies the forms of jigsaw strategy. In the conclusion the author states that the technology of collaborative learning incorporates quite a lot of advantages, allowing the instructor to use it along with traditional methods in of second language teaching in high school.

Key words: small group, jigsaw, educational dialogue, the engineering specialty, Kazakh language, language training.

НАШИ ЮБИЛЯРЫ

ХИСАРОВ БУЛАТ ДЖАНТЕМИРОВИЧ (к 75-летию со дня рождения)



Булат Джантемирович Хисаров – один из самых авторитетных казахстанских специалистов в области автоматизации и управления. Бесспорен его вклад в развитие Алматинского университета энергетики и связи (АУЭС). В 1987 году он основал кафедру «Инженерная кибернетика» и в течение 27 лет был ее заведующим. При его активном участии открыты 5 специальностей бакалавриата из 12, по которым сейчас ведется обучение в АУЭС. Кроме того, Хисаров Б. Д. – академик Национальной академии транспорта и машиностроения, член-корреспондент Международной академии информатизации.

Булат Джантемирович родился 31 января 1942 года. После окончания в Алма-Аты школы работал токарем, не забывая о своей главной мечте: поступить в самое престижное в Советском Союзе учебное заведение – Московское высшее техническое училище им. Н. Э. Баумана (МВТУ), которое впоследствии закончил по специальности «Системы автоматического управления». Стажировку и очную аспирантуру также проходил в Москве – в главном научном центре страны в сфере управления техническими системами – институте проблем управления (ИПУ) Академии наук СССР. Отметим, что диссертация Хисарова Б. Д. «Разработка систем управления головными частями ракет стратегического назначения» на соискание ученой степени кандидата технических наук выполнялась под грифом «Секретно».

После защиты диссертации профессиональная деятельность Булата Джантемировича многие годы была связана с крупнейшим техническим вузом республики советского периода – Казахским политехническим институтом (КазПТИ) – с 1972 по 1987 годы. С 1980 по 1985 годы работал заместителем проректора по научной работе КазПТИ. В 1987 году кандидат технических наук, доцент Хисаров Б. Д. был приглашен в Алматинский энергетический институт на заведование кафедрой, которая по его инициативе стала называться «Инженерная кибернетика».

Первым стратегическим успехом Хисарова Б. Д. в должности заведующего кафедрой инженерной кибернетики стало открытие специальности, которая сейчас носит название «Автоматизация и управление». Для этого нужно было пройти все согласования и утверждения многочисленных документов сначала в министерствах высшего образования и энергетики Казахской ССР, а затем и в Москве – в Минэнерго и Минвузе СССР.

В суверенный период развития Казахстана при активном участии Хисарова Б. Д. были открыты и начато обучение еще по четырем специальностям: «Приборостроение», «Информационные системы», «Информатика», «Космическая техника и технологии», на базе которых сейчас функционируют самостоятельные кафедры. Более того, заведующими 6 кафедрами АУЭС сегодня являются бывшие сотрудники «Инженерной кибернетики».

Однако деятельность Хисарова Б. Д. не ограничивалась заведованием кафедрой. Параллельно в разные годы был деканом факультета довузовской подготовки и директором колледжа «Энтел». В 1990-1991 годах его усилиями были открыты два филиала кафедры: при Атырауском институте нефти и газа и при Главном информационно-вычислительном центре Минэнерго Казахской ССР. В 1997 году при активном участии Хисарова Б. Д. заключено соглашение о сотрудничестве с Азиатским технологическим институтом (г. Бангкок, Таиланд), в котором выпускники АЭИ обучались два года в магистратуре. В 2011 году был открыт филиал кафедры «Инженерная кибернетика» в одном из структурных подразделений «Казкосмоса» – Институте космической техники и технологий. А уже в 2015 году в АУЭС создали учебно-научный центр по космическим технологиям.

И сегодня профессор Хисаров Б. Д. покоряет коллег, студентов и магистрантов своей жизненной энергией, высоким профессионализмом, организаторским талантом и человечностью – простотой и искренностью общения.

Поздравляем Вас, дорогой Булат Джантемирович, с юбилеем и желаем крепкого здоровья и творческих успехов! Вы – яркий пример высококвалифицированного специалиста и требовательного педагога!

ТРОФИМОВ ГЕРМАН ГЕННАДЬЕВИЧ

(к 75-летию со дня рождения)



Исполнилось 75 лет со дня рождения Трофимова Германа Геннадьевича. Он окончил Московский энергетический институт. Работал научным сотрудником в КазНИИ Энергетики им. Ш. Ч. Чокина. Со дня основания Алматинского энергетического института (АЭИ) в 1975 году и до настоящего времени не расстается с институтом. Здесь он прошел путь от старшего преподавателя, доцента (1978), научного руководителя научно-исследовательской лаборатории «Энергосбережение», ученого секретаря совета института до доктора технических наук, профессора (1992), заведующего кафедрой «Электрические сети и системы», ректора с 1994 года по 1996 год. За время его работы, несмотря на тяжелое для экономики республики время и сокращение финансирования,

все сотрудники института получали ежемесячную доплату от института в размере не менее оклада. Был членом коллегии Министерства образования РК, председателем учебно-методического объединения вузов РК по энергетическим специальностям.

С 1997 года работал директором Департамента эксплуатации электрических сетей Казахской компании по управлению электрическими сетями (КЕГОК), а с 1998 года - директором Департамента энергосбережения по г. Алматы.

В 1999 году был избран президентом и председателем правления созданного объединения юридических лиц - Союза инженеров-энергетиков РК, который возглавлял до ноября 2012 года. Под его руководством в Казахстане впервые был создан журнал «Энергетика» - Вестник Союза инженеров-энергетиков, где он являлся главным редактором (1990–2012).

Герман Геннадьевич Трофимов - академик Академии наук высшей школы Казахстана и Международной Академии наук высшей школы, член Международной энергетической академии. Он был председателем регионального диссертационного совета по защите диссертаций на соискание ученой степени доктора наук (1995-2009).

Трофимов Г. Г. является крупным специалистом в области электроэнергетики и энергосбережения, имеет более 250 опубликованных работ и 15 авторских свидетельств на изобретения. Награжден знаком «Изобретатель СССР». Под его руководством защищены 10 кандидатских диссертаций. Герман Геннадьевич пользуется большим авторитетом среди специалистов-энергетиков Казахстана, России и стран ближнего и дальнего зарубежья. Является экспертом Европейской экономической комиссии ООН по энергетике Казахстана, заслуженным энергетиком СНГ и Республики Казахстан. Награжден грамотами Министерства образования РК, Министерства энергетики РК и Электроэнергетического совета СНГ. В настоящее время проживает в Москве. Является экспертом по энергетике федерального реестра экспертов Министерства образования и науки Российской Федерации.

Глубокоуважаемый Герман Геннадьевич!

Позвольте поздравить Вас со знаменательным юбилеем – 75-летием! Вы, как всегда, продолжаете восхищать нас своим интеллектом, творчеством, энергией и удивительным трудолюбием. Вы согреваете всех своим душевным теплом, дарите радость и мудрость. От всей души желаем Вам крепкого здоровья, духовных и физических сил. Пусть годы оставляют только светлые воспоминания, а будущее дарит еще много счастливых лет, полных радости, добра, надежды!

БАЙПАҚБАЕВ ТҮРКІСТАН САЙДАХМЕТҰЛЫ (70 жылдық мерейтойына)



Байпақбаев Түркістан Сайдахметұлы 1947 жылы туылған, 1966 жылы Семей облысы (қазіргі Шығыс Қазақстан обл.), Үржар ауданындағы Абай атындағы қазақ орта мектебін бітірді. 1970 жылы Қазақ Мемлекеттік Университетінің физика факультетіне оқуға түсіп, 1975 жылы «Физика. Физика пәнінің оқытушысы» мамандығы бойынша бітірді. Оқу ағарту министрлігінің жолдамасы бойынша Алматы облысы, Шелек ауданы Сөгеті орта мектебінде физика пәнінің мұғалімі, оқу ісінің меңгерушісі қызметтерін атқарды. Оның физика пәнінен аудандық, облыстық олимпиадаларға дайындаған мектеп оқушылары жүлделі орындарға ие болды. Түркістан Сайдахметұлы күрестен спорт шебері, ол кісінің осы спорт түріне баптаған шәкірттері

де жүлдеден құр қалған емес.

Түркістан Сайдахметұлы Алматы энергетика және байланыс институтында еңбек жолын 1977 жылы ассистенттік қызметтен бастады. 2010 жылы кандидаттық диссертациясын табысты қорғады. Қазіргі таңда Т.С. Байпақбаев техника ғылымдарының кандидаты, АЭЖБУ физика кафедрасының доценті.

Т. С. Байпақбаев алғашқылардың бірі болып кафедрада студенттерді қазақ тілінде оқыту үрдісінің жұмыстарын ұйымдастырды, қазақ тілінде бірнеше оқу-әдістемелік құралдардың, ғылыми мақалалардың авторы. Түркістан Сайдахметұлының авторлығымен «Жалпы физика курсының есептер жинағы» атты оқу құралы 2015 жылы баспадан шықты.

Түркістан Сайдахметұлы көп жылдар бойы университеттің кәсіподақ комитетінің мүшесі, жылу энергетика факультетінің Ғылыми Кеңесінің мүшесі қызметтерін атқарды. Оның жетекшілігімен университетіміздің студенттері бірнеше рет республикалық пәндік олимпиадаларда жүлделі орындарға ие болды.

Түркістан Сайдахметұлын әріптестері, студенттері жоғары оқу орнында ғылыми-педагогикалық тәжірибесі мол, жас ұстаздардың тәлімгер ақылшысы, ұлағатты ұстаз ретінде таниды.

Құрметті Түркістан Сайдахметұлы!

Сізді шын жүректен мерейлі 70 жасыңызбен құттықтаймыз!!!

Деніңізге саулық, отбасыңызға амандық, бақытты ғұмыр тілейміз!!!

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Требования к оформлению статей

1. Статья должна быть оформлена в строгом соответствии с ГОСТ 7.5-98 «Журналы, сборники, информационные издания. Издательское оформление публикуемых материалов».

2. Материалы предоставляются в печатном (1 экз.) и электронном виде, редактор Word А4 с полями - верхнее и нижнее – 2 см, левое – 3 см, правое – 1,5 см, шрифт Times New Roman, кегль 12, интервал одинарный.

Последовательность элементов издательского оформления материалов следующая:

– код МРНТИ (Межгосударственный рубрикатор научно-технической информации) ставится в верхнем левом углу первой страницы;

– инициалы и фамилии авторов обычным жирным шрифтом, затем на следующей строчке – название организации(ий), в которой выполнена работа, город, страна;

– заглавие публикуемого материала (прописными буквами, полужирный, кегль 12, абзац центрированный);

– аннотация (100-150 слов, приводится на языке текста публикуемого материала, кегль №11);

– Ключевые слова по тематике (примерно 6 одиночные слова или 3-4 словосочетаний, кегль №11);

– текст статьи (кегель №12).;

– СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (в соответствии с ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления» (не более 12 наименований), ссылки размещаются по мере упоминания в тексте;

– список литературы на английском языке (REFERENCES) для других БАЗ ДАННЫХ полностью отдельным блоком, повторяя список литературы к русскоязычной части, независимо от того, имеются или нет в нем иностранные источники. В REFERENCES не используются разделительные знаки («//» и «—»). Название источника пишется курсивом, следом жирным шрифтом – год издания, затем номер издания и номера страниц и выходные данные (все отделяется запятой). В конце в скобках указать язык статьи;

– резюме (100-150 слов) на двух языках, отличающихся от языка статьи. Посередине страницы пишется: 1) название статьи; 2) авторы; 3) название организации; с красной строки – Аннотация, после – Ключевые слова (кегель №11).

3. Рисунки и графики должны располагаться по тексту, после ссылки на них, без сокращения: например: "Рисунок 1 - Название (под рисунком)". Рисунки выполняются в режиме Paint (Paintbrush). Графики, диаграммы, гистограммы - в режиме Microsoft Excel, с разрешением не менее 300 dpi. Математические, физические и другие обозначения и формулы набираются в режиме редактора формул (Microsoft Equation), наклонным шрифтом и располагаются по центру. Номера формул проставляются у правого края страницы в круглых скобках.

4. Общий объем рукописи, включая аннотации, резюме и с учетом рисунков и таблиц не более 5-8 страниц.

5. Статья, в обязательном порядке, подписывается всеми авторами (не более четырех авторов) в нижнем правом углу на каждой странице текста, ставится дата. В случае переработки статьи техническим редактором журнала датой поступления считается дата получения редакцией окончательного варианта. В одном номере журнала допускается публикация не более 2 статей одного автора.

6. На отдельном листе следует привести сведения об авторах: Ф.И.О. полностью, почтовый адрес, e-mail, место работы, должность, служебный и домашний телефоны.

7. К статье обязательно прилагаются рецензии 2-х независимых ученых (внешняя и внутренняя), которые не входят в состав редакционной коллегии журнала и ведут исследования в областях, близких с тематикой статьи.

8. Для каждой статьи заполняется экспертное заключение о возможности опубликования, утвержденное проректором по НР.

9. На основании экспертных заключений редколлегия принимает решение: о публикации материала в представленном виде; о необходимости доработки; об отклонении.

10. Рукопись, направленная авторам на доработку, должна быть возвращена в исправленном виде в срок не более 10 рабочих дней. По истечении этого срока она рассматривается как вновь поступившая. К переработанной рукописи необходимо приложить письмо от авторов, описывающее сделанные исправления и содержащее ответы на все замечания рецензентов.

11. Рукопись, получившая отрицательные оценки при рецензировании, отклоняется как не соответствующая уровню публикаций. Рукописи авторам не возвращаются. Редакция вправе не вступать в переписку с автором относительно причин (оснований) отказа в публикации статьи. Редакция оставляет за собой право, в необходимых случаях проводить сокращения и редакторскую правку статей. После публикации автор может получить копию статьи в формате PDF. Редакция соблюдает редакционную этику и не раскрывает без согласия автора процесс работы над статьей в издательстве (не обсуждает с кем-либо достоинства или недостатки работы, замечания и исправления в них, не знакомит с внутренними рецензиями).

Реквизиты для оплаты:

Некоммерческое акционерное общество «Алматинский университет энергетики и связи»

050013, г.Алматы, ул.Байтурсынова, 126

ИИК KZ60856000000005121 в АО «Банк ЦентрКредит», г.Алматы

БИК КСЖВКЗКХ

БИН 030 640 003 269

КБЕ 17, КНП 851



Подписной индекс - 74108