

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
ПАВЛОДАРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМ. С. ТОРАЙГЫРОВА



1'2001

**НАУКА И ТЕХНИКА
КАЗАХСТАНА**



**КАЗАХСТАН
ҒЫЛЫМЫ МЕН ТЕХНИКАСЫ**

10-/tmiito

**НЕЗАВИСИМОСТИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
посвящается**



МАЗМҰНЫ

Қазақстан Республикасы Премьер-Министрінің орынбасары И.Н. Тасмағамбетовтың кіріспе сөзі 5

Жаратылыстану ғылымдары
Е.Е. Ергожин
Қайта түзілдіргіш қышқыл ионалмастырғыштар (қазіргі жағдайы, көкейкесті мәсележрі жәнз болашақ дамуының мүмкіндіктері).....6
К. Қажьімурат
Қазақстан ғылымының даму тарихынан очерктер 37
З.М.Молдахметов, А.М.Ғазалиев, С.Д.Ғазылов, О.А.Нуркегюв
Туберкудазбен карсы күресу құралдарын шығаруда синтон ретінде қолданылатын алкалоидтар 64
Б.Н. Дроботун
Фактор-жүйелерді күру мәсележрі женінде73
А.Б. Баешов, М.Ж. Жүрінов
Құрамына фосфор шпзілгш ешркәсіп енімдерін өвде^дің электрхимиялық әдістері жөш металл фексфидтерінің синтезі.....79
А. Пухулы, Х.Қ. Останов
Сулы ерітіндідегі унигиолдың термодинамикасы 86
С.А. Әбдіманапов
Қазіргі заман университеттерінде ғыдыми-зерттеу жұмыстарды дамыту жөж оларды ұйымдастырудың вгізгі бағыттары 90
С.Г. Еслямов, М.Ф. Баймухамбетов
Акпараттық телебайланыс жүйелврінің базалық құрылымдарының жасалуы мен таддауы.....95

Техникалық ғылымдар
А.С. Сагынов
Табиғи ресурстарды үшмда' мея пайдалы қазбаларды өнд^дің техноэкологиясы104
Е. Нус інов
Каспий өңірінің гдинамикалық мониторингісінің қазіргі міндеттері мш болашақ дамуы110
Г.Ж. Дәукеев
Телебайланыс саласы мамавдарын дайындаудың қазіргі жағдайы, болашақтағы міндеттері122
А. Нуржауов, Г. Ибрагимова
Донғалақты трактор козғалтқыштары тенселуіш кедергі күші129

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Арын Е.М., д.э.н., проф. (председатель)
Гамарник Г.Н., д.т.н., проф.
Даукеев Г.Ж., к.т.н., проф.
Ергожин Е.Е., д.х.н., проф., академик НАН РК
Журинов М.Ж., д.х.н., проф., академик НАН РК
Нусипов Е.Н., к.т.н., проф.
Пивень Г.Г., д.т.н., проф.
Сагинов А.С., д.т.н., проф., академик НАН РК
Шаймарданов Ж.К., д.б.н., проф.

Адрес редакции;
637034, г. Павлодар,
v.Т Ломова, 64.
Тел.: (3182) 45-11-43
(3182) 45-06-74
Факс: (3182) 45-11-23
E-mail: publish@psu.pvl.kz
nauka@psu.pvl.kz

I \ M ^ 2 0 0 1

J) шП EI
ш а.

<i>М.Р. Нургожи, Т.Я. Кацага</i>	
Имитациялық модельдеу мен механикалық күйрету негізінде дөңкерлеу арқылы жасалған көтеретін металконструкцияларды есептеудің автоматтандырылған әдісі сипатталада.....	134
<i>С.И. Гамазин, А.Б. Кувалдин, Е.В. Птицына</i>	
Жарықтандыру қондырғылары мш инфрақызыл жалыту қондырғыларының тиімділігін жоғарылату мәселелері жөнінде.....	144
<i>М.К.Кудерин, Г.И.Авдеев, В.Ф.Стрельцов</i>	
Интенсивті бөлек технологияның Павлодарлық варианты туралы.....	151
<i>А.В. Чередниченко, Л.К.Павленко, М.В. Чередниченко, А.П.Кислов</i>	
Қуысты вакуумды плазмотрондардың аэрозиялы жағдайдағы жұмысын эксперименталды зерттеуі.....	160
<i>Ф.К. Бойко, Е.В. Птицына, С.А. Киряев</i>	
Графиттандыру және күйдіру технологиялық процестерінде, күрделі токтарды қолдану.....	170
<i>Б. У.Рыскелдинов, Х.А.Юсупов, Э.И.Альзамарова</i>	
Кен қабаттарындағы өндірістің тиімділігін арттыру мәселелері жөнінде.....	176
<i>Б.Б. Өтегулов, В.В.Ткаченко</i>	
Маусымдық тұтынушыларға арналған кергоч 380В таратқыш тораптардың тиімділігін жоғарылату.....	179
<i>С. К. Елмуратов, А. Ф. Елмуратова</i>	
Гидравликалық вибротетіктердің тұрақты жұмыс режимдерінің синтезі.....	182
<i>А.И. Алиферов, Т.Е. Хацевская</i>	
Кентермиялық электрпештердің тұрақтанбаған технологиялық процестерінің идентификациялау әдісімен үлгіжнуі.....	189
<i>А.Ф. Проскуряков</i>	
СББ тетіктері бар станоктардың өлшемдік байланыстарын талдау.....	198
<i>А.И. Глазырин, А.А. Глазырин</i>	
Жылыту жүйелерінің ластануы және оларды тазалайтын ертінділерді зерттеу.....	205
Ақпарат	
Біздің авторлар.....	212
Авторларға арналған ережелер.....	214

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Нухулы А., д.х.н., проф. (главный редактор)
 Кислов А.П., к.т.н., доц. (зам.гл.редактора)
 Елмуратова А.Ф., к.т.н., доц. (ответ, секретарь)
 Абдыманапов С.А., д.п.н., проф.
 Баимбетов Ф.Б., д.ф.-м.н., проф., чл.-корр. НАН РК
 Газалиев А.М., д.х.н., проф., чл.-корр. НАН РК
 Глазырин А.И., д.т.н.
 Кудерин М.К., к.т.н., доц.
 Сериков Э.А., к.т.н., проф.
 Утегулов Б.Б., д.т.н., проф.
 Царенко Л.А. (тех.секретарь)

Издание зарегистрировано
 Министерством культуры,
 информации и общественно-
 го согласия Республики Ка-
 захстан. Свидетельство о по-
 становке на учет средства
 массовой информации
 №1924-Ж.

СОДЕРЖАНИЕ

№	1	^ 2 0 0 1	
<	<	X C. o	Вступительное слово заместителя Премьер-Министра Республики Казахстан И.Н. Тасмагамбетова 5
	M E Ш	E D S	Естественные науки
	<	O <	<i>Е.Е. Ергожин</i>
X		O 5	Окислительно-восстановительные ионообменники. Состояние, проблемы и перспективы развития..... 6
X	O	P U <	<i>К. Кажымурат</i>
Ш	X	O Ш	Очерки истории развития науки Казахстана 37
	<	Ч: Ш	<i>З.М.Мулдахметов, А.М.Газалиев,</i>
	<	O Ш S	<i>С.Д.Фазылов, О.А.Нуркенов</i>
	<	< >	Алкалоиды как синтоны в поиске новых противотуберкулезных средств..... 64
	Г O	X U	<i>Б.Н. Дроботун</i>
<	^	S B X	К вопросу построения фактор-систем..... 73
			<i>А.Б. Баешов, М.Ж. Журинов</i>
			Электрохимические методы переработки фосфорсодержащих промпродуктов и синтез фосфидов металлов..... 79
			<i>А. Нухулы, Х.К. Оспанов</i>
			Термодинамика унитиола в водном растворе. 86
			<i>С.А. Абдыманапов</i>
			Основные направления и формы организации научных исследований в современных университетах..... 90
			<i>С.Г. Еслямов, М.Ф. Баймухамбетов</i>
			Построение и анализ базовых структур информационно-телекоммуникационных систем..... 95
			Технические науки
			<i>А. С. Сагинов</i>
			Проблемы ресурсосбережения и технологии разработки полезных ископаемых..... 104
			<i>Е.Н. Нусипов</i>
			Задачи и проблемы гидродинамического мониторинга Прикаспия Казахстана..... 110
			<i>Г.Ж. Даукеев</i>
			О состоянии, проблемах и перспективах подготовки специалистов в области телекоммуникаций..... 122
			<i>А.Н. Нуржауов, Г. Е. Ибрагимова</i>
			Сила сопротивления качению движителей колесного трактора..... 129

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели.

Мнение авторов публикаций не всегда совпадает с мнением редакции.

Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов.

Рукописи не возвращаются.

При использовании материалов журнала ссылка на «Науку и технику Казахстана» обязательна.

6 НАУКА И ТЕХНИКА КАЗАХСТАНА

1 \ M	-ГОСИ	<i>М.Р. Нургужин, Я. . Кацага</i>	Метод автоматизированного расчета крановых металлоконструкций с трещиноподобными дефектами.....134
<	<	<i>С.И. Гамаиц А.Б. Кувалдин, Птицына Е.В.</i>	К вопросу о повышении эффективности осветительных установок и установок инфракрасного нагрева144
<	<	<i>М.К.Кудерин, Г.И.Авдеев, В.Ф.Стрельцов</i>	К вопросу о павлодарском варианте интенсивной раздельной технологии.....151
X	O	<i>А. В. Чередниченко, Л.К.Павленко, М.В. Чередниченко, А.П.Кислое</i>	Экспериментальные исследования малоэрозионных пусковых режимов полых катодов вакуумных плазмотронов.....160
Ш	X	<i>Ф.К. Бойко, Е.В. Птицына, С. А. Киряев</i>	Применение токов сложной формы в технологических процессах графитизации и обжига.....170
<	ГО	<i>Б. У. Раскильдинов, Х.А. Юсупов, Э.И. Альзамарова</i>	К вопросу повышения эффективности отработки рудных залежей.....176
<	<	<i>Б. Б. Утегулов, В.В. Якаченко</i>	Повышение эффективности распределительных сетей напряжением 380 В сезонных потребителей.....179
<	<	<i>С.К. Ельмуратов, А. Ф. Ельмуратова</i>	Синтез устойчивых режимов работы гидравлических виброисточников.....182
<	<	<i>А.И. Алиферов, Я.В. Хищевская</i>	Методы выравнивания температурного поля в токоведущих проводниках произвольной конфигурации.....189
		<i>А. Ф. Проскураков</i>	Анализ размерных связей в станках с устройством ЧПУ.....198
		<i>А.И. Глазырин, А.А. Глазырин</i>	Загрязнение систем отопления и исследование моющих растворов для их удаления.....205
		Информация	
		Наши авторы.....	212
		Сведения для авторов.....	214

КОРРЕКТОРЫ:
К.К. Жакаева (каз.)
Н.Ф. Крылова (рус.)

ДИЗАЙН И ВЕРСТКА
Е.В. Ткачев

Уважаемые читатели!

XXI век стремительно врывается в нашу жизнь, и сегодня как никогда становится важным развитие научного и интеллектуального потенциала страны.

Президент Республики Казахстан Н.Л.Назарбаев в своем выступлении на Съезде работников науки и образования говорил о необходимости уделять особое внимание подготовке инженерно-технических кадров. В этой связи выпуск нового журнала "Наука и техника Казахстана" отвечает современным тенденциям и является реальным шагом на пути к реализации указанным Главой государства задач. Выход в свет любого научного издания — большое событие, рождение же нового журнала "Наука и техника Казахстана" заслуживает всяческого одобрения и приветствия.

Примечательно, что журнал издается ведущим вузом Павлодарского региона, являющегося родиной выдающихся личностей, внесших огромный вклад в развитие технических наук, таких как основоположник и первый Президент Академии наук Казахстана, академик К.И. Сатпаев, Хальщ Қаһармань, академик Ш. Ч. Чокин, Герой Социалистического труда, академик А. С. Сагинов и других.

Глубоко символично, что журнал выходит в преддверии знаменательной даты - 10-летия Независимости Казахстана, поскольку процветание страны, ее движение по пути коренных социально-экономических преобразований немислимо без научно-технического прогресса, без развития интеллектуального потенциала.

Надеюсь, что журнал станет подлинным центром, аккумулирующим новейшие достижения науки и техники, и сыграет решающую роль в пропаганде современной научно-технической информации, ведущих научных идей и инновационных технологий. Думаю, что он выполнит важную миссию в деле интеграции науки и образования и займет достойное место в ряду научных изданий республиканского значения.

Желаю читателям и редакции журнала больших творческих успехов и процветания!

Заместитель
Премьер-Министра
Республики Казахстан



И.Н.Тасмагамбетов

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

УДК 542.91-036.6/8

**ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ
ИОНООБМЕННИКИ.
СОСТОЯНИЕ, ПРОБЛЕМЫ
И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ**

Е.Е. Ергожин

Институт химических наук МОН РК

Мақалада қайта түзілдіргіш қышқыл полимерлердің синтезделуі, зерттелуі және олардың өнеркәсіпте пайдалануы аумағында қол жеткен жетістіктер жйынтықталып, осы класқа жататын цосылыстарды бұдан әрі дамытудың біздің республикамыздағы болашағы сілтенген.

В статье обобщены основные достижения в области синтеза, изучения и применения окислительно-восстановительных полимеров, а также перспективы развития этого класса соединений в республике.

The article generalizes basic achievements in the field of synthesis, research and use of oxidizing-and-deoxidizing polymers, and also prospects of development of this class of compounds in Kazakhstan.

Окислительно-восстановительные полимеры, или редоксполимеры, являются довольно интересной областью химии высокомолекулярных соединений [1-7]. Такие полимеры функционируют по двойственному механизму: участвуют в реакциях обратимого окисления-восстановления, а также ионного обмена или комплексообразования, не случайно предлагается понятие «окислительно-восстановительная сорбция» для описания широкого круга явлений, выходящих за рамки традиционных.

Способы их получения включают известные методы химии полимеров; полимеризация, поликонден-

сация соответствующих мономеров, химическая модификация макромолекул соединениями, способными к обратимому окислению-восстановлению. Наиболее часто в качестве таких веществ используют хиноны, ди- и триоксибензолы и их производные, а также соединения, содержащие пиридиниевые, ониевые, тильные и другие группы.

Возможность к регенерации и многократному использованию компенсирует все первоначальные затраты на получение редокситов и делает их перспективным классом высокомолекулярных соединений. Однако пути их получения остаются зачастую труднореализуемыми,

отличаются многостадийностью, необходимостью проведения процесса в агрессивных средах, при повышенных температурах и давлении. Все это не позволяет получить функционально однородные и селективные ионообменники.

Круг промышленных редокс-ионитов ограничен несколькими типами, и технология их производства не всегда удобна для реализации в промышленном масштабе. Остро стоит вопрос поиска пригодных для этих целей мономеров, отличающихся и достаточной реакционной способностью, и доступностью, и дешевизной. Последнее может быть реализовано только в случае использования местного сырья, например, винилового эфира моноэтаноламина, характеризующегося достаточной реакционной способностью первичной аминогруппы. К ним могут быть также отнесены ароматические нитрилы и цианпи-

ридины, способы синтеза которых были разработаны в Институте химических наук им. А.Б.Бектурова под руководством академика НАН РК Б.В.Суворова и члена-корреспондента НАН РК Д.Х.Сембаева. Полимеры на их основе отличаются ценными характеристиками, однако для получения ионообменных и окислительно-восстановительных полимеров они практически не использовались.

Перспективным остается использование промышленных ионитов, содержащих реакционноспособные группы, пригодные для модификации, например, первичные или вторичные аминогруппы, гидроксильные и т.п.

В статье обобщены основные достижения в области синтеза, изучения и применения окислительно-восстановительных полимеров, а также перспективы развития этого класса соединений в республике.

Синтез и исследование полиаминохинонов

Перспективными для получения селективных ионообменных и окислительно-восстановительных полимеров являются высокомолекулярные соединения, содержащие в своей структуре первичные или вторичные аминогруппы [5-10].

Синтез окислительно-восстановительных полимеров осуществляли химической модификацией слабоосновных анионитов соединениями, способными к реакциям обратимого окисления-восстановления. В качестве исходных полиаминонов использовали полимеры, содержащие первичную или вторичную

аминогруппу, присоединенную непосредственно к ароматическому ядру: аминосополимеры стирола с диенами гелевой, макропористой и макросетчатой структуры (ПАС); присоединенную к ароматическому ядру через метиленовые мостики - поливинилбензиламин линейной и пространственной структуры (ПВБА); присоединенную к другим полимерным матрицам; полифениленизоцианату-полиродананилин (ПРА), полиметиленовой цепи - полиэтиленимин (ПЭИ), полиэтиленполиамин (ПЭПА), поликеилиленовой цепи-поликсилиленполиа-

мин (ПКПА) и промышленные слабоосновные аниониты (ЭДЭ-10П, АН-21 и др.) [8].

Выбор названных объектов исследования был обусловлен простотой их получения и доступностью исходных реагентов (ПРА), высокой реакционной способностью первичных аминогрупп (ПВБА) или значительной проницаемостью полимерных сеток (макросетчатый ПАС), высоким содержанием реакционноспособных аминогрупп, благодаря малому относительному содержанию инертной полимерной матрицы (ПЭИ, ПЭПА). Остальные полиамины взяты для сравнения, с целью установления влияния природы исходного полимера на реакционную способность присоединенных к нему первичных аминогрупп.

В процессе синтеза редокситов на основе полиаминов рассмотрено влияние строения полимерной матрицы на реакционную способность первичных аминогрупп, природы редоксагента на структуру и свойства образующихся продуктов.

В качестве редоксагентов использованы хиноны различного строения, имеющие благодаря этому различный окислительно-восстановительный потенциал: о- и п-хиноны (Х), 1,2- и 1,4-нафтохиноны (НФХ), 9,10-антрахинон (АХ), тетрахлор-п-бензохинон (хлоранил) (ХА), тетрахлор-о-бензохинон (ТХБХ или о-ХА), 2,3-дихлор-5,6-дицианбензохинон (ТХЦБХ).

Обходе реакции судили по данным элементного анализа, ИК-ЭПР-спектроскопии, определению окислительно-восстановительной и

анионообменной емкости конечных продуктов, данным потенциометрического кислотно-основного и окислительно-восстановительного титрования.

Исследование условий взаимодействия одно- и многоядерных хинонов с аминополимерами и кинетики процесса показало, что степени превращения аминополимеров уменьшаются в ряду п-хинон > 1,4-нафто- > антрахинон. Это обусловлено, по-видимому, уменьшением реакционной способности при переходе от хинона, не являющегося ароматическим соединением и характеризующегося относительно малой дополнительной энергией стабилизации за счет энергии резонанса (в единицах β) 1,318, к нафтохинону. В последнем, благодаря сопряжению ненасыщенного хиноидного кольца с ароматическим, энергия резонанса возрастает до 3,281. Максимальной величины 5,239 она достигает в антрахиноне, приближая его по этому показателю к ароматическим соединениям: в нем хиноидная система сопряжена с двумя ароматическими ядрами, что значительно снижает ненасыщенность этого соединения и его реакционную способность в исследуемом процессе. Об этом же свидетельствуют и значения энергий активации, рассчитанные из кинетических кривых взаимодействия аминополимеров с этими соединениями (таблица 1).

Положение карбониллов в хиноидном кольце относительно друг друга также существенно влияет на их реакционную способность в реакциях 1,4-присоединения: она

выше в случае о-производных как для хинонов, так и нафтохинонов (таблица 2). Более высокие показатели в случае восстановительного присоединения полиаминов к о-хинонам могут быть обус-

ловлены более высокой окисляющей способностью о-хинонов, хотя наряду с этим немаловажное значение имеет активация атома кислорода карбонила, имеющего в о-положении аналогичный заместитель,

Таблица 1

Энергии активации (E_a) взаимодействия одно- и многоядерных хинонов с полиаминами

Поли-амин	E_a , г кДж-моль		
	п-Хинон	1>4~Нафтохинон	9>1 ^" Антрахинон
ПАС	42,9	57,0	78,7
ПВБА	37,2	52,3	72,5
ПРА	39,7	54,0	76,2
ПЭИ	32,2	46,5	67,4
ПЭПА	31,9	42,0	65,0

Таблица 2

Конверсия слабоосновных полиаминов при конденсации с хинонами (X) и нафтохинонами (НФХ) и значения окислительно-восстановительных потенциалов редокситов на их основе (78°, 2ч)

Поли-амин	Конверсия, %		$E_0/2>MB$	
	о-Х(НФХ)	п-Х(НФХ)	о-Х(НФХ)	п-Х(НФХ)
ПАС	67,0/54,3	60,0/48,0	783/560	707/456
ПВБА	90,2/69,0	85,0/62,9	769/570	724/463
ПРА	67,3/54,7	60,2/48,0	787/565	710/453
ПЭИ	98,7/86,0	91,0/80,0	763/575	726/469
ПЭПА	95,0/84,0	88,5/78,8	765/570	725/467

На основании данных квантовохимических расчетов электронного строения хинонов, их взаимодействия с модельными частицами, являющимися нуклеофилами, электрофилами или радикалами, установлено, что хиноны предпочитают реагировать с нуклеофилами, причем взаимодействие протекает по а-углеродному атому относительно карбонильного кислорода. Значения энергий нижней свободной молекулярной орбитали при переходе от одно- к многоядерным

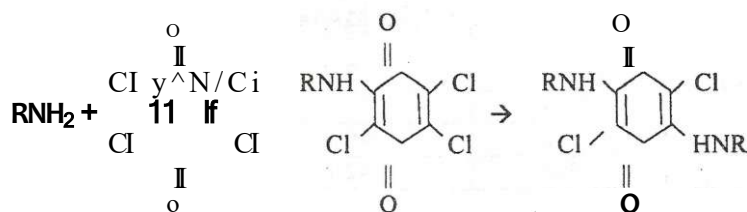
хинонам понижаются, свидетельствуя о возрастании прочности я-комплексов в процессе взаимодействия с нуклеофильными реагентами. Еще более низкие значения они приобретают при взаимодействии нуклеофилов с хлорхинонами, т.е. электроноакцепторные свойства последних наиболее сильные.

Данные элементного анализа, ИК-спектроскопии подтверждают предполагаемый механизм взаимодействия и структуру образующихся соединений. При отсутствии

в реакционной смеси избытка хинона удастся выделить продукты восстановительного присоединения полиаминов к хинону - полиаминогидрохиноны. ИК-спектры их характеризуются отсутствием хиноидной полосы.

Несколько иной характер носит взаимодействие галоидза-

менных хинонов (о-, п-хлорхинонов, их дицианпроизводных) с полиаминами. Исследования показали, что реакция имеет место только в щелочной среде в присутствии, например, ацетата натрия. В этом случае скорее всего имеет место нуклеофильное замещение по механизму S_N2Ar :



Образование полимерных дизамещенных производных хлорхинонов подтверждено данными элементного анализа.

Влияние природы полимерной матрицы аминсоединения и редоксагента на кинетику их взаимодействия иллюстрируется данными табл.3.

По значениям энергии активации видно, что с наибольшей скоростью и конверсией процесс протекает с жирными (ПЭИ, ПЭПА) и жирноароматическими (ПВБА) полиаминами, с ароматическими полиаминами (ПАС, ПРА) скорость

реакции и конверсия значительно ниже. Хлоранит отличается более высокой реакционной способностью по сравнению с хиноном: энергии активации, рассчитанные из Аррениуссовской зависимости $\lg k$ от обратной температуры составляют 26,2 и 42,9 кДж/моль соответственно. Это, по-видимому, обусловлено электроноакцепторными свойствами атомов хлора.

Закономерное возрастание энергии активации реакции хинонов с полиаминами при переходе от жирных, к жирноароматическим и ароматическим (ПЭИ=ПЭПА>ПВ-

Таблица 3

Энергии активации конденсации полиаминов с хиноном и тетрахлорбензохиноном и значения редоксемкостей полиаминохинонов

Полиамин		ПАС	ПРА	ПВБА	ПЭИ	ПЭПА
Е _{акт/О В Е} ,	Х	42,9/2,6	39,7/4,0	37,2/4,8	32,2/5,8	31,9/5,7
кДж/моль/мг-экв/г	ХА	26,2/3,8	25,5/4,6	19,7/5,6	13,2/7,0	13,5/6,5

№.1, .2001г.

БА>ПАС>ПРА) обусловлено, по-видимому, более низкой нуклеофильностью ПАС и ПРА по сравнению с остальными полиаминами из-за включения свободной электронной пары аминогрупп в систему сопряжения с электронами ароматического кольца, следствием чего является их более низкая реакционная способность в изучаемом процессе. Устранение эффекта сопряжения первичной аминогруппы ПВБА с ароматическим кольцом, благодаря наличию $-CH_2-$ групп и сведение его отчасти к индукционному, способствует повышению нуклеофильности и реакционной способности этого полимера. Первичные аминогруппы алифатических полиаминов отличаются наибольшей электроотрицательностью благодаря положительному индукционному влиянию атомов водорода по полимерной $-CH_2-CH-$ цепи.

В зависимости от природы исходного аминосоединения и субстрата образцы имели редоксемкость по 0,1н раствору $Fe_2(SO_4)_3$ ОТ 2,4 до 7,0 мг-экв/г, анионообменную емкость - 1,1-1,7 мг-экв/г. Окислительно-восстановительный потенциал редокситов на основе хлоранила, хинона, нафтохинона и антрахинона составляет соответственно 750-764, 700-708, 450-463 и 150-156 мВ. Наиболее высокие значения он принимает для цианзамещенных хлорхинонов и о-хинонов 950-986 и 850-868 мВ. Полимерные органические редоксисистемы с таким высоким редокспотенциалом ранее в литературе не были описаны и получены нами впервые.

Изменение характера ИК-спектров исходных полиаминов по сравнению с продуктами конденсации также свидетельствует о протекании процесса в указанном направлении.

Образование аминохиноидной структуры с сопряженными связями подтверждено также спектрами ЭПР редокситов в присутствии и отсутствии ионов меди: они одинаковы для образцов с металлом и без него и представляют собой узкий симметричный синглет различной интенсивности с g -фактором 2,003 и шириной линий 6-8э, без сверхтонкой структуры. Узость сигналов ЭПР и отсутствие сверхтонкой структуры указывает на большую степень делокализации неспаренных электронов по полимерной цепочке. Уменьшение же интенсивности сигналов в образцах без металла свидетельствует о том, что парамагнитное состояние образцов не является основным.

Разработанный нами метод синтеза окислительно-восстановительных полимеров на основе полиаминов и хинонов удобен для получения полиаминохинонов на основе промышленных слабоосновных анионитов, поскольку обеспечивает получение редокситов в одну стадию, что представляется перспективным для серийной наработки таких соединений. Это особенно важно в связи с тем, что производимые в промышленном масштабе редоксиониты представляют собой зачистую аниониты или катиониты с нанесенными на их поверхность ионами металлов соответствующей ва-

лентности или анионов, которые вымываются в процессе эксплуатации и загрязняют фильтрат. В связи с этим наблюдается также падение редоксемкости по мере использования редоксита.

Объектами исследования служили промышленные слабоосновные аниониты АН-1, АН-21, АН-2Ф, АН-82, ЭДЭ-10П. Взаимодей-

ствие анионитов с хинонами и их производными изучали при температурах 40-78° в присутствии 3-5 мольного избытка редоксагента в спирто-диоксановой или диметилформамидной среде. Образцы с высокой редоксемкостью образуются при кипении смеси растворителей в течение 1,5-5 ч в зависимости от структуры исходного анионита.

Синтез и исследование редоксполиамфолитов

Известны окислительно-восстановительные полимеры, содержащие анионообменные и катионообменные группы [1]. Наличие гидрофильных центров в матрице электрононообменника увеличивает влагоемкость макромолекул, что способствует возрастанию скорости диффузии водных растворов реагентов к активным центрам редоксита. Кроме того, это позволит проводить процессы окисления-восстановления и сорбции ионов металлов переменной валентности в одну стадию. Однако в литературе отсутствуют данные о синтезе редоксполимеров, обладающих амфотерными свойствами. Редоксполиамфолиты, новый класс редоксионитов, отличительной особенностью которых является одновременное присутствие групп кислотного и основного типа. Такие редоксполиамфолиты были получены нами конденсацией полиаминохинонов (со степенью замещения 30-70%) с галоидуксусными кислотами или гипофосфитом натрия в присутствии формальдегида и сильной кислоты [3].

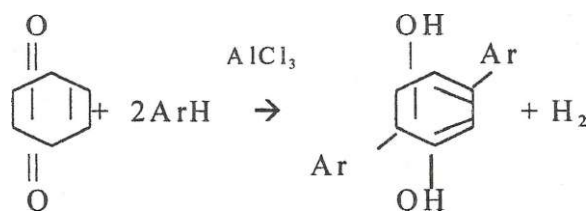
Кривые потенциометрического титрования характеризуют полученные редоксиониты как амфотерные с константами ионизации 3,3 и 7,2 в случае фосфорилированных образцов 5,8; 8,7 - иминодиацетатных. Полиамфолитный характер этих редокситов доказывается изменением набухаемости образцов в зависимости от рН: наличие минимума на кривых соответствует образованию внутрисолевых связей в макромолекуле, что характерно для амфотерных ионитов. Ионы переходных металлов сорбируются предпочтительнее в слабокислой среде, чем в нейтральной, что характерно для ионитов такого типа.

Структура и свойства образующихся макромолекул подтверждены данными элементного анализа ИК-спектроскопии исследованием кислотно-основных, сорбционных и редокс-показателей. Исследования показали, что высокомолекулярные соединения, содержащие первичные аминогруппы, являются довольно перспективными объектами для целей направленной химической модификации.

Одностадийный метод синтеза редокситов

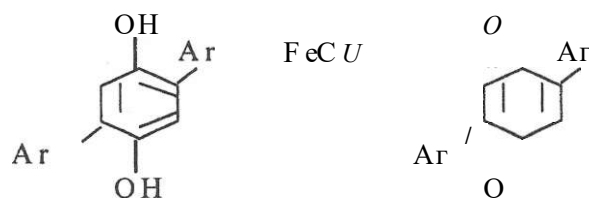
Как видно, в большинстве случаев для синтеза редокситов активизируют ароматическое ядро введением реакционноспособных -CH₂Hal, -NH₂, OH и других групп. Это осложняет процесс получения редокситов. В связи с этим нами впервые разработан одностадийный метод получения хиноидных окислительно-восстановительных полимеров.

В основу метода положена реакция взаимодействия ароматических соединений с хинонами в условиях реакции Фриделя-Крафтса. Конденсация ароматических углеводородов с хинонами в присутствии катализаторов Фриделя-Крафтса приводит к образованию диарилгидрохинонов. При этом хиноидная группа служит акцептором части выделяющегося водорода:



Замещения с образованием монопроизводного не происходит. 2,5-диарилгидрохиноны легко превращаются в соответствующие хи-

ноны при окислении Fe³⁺ в уксусной кислоте, хромовой кислотой и другими окислителями, а также избытком самого хинона:



В качестве растворителей в этой реакции используют сероводород, само ароматическое соединение, бензол, и другие. Хлористый алюминий и другие катализаторы

реагируют с хинонами с образованием устойчивых комплексов, выделяющихся по мере протекания процесса.

Взаимодействие хинонов с

поледвиңціароматическими соединениями происходит только в тех растворителях, где происходит образование комплекса хинон-катализатор и растворение или набухание исходного полимера, при этом реакционная смесь приобретает характерную для каждого комплекса окраску. Изменение внешнего вида гранул и характера ИК-спектров конечных продуктов имело место только в дихлорэтаноле и нитробензоле.

Для всех образующихся комплексов хинон-катализатор наблюдаются изменения в ИКС по сравнению со спектрами исходных хинонов: смещение полосы валентных колебаний $C=O$ до 1765 (против 1735 $см^{-1}$); значительное расширение полосы хиноидного поглощения и смещение его в низкочастотную область до 1635 (против 1650 $см^{-1}$); появление полосы 1210 $см^{-1}$ значительной интенсивности, характеризующей валентные колебания фенольного $-C-O-$; появление сильной полосы при 1505 $см^{-1}$, характерной для плоскостных колебаний скелета ароматического кольца. Полученные данные подтверждают образование комплекса хинон-катализатор, а появление новых полос 1505 и 1210 $см^{-1}$ в его спектре свидетельствует о более ароматическом характере образующегося соединения и уменьшении неопределенности исходного дикетона (хинона) за счет участия $C=O$ в комплексообразовании. Аналогичная картина наблюдается и для 1,2-хинона.

В нафтохиноне, где бен-

зольное кольцо, конденсированное с п-бензохиноном, уменьшает энергию системы и ослабляет сопряжение в хинонном цикле, вследствие включения одной двойной связи в ароматическое кольцо, изменения в характере спектров при комплексообразовании с галоидами металлов носят не такой ярко выраженный характер, как в случае 1,4- и 1,2-хинонов. В еще меньшей степени этот эффект проявляется в молекуле антрахинона.

Для успешного протекания процесса необходимо одновременное добавление хинона и катализатора в реакционную смесь, избыток катализатора не желателен. Введение сульфо- и фосфорнокислотных групп по описанным ранее методикам значительно повышает гидрофильность сетчатых редокситов, редоксемкость образцов составляет $0,5-1,4$ мг-экв/г, катионообменная емкость - $1,2-2,3$ мг-экв/г, значения нормальных окислительно-восстановительных потенциалов приближаются к литературным, причем для всех редокситов введение кислотных групп способствует некоторому повышению потенциала, что может быть обусловлено появлением дополнительных протонов за счет «внутреннего pH», создаваемого этими группами, которое значительно меньше, чем у внешнего раствора. Следствием этого является закономерное увеличение потенциала, т.к. в окислительно-восстановительном процессе удаление электрона должно сопровождаться потерей одного протона.

Таким образом, исследование взаимодействия хинонов с поливинилароматическими соединениями - полистиролом и сополимерами стирола и ДВБ - показало принципиальную возможность получения окислительно-восстановительных полимеров в одну стадию. Это исключает необходимость получения хлорметилированных или аминированных производных полимеров, т.е. отпадает потребность в токсичных реагентах (моноклордиметиловый эфир), в проведении процессов в агрессивных средах и жестких ус-

ловиях синтеза (нитрование и восстановление полимерных "материалов"). С помощью квантовохимических расчетов выяснен механизм взаимодействия хинона с полиаренами, протекающий через стадию активации хинона катализатором и образованием сначала π -, затем σ - комплексов. Данными элементного анализа, ИК-спектроскопии, кислотно-основного и окислительно-восстановительного потенциометрического титрования подтвержден предполагаемый ход реакции.

Ионообменные и окислительно-восстановительные полимеры на основе некоторых ароматических нитрилов

С целью расширения ассортимента ионообменных материалов и улучшения их свойств нами использованы в качестве исходных матриц полимеры и сополимеры на основе ароматических нитрилов. Ранее для этих целей такие полимеры никем не использовались.

Ароматические соединения, содержащие в своей структуре нитрильные группы, непосредственно связанные с ядром, представляют значительный интерес для синтеза полимерных материалов вследствие того, что они могут обеспечить полимерам такие ценные свойства, как термическая стабильность, парамагнетизм, способность сорбировать ионы благородных металлов и т.п. Однако синтез их недостаточно изучен, а круг исследованных мономеров довольно узок. В этом отношении бензонитрил, п-оксибензонит-

рил представляются перспективными мономерами. Последний, благодаря наличию в своей структуре $C=N$ и OH -групп и довольно подвижных атомов кольца, может вступать как в реакции полимеризации, так и поликонденсации. Использование его для синтеза полимерных материалов значительно расширяет ассортимент не только термостойких полимерных материалов, но и ионообменных смол из-за возможности дальнейшей химической модификации макромолекул на его основе. Другие нитрильные мономеры - п-аминофенилентиоцианат (родананилин), цианпиридины - представляются перспективными для синтеза анионитов различной основности в одну стадию, благодаря наличию активных групп в структуре мономера.

Растворимые редоксенты на основе сополимеров стирола и бензонитрила

Синтез окислительно-восстановительных полимеров на основе сополимеров стирола и бензонитрила осуществляли химической модификацией хлорметилированных образцов хиноном и гидрохиноном в присутствии катализаторов Фриделя-Крафтса в среде дихлорэтана или диметилформамида, растворяющих исходные реагенты [9]. Кинетические исследования показали, что реакция взаимодействия хлорметилированного сополимера стирола и бензонитрила подчиняется уравнению первого порядка с энергией активации 51,4 кДж/моль.

Способность редокситов к реакциям окисления-восстановления характеризовали окислительно-восстановительной емкостью 2,1 мг-экв/г, определением окислительно-восстановительного потенциала E_k

- 701 мВ.

Сравнение ИК-спектров модельных соединений и продуктов конденсации обнаруживает их идентичность; спектр хинона и продукта на его основе содержат интенсивную полосу поглощения карбонильных групп в 1,4-хинонах - 1680 см⁻¹.

Для ускорения процессов окисления-восстановления большое значение имеют обратимые полимерные системы с достаточной гидрофильностью. Получение таких редокситов осуществляют введением готовый продукт гидрофильных ионогенных групп путем сульфирования (pK_{a2} - 1,78 и обменной емкостью 2,1 мг-экв/г), фосфорилирования (значения pK_{a1} и pK_{a2} равны соответственно 3,0 и 6,2; полная катионообменная емкость - 2,5 мг-экв/г) или аминирования.

Окислительно-восстановительные полимеры на основе п-оксибензонитрила

Не менее интересным представляется п-оксибензонитрил для синтеза окислительно-восстановительных полимеров. Нами изучена возможность получения таких полимеров путем конденсации п-оксибензонитрила, формальдегида и ди- и триоксибензолов в присутствии катализаторов кислотного и основного типа, найдены оптимальные условия их синтеза [12].

Исследование природы катализатора показало, что одинаково высокие выходы полимеров наблюдаются в присутствии кислот, осо-

бенно серной. Несколько ниже выходы с катализаторами основного типа. Из хлоридов металлов наиболее реакционноспособным оказалось хлорное олово.

Наиболее стабильные полимеры образуются при добавлении ди- и триоксибензолов в реакционную среду на стадии гелеобразования смеси нитрила с формальдегидом в присутствии катализаторов (при температуре 60-70°C в течение 1ч для гидрохинона и пирокатехина, 1,5 ч - для пирогаллола). Режим отверждения: при 90°C - 10ч, при

110°C - 15ч.

Значения нормальных окислительно-восстановительных потенциалов для полимеров на основе гидрохинона, пирокатехина и пирогаллола составляют 741, 769 и 761 мВ, редоксемкость - 2,6; 2,2 и 2,1 мг-экв/г соответственно. Благодаря наличию нитрильной группы полимеров селективно извлекают ионы серебра: COE_{AgNO_3} достигает 60-90 мг/г смолы.

Полимеры устойчивы до 230-250°C, далее наблюдается некоторая потеря массы образцов, но окислительно-восстановительная емкость смол остается неизменной, что свидетельствует об удалении низкомолекулярных продуктов конденса-

ции. При повышении температуры выше 350- 450°C начинается термическая деструкция полимера и наблюдается понижение редоксемкости, при 900°C остается 34% остатка, не обладающего окислительно-восстановительной емкостью. Следует отметить, что в процессе термообработки смола не плавится, не меняет окраски.

Таким образом, конденсация п-оксибензонитрила с формальдегидом, ди- и триоксибензолами позволяет получить редокситы, обладающие повышенной термостабильностью, способностью наряду с окислительно-восстановительными свойствами сорбировать ионы серебра.

Редоксполимеры на основе нитрилов пиридинкарбоновых кислот

Исследование полимеризации нитрилов пиридинкарбоновых кислот в массе и в растворе показало, что они образуют полимерные продукты в присутствии катионных катализаторов. Исследования показали, что процесс протекает через ряд последовательных стадий: образование низкомолекулярного комплексного соединения между мономером и катализатором по азоту пиридиниевого кольца, окислительно-восстановительная реакция между пиридиниевым кольцом и атомом металла-комплексобразователя и пиролиз координационных соединений, сопровождающийся выходом галоида из структуры комплекса, раскрытием тройной связи.

Для реакций, активируемых каталитическими системами (кислота Льюиса + металл X и кислота

Льюиса + кислота Льюиса), в механизм реакции встраивается дополнительная стадия окислительно-восстановительной реакции между компонентами каталитической системы.

Полученные полимеры представляют собой неплавкие порошки от черного до коричневого цвета, устойчивые к действию органических растворителей и щелочей, с трудом растворяющиеся в концентрированных растворах кислот.

Данные ИКС, элементного анализа и химических исследований показывают, что пиридиновые ядра находятся в восстановленной гидропиридиновой форме, а низкое содержание металла в структуре полимера позволяет сделать вывод о том, что обратимость окислительно-восстановительного процесса для этих полимеров обусловлена влиянием

развитой системы сопряжения. При исследовании условий синтеза полимеров на основе нитрилов пиридин-карбоновых кислот были выявлены следующие закономерности:

- из изомеров цианпиридинов полимеризуется только мета-производное. Для орто- и пара-производных реакция останавливается на стадии комплексообразования, что обусловлено, по-видимому, большей устойчивостью образующихся

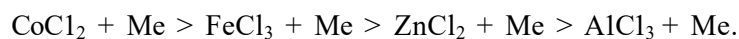
комплексов;

- из использованных галогенидов металлов Zn, Cd, Ba, Li, Co, Ni, Mg, Fe, Pd, Al, образующих низкомолекулярные комплексы со всеми изомерами цианпиридина, полимерный продукт выделен лишь в присутствии $ZnCl_2$, $CoCl_2$, $FeCl_3$, $PdCl_2$ и $AlCl_3$. При этом по активности катализаторы могут быть расположены в следующий ряд:



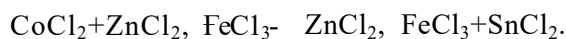
При использовании каталитической системы кислота Льюиса

+ металл (Mg, Zn, Al), ряд активностей перестраивается:



Из каталитических систем, состоящих из двух различных кис-

лот Льюиса, наиболее эффективны системы:



Все перечисленные зависимости справедливы и для других изученных нами производных: металльных, амидных, нитрильных, а также для сополимеризации цианпиридинов между собой и сополимеризации цианпиридинов с ди-, три-цианбензолами. Причем, по активности эти производные можно расположить в ряд: амидные > нитрильные > метильные.

Доказательством протекания реакции полимеризации по нитрильной группе, без раскрытия пиридинового цикла, служит наличие в ИК-спектрах характеристических полос поглощения пиридинового кольца, отсутствие валентных ко-

лебаний нитрильной группы при 2240 см^{-1} , наличие поглощения в области $1600-1640\text{ см}^{-1}$, характерного для валентных колебаний $-C=N-$ в открытой цепи сопряжения.

Исследование ионообменных свойств полученных полимеров показало, что имеются различия между поведением восстановленной и окисленной форм в процессах ионного обмена.

Восстановленная форма хорошо сорбирует ионы переходных металлов с достижением максимальной емкости по азоту пиридинового кольца и емкость составляет в среднем 8-13 мг-экв/г, а также сорбирует серебро с емкостью 6-13 мг-экв/г.

Окисленная форма полиме-

ра (водорастворимая) не сорбирует ионы переходных металлов, но обладает аномально высокой емкостью по ионам серебра (26-30 мг-экв/г), образует комплексы с ионами церия в кислых растворах и с ионами осмия (VIII) - в щелочных.

Устойчивость восстановленной формы полимера на воздухе указывает на то, что окислительно-восстановительный потенциал этих соединений должен быть не ниже потенциала кислорода в нейтральных средах, что было подтверждено экспериментальными данными: $E_{o,1/2} = 401$ мВ.

Таким образом, вовлечение ароматических нитрилов (бензонитрила, п-оксибензонитрила, цианпиридинов, п-аминофенилтиоцианата) в реакции полимеризации, сополимеризации, поликонденсации, а также химическая модификация полимеров и сополимеров на их основе позволили получить широкий ассортимент новых линейных и пространственно сшитых высокомолекулярных соединений, обладающих ионообменными и окислительно-восстановительными свойствами. В процессе их синтеза обсуждены кинетика и механизм образования растворимых ионитов анионного, катионного и амфотерного типов, выявлены особенности протекания хи-

мических реакции на макромолекулярном уровне. Кинетические исследования процесса аминирования гомо- и сополимеров стирола с бензонитрилом аминами показали, что пространственные эффекты в большей степени влияют на реакционную способность алкиламинов, нежели основность. К этому же выводу приводит и расчет термодинамических параметров аминирования: энтропии, энтальпии и свободной энергии активации. При исследовании фосфорилирования полироданилина треххлористым фосфором в присутствии хлористого алюминия показано, что в отличие от низкомолекулярных аминов взаимодействие не протекает с образованием полифосфазенов, а идет по ароматическому ядру полиамина с образованием полйамфолитов, причем в случае низкомолекулярного модельного соединения взаимодействие протекает с более низкой конверсией. Показано, что ароматические нитрилы представляют собой довольно реакционноспособные и перспективные мономеры для синтеза термостабильных и негорючих высокомолекулярных соединений, обладающих также ионообменными и окислительно-восстановительными свойствами.

Ионообменные и окислительно-восстановительные полимеры на основе азотсодержащих мономеров

Другим путем решения проблемы создания собственного производства ионообменных и окислительно-восстановительных поли-

меров является синтез новых реакционноспособных мономеров, обеспечивающих создание малостадийных и высокоэффективных методов

получения полимеров с активными группами, отличающихся механической прочностью, химической и термической устойчивостью [14-15].

Использование местного, дешевого сырья - винилового эфира моноэтаноламина (ВЭМЭА), который производится в Республике Казахстан (г. Караганда, АО "Карбид"), и доступного аллиламина (АА) для этих целей позволит снизить стоимость редокситов. В качестве редокс-агентов пригодны хиноны различного строения и любые другие соединения, содержащие в своей структуре редокс-группу. Способность получаемых полимеров к обратимому окислению-восстановлению предполагает их многократное использование, что окупит затраты на их получение.

Различная длина и состав боковых цепей ВЭМЭА и АА создаст предпосылки для получения пространственных полимеров с регулируемым размером пор и сеток, а следовательно, обладающих улучшенными кинетическими свойствами за счет повышения доступа реагирующих веществ к функциональным группам. Этот же эффект достигается благодаря наличию в исходных мономерах аминогрупп. Кроме того, в новом способе исключается дополнительная, трудоемкая стадия гидрофиллизации полимера, а именно, аминирование.

Дизамещенные производные хинонов различного строения можно использовать в качестве сшивающих агентов для получения полимеров пространственного строения,

что также позволит расширить ассортимент редоксионитов за счет комбинации окислительно-восстановительных свойств с разными линейными ионообменными полимерами, придавая им редокс-свойства.

Для синтеза мономеров были использованы ВЭМЭА, АА и следующие хиноны: 1,4-бензохинон (1), 1,2-нафтохинон (2), 2,3,5,6-тетрахлор-1,4-бензохинон (хлоранил) (3), 2,3-дихлор-5,6-дициан-1,4-бензохинон (4), 2,6-дихлор-3,5-дигидрокси-1,4-бензохинон (5), 2,3-дихлор-1,4-нафтохинон (6). Исследование взаимодействия ВЭМЭА и АА с хинонами различного строения однозначно показали, что это приводит к образованию соответствующих производных ВЭМЭА (Г-6') и АА (1"-6").

$R-NH_2 + Q \rightarrow R-NHQ + H_2$ (или HCl), где $R = CH_2=CH-O-CH_2-CH_2-$ или $CH_2=CH-CH_2-$, Q - хиноны различного строения.

Условия синтеза, выходы и основные физико-химические характеристики образующихся соединений приведены в таблице 4.

Синтезированные производные имели окраску от оранжевой до насыщенных сиреневых и вишневых тонов, нерастворимы в воде, растворимы в спирте, ацетоне, диметилсульфоксиде, диметилформамиде (ДМФА), хлороформе.

Сравнительный анализ ИК-спектров исходных соединений и производных на их основе свидетельствует об образовании новых соединений, характеризующихся наличием полос поглощения (cm^{-1}): хиноидных колец в области харак-

Таблица 4
Условия синтеза и некоторые физико-химические характеристики
хиноидных производных ВЭМЭА

№ соед. Д.	ВЭ- мэ- А М	Хи- ноны, IM**	Т, °С	Вы- ход, %	Вычислено/найдено, %				Т _{пл} °С	М _т	Кол-во двойн. связ.	Брутто - формула
					С	Н	Сl	N				
Г	10	1	25	57	60.41 60.55	6.53 6,27	.	10.07 10.41	174	278 279	99,5	C ₈ H ₈ Cl ₂ N ₂
2'	3	2	30	47	69.11 69.02	5.40 5.46	.	5.76 5.61	218	243 242	99,3	C ₁₀ H ₁₀ N ₂ O ₂
3 ^в	10	3	25	81	48.42 48.10	4.65 4.93	20.42 20.58	8.07 7.96	202	347 346	99,6	C ₁₄ H ₁₆ Cl ₂ N ₂ O
4'	4	4	27	90	51.90 52.25	2.91 2,93	12.77 12.33	15.13 14.80	136	278 277	99,4	C ₈ H ₈ Cl N ₂ O ₃
5'	5	5	25	78	46.25 45.84	3.89 4,20	13.65 13.64	5.40 5.68	130	260 259	99,3	C ₁₀ H ₁₀ O ₂ N ₂
6'	5	6	25	89	60.55 60.74	4.36 4,88	12.77 12.65	5.04 5.18	110	278 277	99,3	C ₈ H ₈ Cl ₂ N O ₂

1-6-хиноны, Г-б'-хиноидные производные ВЭМЭА,
***вычислено/найдено(данные масс-спектропии)

терных для (>C=O) валентных и де-
формационных колебаний амино-
групп, =C- N- связей и простой
эфирной связи =C-O-C-. В таблице

5 приведены характеристические
полосы поглощения отдельных хи-
ноидных производных ВЭМЭА.

Таблица 5
Характеристические полосы поглощения (ν , см⁻¹) по данным ИК-спектров
производных ВЭМЭА

№ соед.	$\nu(-NH)$	$\delta(NH)$	$\nu(C-C)$	=C-N-	=C-O-C-	C-Cl	C-N
Г	3360	1536	1648	1344	1224	.	.
2'	3248	1560	1696	1368	1224	.	.
3 ^в	3248	1568	1688	1320	1224	752,712	.
4 ^г	3228	1576	1660	1340	1196	756,816	2216
5'	3240	1528	1640	1392	1264	752,668	.
6'	3248	1560	1696	1368	1224	784,816	.

В ЯМР - спектрах хиноид-
ных производных ВЭМЭА, как и в
ВЭМЭА, сигналы протонов двой-
ной связи, находящихся в гем-, цис-
и транс-положениях, не претерпева-
ют существенных изменений: 3,86;
4,18 и 6,48 м.д. То же можно ска-

зать и о протонах, присоединенных
к углероду простой эфирной связи
- 3,96 м.д. Изменения наблюдают-
ся у протонов первичной аминог-
руппы, находящейся в непосред-
ственной связи с электроноакцеп-
торным заместителем - 1,4-бензо-

хиноном, в более слабые поля: с 1,47 до 2,19 м.д., и протонов близлежащей метиленовой группы в более сильные поля: с 2,94 до 2,2 м.д.

Расчеты электронного строения хинонов с разными заместителями ВЭМЭА и производных на их основе, проведенные квантовохимическими полуэмпирическими методами МО ЛКАО, ССП АМ-1, хорошо согласуются с экспериментальными данными.

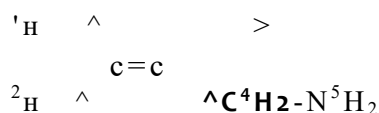
Для молекулы ВЭМЭА теоретически возможно существование двух конфигураций, в которых этиламинная цепочка $\sim\text{CH}_2\text{-CH}_2\text{-NH}$, образует цис- или транс-фрагмент с атомом кислорода. Энергетически выгодной является форма молекулы с цис-ориентированным фрагментом (теплота образования - 30,04 ккал) за счет образования двух внутримолекулярных водородных связей в молекуле ВЭМЭА: между атомом кислорода и одним протоном аминогруппы (расстояние между атомами равно 2,67Å) и между атомом кислорода и одним из концевых протонов винильной группы (расстояние \sim 2,60Å). В транс-конфигурации водородная связь $\text{O}\dots\text{H}(\text{N})$ - отсутствует, а теплота образования равна 26,98 ккал. Найдено, что наиболее реакционно-способными центрами являются атомы азота ($q = -0,33$) и концевой атом углерода винильной группы ($q = -0,28$). Анализ теплот образования моно- и дивинилированных продуктов показал, что более низкие значения они принимают у пара-хинонов, то есть присоединение ВЭМЭА осуществляется легче в пара-хинонах. По значени-

ям энергии нижней свободной молекулы; к: : г фитллі охарактеризованы акцепторные свойства мономеров и прочность образующихся комплексов.

Взаимодействие аллиламина с хинонами различного строения проходит аналогично взаимодействию ВЭМЭА с хинонами. Условия синтеза и некоторые физико-химические данные хиноидных производных аллиламина представлены в таблицах 6-9. Синтезированные производные аллиламина представляют собой порошки вишневого цвета, нерастворимы в воде, растворимы в органических растворителях (ДМФА, ДМСО, метиловый и этиловый спирты, хлороформ, ацетон).

Содержание двойных связей (99,2-99,6%) в синтезированных соединениях свидетельствует об образовании соответствующих непредельных производных ВЭМЭА и аллиламина (табл. 4,6).

При взаимодействии аллиламина с хинонами (табл.8) почти все сигналы углеродов претерпевают небольшие изменения, в отличие от производных ВЭМЭА, в которых смещается сигнал углерода метиленовой группы, соседней с аминогруппой.



Таким образом, синтезированные новые мономеры, полученные конденсацией винилового эфира моноэтаноламина и аллиламина с хинонами различного строения в

Таблица 6
Условия синтеза и некоторые физико-химические характеристики
хиноидных производных аллиламина

№ сое- д.*	AA, M	Хи- ноны,	T, °C	Вы- ход, %	Вычислено/найденно, %				Тпл °C	M выч.	Кол-во двойн. связ.	Брутто - формула
					C	H	Cl	N				
Г 1	10	1	25	45	66.26 66.91	5.52 6,29		8.59 9.95	130	163	99,3	C ₉ H ₉ NO ₂
V 1	3	2	25	65	73.24 72.38	5.16 5.65		6.57 6.65	196	268	99,2	C ₁₃ H ₁₁ N ₂ O ₂
3' »	10	3	25	55	40.53 41.23	4.65 4.93	39.96 39.32	5.25 4.78	145	266,5	99,5	C ₉ H ₆ Cl ₃ NO ₂
4 I	4	4	25	68	53.30 53.80	2.25 2,73	14.30 13.54	16.97 17.20	204	247	99,4	C ₁₁ H ₇ Cl ₃ N ₃ O ₂
5 I	5	5	25	64,5	47.06 47.74	3.49 4,44	15.47 15.97	6.10 6.93	188	229,5	99,5	C ₉ H ₈ ClN ₂ O ₄
6' I	5	6	25	50	63.30 62.55	4.04 3,94	12.93 14.02	5.66 6.09	94	247,5	99,3	C ₁₃ H ₁₀ ClN ₂ O ₂

* - производные AA и соответствующих хинонов

Таблица 7
Характеристические полосы поглощения (ν, см⁻¹) по данным ИК-спектров
производных аллиламина

№ соед.	и (NH)	5 (NH)	>C=O	-C-N	-C-Cl	-C=N	-OH
1 ^M	3280	1544	1630	1352	.	.	.
2 ^M	3256	1568	1664	1328	.	.	.
3 ^M	3248	1576	1680	1328	792,760	.	.
4 ^M	3232	1560	1672	1312	756	2200	.
5 ^M	3215	1540	1670	1370	755	.	3512
6 ^M	3256	1576	1656	1392	720	.	.

среде органических растворителей, содержат в своей структуре группы, способные к реакциям окисления-восстановления. Наличие же двойных связей, предоставляемых ВЭМЭА и аллиламином, позволит вовлечь их в реакции полимеризации и сополимеризации. Благодаря

этому, процесс получения окислительно-восстановительных полимеров может быть осуществлен в одну стадию, при комнатной температуре, не требуя сложного технологического оборудования.

Для исследования и анализа органических соединений в настоя-

Таблица 8

Спектры ^{13}C аллиламина и его хиноидных производных
(а, м.д.)

№ соед.	CH ₂ =	=CH	CH ₂ - NH ₂	С хин. Кольца•		С-С ¹	-С-N	С=C аром.к.
AA	113,306	139,388	44,364					
I ^M	118,063	130,926	44,590	150,504	178,156			
2 ^{''}	116,299	132,786	44,800	154,484	177,250			126,5- 130,86
3 ^й	117,707	132,852	46,580	140,489	169,273	66,757		
4 ^{''}	115,68	132,550	44,460	145,261	151,167	66,752	119,276	
5 ^M	118,039	131,039	39,74	150,610	171,893	66,755		
6 ^{''}	117,173	134,216	46,661	143,37	177,35	66,752		126,5- 130,86

Таблица 9

ПМР-спектры аллиламина и его хиноидных производных

№ соед.	" I P "	H ²	H	H ⁴	-NH ₂	NH	H хин- кол ьца	-OH
AA *	5,130	5,020	5,950	3,290	1,410			
AA "	5,130	5,030	5,920	3,600	1,530			
1 ^{''}	5,149	5,280	5,830	3,810		3,770	6,650	
2 ^M	5,194	5,602	5,966	3,368		2,880	7,173- 8,000	
3 ^{''}	5,239	5,155	5,928	4,450		3,688		
4 ^{''}	5,207	5,112	5,893	4,326		3,688		
5 ^{''}	5,330	5,250	5,890	3,490		2,496		5,380
6 ^{''}	5,260	5,150	5,940	4,490		3,650	7,570- 8,170	

* - экспериментальные данные
литературные данные

щее время широко применяются физико-химические методы, одним из которых является полярография. Этот метод был использован нами для оценки окислительно-восстановительных свойств исходных соединений и синтезированных производных.

Полярография позволяет получать величины потенциалов полуволны, определяющих способ-

ность органических молекул определенного строения к электрохимическому окислению или восстановлению. Потенциалы полуволны являются не только окислительно-восстановительными характеристиками, но могут также включать кинетические, адсорбционные, сольватационные и другие составляющие. Что касается редокс-свойств, данные полярографичес-

кого исследования зачастую являются единственно доступными численными характеристиками этих веществ. Потенциалы полуволны в большей мере, чем многие другие физико-химические величины, чувствительны к электронным эффектам в молекулах и в то же время менее четко отражают стереическое строение и конфигурацию органических соединений [16].

Пользуясь известными правилами Гейровского и Сиката-Тати [16,17], можно оценить окислительно-восстановительные свойства органических веществ. По правилу Гейровского органическая молекула восстанавливается тем легче, чем более высока степень сопряжения двойных связей в молекуле, что объясняется их деформируемостью (поляризуемостью) под влиянием электрического поля. А правило электроотрицательностей (Сиката-Тати) гласит, что электроактивная группа в органической молекуле восстанавливается тем легче, чем больше посторонних электроотрицательных заместителей в ней содержится.

Способность молекул органических веществ подвергаться восстановлению на ртутном капельном электроде тесно связана с их состоянием у электрода, с распределением связей и наличием определенных групп атомов, обладающих электрофильными свойствами [18].

Повышение электронной плотности отдельных атомов, особенно тех, которые обладают электрофильными свойствами, затруд-

няет процесс восстановления, потенциал полуволны в этом случае смещается в отрицательную область. При этом большое значение имеет взаимодействие различных заместителей, которое может осуществляться как за счет сопряжения, так и за счет индукционных эффектов.

На реакционную способность функциональных групп, а следовательно, и на способность карбонильной группы хинона к восстановлению оказывают значительное влияние пространственные и электронные эффекты, появляющиеся при введении в молекулу заместителей, особенно при атомах углерода, соседних с реакционным центром [17]. Пространственные эффекты связаны с геометрическим строением молекулы. Электронные эффекты обусловлены полярностью атомов (индуктивный эффект) и подвижностью π - и α -электронных пар (электронный и мезомерный эффекты). Поскольку электронные эффекты отражаются на полярографическом поведении веществ, то именно это и позволяет судить об окислительно-восстановительных свойствах органических соединений, в том числе хинонов и их производных.

Анализируя литературные и экспериментальные данные, можно представить следующий механизм восстановления органических веществ на ртутном капельном электроде. Молекулы путем диффузии доставляются к отрицательно заряженному катоду, попадая при этом в сферу действия электрического поля с высокой напряженностью в

приэлектродном слое (порядка 10^7 - 10^8 В/см). Под влиянием последнего происходит перераспределение электронной плотности молекулы, и к атомам или группе атомов с наименьшей плотностью электронов могут перейти электроны от электрода.

Для оценки способности синтезированных мономеров к реакциям окисления-восстановления нами было проведено исследование полярографического поведения исходных хинонов различного строения, полученных хиноидных производных на основе ВЭМЭА и производных на основе аллиламина. Вычислены коэффициенты диффузии и константы диффузионного тока.

Полярограммы снимали на фоне фосфатного буферного раствора с рН 7,4 в 50% и 75%-ном этиловом спирте.

Формы полярографических кривых исследуемых соединений представляли собой двух- и трехступенчатые волны, соответственно в 50%-ном и 75%-ном этиловом спирте. Причем, в более разбавленном растворе (50%) первая волна наблюдается в интервале 0 до -1,0 В, вторая от -1,18 до -1,28 В. В случае же 75%-ного этилового спирта наблюдается "раздвоение" первой волны, то есть в интервале от 0 до -1,0В появляются две волны, а вторая - сохраняется. Этот эффект "раздвоения" волны в разных средах достаточно хорошо изучен и описан [16,17]. Отмечают [17], что в средах с невысокой концентрацией этанола происходит полное слияние двух волн, тогда как в средах с высокой

концентрацией спирта волны часто остаются разделенными. Было сделано предположение, что, хотя в водной среде при полярографическом восстановлении хинонов наблюдается лишь одна двухэлектронная волна, процесс переноса электронов может быть расчленен на две обратимые стадии с образованием промежуточного продукта семихинона, который до вступления в дальнейший электрохимический процесс может либо диспропорционировать до хинона и гидрохинона, либо димеризоваться в растворе.

Форму полярографической волны в хинонах определяет константа образования семихинона $K_{обр}$ (она равна обратной величине константы его диспропорционирования и зависит от протогенности среды и от строения хинонов);

$$K_{обр} \sim \frac{[QH]^2}{[Q][QH_2]}$$

где $[Q]$ - концентрация хинона; $[QH]$ - концентрация гидрохинона; $[QH_2]$ - концентрация семихинона.

При $K_{обр} \rightarrow 0$, форма волны должна соответствовать уравнению Гейровского-Ильковича для обратимого двухэлектронного восстановления. С ростом $K_{обр}$ обратный наклон волны уменьшается (соответствует обратному одноэлектронному восстановлению, хотя высота волны соответствует двухэлектронному), пока при $K_{обр} > 16$ не происходит полного раздвоения волны на две обратимые одноэлектронные волны.

Потенциалы полуволны рассчитывали по уравнению волны, которое дает зависимость между потенциалом полуволны и силой тока в любой точке полярографической кривой. Графически уравнение волны в координатах $\lg i/1-i$ как функция от E (где i -сила тока при напряжении E ; I -диффузный ток) выражается прямой линией с угловым коэффициентом, равным 0,0596/п. Из графика находили значение потенциала полуволны и вычисляли ко-

личество электронов, участвующих в восстановлении:

$$\begin{aligned} \text{tg } a &= D E / A \lg i / I-i ; \\ n &= 0,0596/\text{tg } a. \end{aligned}$$

Константу диффузионного тока (I_D) и коэффициент диффузии (D) вычисляли: $I_D = I / \pi^{2/3} t^{1/6} c$, где c - концентрация (мМ/л); $\pi^{2/3} t^{1/6} = 4,38 \text{ мг}^{2/3} \text{ сек}^{1/2}$; $D = (I_D / 605-\pi)^2 \text{ см}^2 \text{ сек}^{-1}$.

Данные полярографического исследования хинонов и их производных на основе ВЭМЭА и АА

Таблица 10

Полярографические характеристики хинонов различного строения

№ соед.	$E_{1/2} \text{ В}^*$	$E_{1/2}^{\text{ш}}, \text{ В}^{**}$	$\Delta \text{ЦА}$	π	$I_D, \mu\text{А}$	$D \cdot 10^5, \frac{\text{см}^2}{\text{сек}} \cdot 1$
1	-0,12	-1,22	24	2	5,48	2,05
2	-0,19	-1,25	44	0,88	5,48	10,80
3	-0,13	-1,23	25	2	5,71	2,23
4	-0,24	-1,24	72	0,58	8,20	54,60
5	-0,21	-1,24	24	0,87	5,48	10,80
6	-0,32	-1,28	48	0,44	5,48	42,00

концентрация мономера 10^{-3} моль/л, фон: фосфатный буферный раствор с рН 7,4 в 50%-ном этиловом спирте.

• - значения для первой волны; ** - значения для второй волны

представлены в табл. 10-12.

На всех полярограммах наблюдается вторая волна, потенциалы полуволны которой примерно совпадают и колеблются в интервале от -1,18 В до -1,28 В.

На основании литературных данных [16,17] и наших исследований с ВЭМЭА [14,15] можно предположить, что электрохимическое восстановление хинонов различного строения и их хиноидных произ-

водных на основе ВЭМЭА и аллиламина происходит в три стадии: через образование анион-радикала, присоединение второго электрона и образование дианион-радикала и взаимодействие дианиона с растворителем с образованием гидрированного продукта. По-видимому, именно третьей стадией и обусловлена вторая волна в интервале от -1,18 до -1,28 В.

Как упоминалось выше, хи-

Таблица 11
Полярографические характеристики производных ВЭМЭА

№ со ед.	E 1/2, В*	Ē 1/2, В**	ЦА	N	V ^ A	$\frac{D \cdot 10^5}{2 \text{ см} \cdot \text{сек}}$
1'	-0,36	-1,22	15	0,45	3,42	16,0
2'	-0,41	-1,25	26	0,88	5,48	10,6
3'	-0,45	-1,24	20	0,82	5,94	14,3
4'	-0,41	-1,22	40	0,85	9,10	31,3
5 ¹	-0,20	-1,18	24	0,54	4,57	19,7
6'	-0,45	-1,23	30	1,10	10,96	27,0

концентрация мономера $1 \cdot 10^3$ Моль/л, фон: фосфатный буферный раствор с pH 7,4 в 50%-ном этиловом спирте

Таблица 12
Полярографические характеристики производных АА

№ соед.	E 1/2, В*	E 1/2	I НА	N	ИД, НА	$\frac{D \cdot 10^5}{2 \text{ см} \cdot \text{сек}}$
1"	-0,20	-1,21	16	0,93	3,65	4,2
2 ^й	-0,28	-1,22	14	0,55	3,20	9,25
3 ^й	-0,29	-1,22	32	0,66	7,31	33,5
4"	-0,47	-1,24	20	0,52	4,57	21,1
5"	-0,22	-1,20	10	0,98	2,28	1,5
6 ^й	-0,25	-1,26	26	0,88	5,94	12,4

* R: $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{NH}$

концентрация мономера 10^3 моль/л, фон: фосфатный буферный раствор с pH 7,4 в 50%-ном этиловом спирте

ноидные производные ВЭМЭА представляют интерес в качестве мономеров для синтеза окислительно-восстановительных ионитов из-за наличия длинных боковых ответвлений, обеспечивающих большую подвижность и доступность активных групп.

Для изучения влияния боковых цепей на окислительно-восстановительные свойства хинонов в

одинаковых условиях были сняты полярографические кривые ВЭМЭА исходных хинонов и синтезированных производных. Исходя из общих теоретических положений органической химии можно было ожидать, что процесс восстановления должен быть облегчен за счет увеличения сопряжения двойных связей в молекуле и влияния эфирного кислорода, так как последний

вследствие высокой электроотрицательности будет оттягивать на себя электроны азота и винильной группы. При этом влияние атома азота на связанный с ним атом углерода хиноидного кольца ослабевает и, соответственно, уменьшается его действие на карбоксильную группу. Однако, как показывают данные таблиц 8,9, потенциалы полуволны для первой волны при введении ВЭМЭА в молекулу хинона сдвигаются в область отрицательных значений, т.е. восстановление при этом затрудняется. Очевидно, что цепь $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}-$ нарушает сопряжение двойных связей, а соседство атома азота аминогруппы с хиноидным кольцом способствует увеличению электронной плотности на них. Исключение составляет производное хлораниловой кислоты 5^1 , которая восстанавливается легче, чем сама исходная кислота, что может быть обусловлено взаимным влиянием заместителей (гидроксильных и амино-). Они могут образовывать водородные связи, которые, в свою очередь, облегчают восстановление активного заместителя, а наличие атома хлора приводит к сдвигу потенциала полуволны в положительную область [20]. Для гидроксизамещенных хинонов в апротонных и нейтральных средах отмечают необычайно высокую способность к восстановлению, что обусловлено либо действием $\text{OH}-$ групп как внутримолекулярных доноров, либо эффектом автопротонизации.

Изучение полярографического поведения хиноидных производных

аллиламина показало, что потенциалы полуволны первой волны при введении в молекулу хинона аллиламина сдвигаются в область отрицательных значений, то есть восстановление в этом случае затрудняется. По-видимому, молекула $-\text{CH}_2-\text{NH}-$ нарушает сопряжение двойных связей, а соседство атома азота аминогруппы с хиноидным кольцом способствует перераспределению электронной плотности на них. Исключение составляет производное аллиламина на основе 2,3-дихлорнафтохинона ($E_{1/2} = -0,25 \text{ В}$), которое восстанавливается легче, чем исходный 2,3-дихлорнафтохинон ($E_{1/2} = -0,32 \text{ В}$).

Практически одинаковое полярографическое поведение наблюдается у исходных 1,4-бензохинона и хлоранила; волны имеют одинаковые потенциалы первой и второй полуволны, в процессе восстановления участвуют два электрона, и полярографические характеристики (I_D и D) имеют близкие значения. Это можно объяснить тем, что наличие в хлораниле четырех атомов O в качестве заместителей, расположенных симметрично, не нарушает распределения электронной плотности на кольце, и оно подобно 1,4-бензохинону.

При введении молекул ВЭМЭА и аллиламина в хиноидное кольцо 1,4-бензохинона I_D уменьшается (3,42 и 3,65 μA соответственно) по сравнению с исходным (5,48 μA). По-видимому, это связано с размерами молекул.

Константы диффузного тока (I_D) для исходных хинонов

приблизительно одинаковы (5,5цА). Исключение составляет 2,3-дихлор-5,6-дициан-1,4-бензохинон (8,20 (iA), возможно, из-за наличия электроноакцепторных $-C=N$ групп. Можно предположить, что изменение I_D и D связано как с увеличением размера молекул и их пространственным строением, так и с влиянием среды, что приводит к перераспределению электронных плотностей, к образованию ассоциатов с различной способностью к диффузии и строго специфическому поведению веществ.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что производные на основе ВЭМЭА и аллиламина способны к реакциям окисления-восстановления, причем, способность к восстановлению увеличивается для них по-разному.

При сравнении потенциалов полуволны исходных хинонов различного строения и их производных на основе ВЭМЭА и аллиламина видно, что природа заместителя также влияет на восстановление карбонильной группы. При присоединении к хинонам молекулы ВЭМЭА или АА потенциалы полуволны сдвигаются в отрицательную область, что свидетельствует об увеличении электронной плотности на $>C=O$ - группе вследствие нарушения сопряжения. При этом производные ВЭМЭА и аллиламина имеют разные значения $E_{1/2}(V)$, которые достаточно наглядно демонстрируют влияние природы заместителей на способность соединений к восстановлению. На полярографичес-

кое восстановление хиноидных производных ВЭМЭА и аллиламина влияют различный состав и разная длина цепей заместителей, а также близкое соседство аминогруппы с карбонильной группой хиноидного кольца. Это можно объяснить тем, что при введении в хиноидное кольцо ВЭМЭА или аллиламина происходит перераспределение электронной плотности на самом кольце, в результате которого кислород карбонильной группы "оттягивает" на себя электроны. В свою очередь, атом азота также "тянет" электронное облако на себя, ослабляя действие атома кислорода. В результате, восстановление производных происходит хуже и при этом потенциалы полуволны сдвигаются в более отрицательную область по сравнению с исходными хинонами. Производные 1,4-бензохинона и 1,2-нафтохинона на основе ВЭМЭА восстанавливаются хуже, чем на основе аллиламина. Такая же зависимость наблюдается и для других соединений. Исключение составляют производные хинонов, содержащие в молекуле, наряду с другими заместителями, $-OH$ и $-ON-$ группы. Возможно, это обусловлено наложением различных электронных и пространственных эффектов друг на друга.

Следует обратить внимание на роль сопряжения при восстановлении того или иного хинона. Подвижные π -электроны могут легко смещаться не только под влиянием определенных групп в молекуле [20]. Значительно облегчает под-

вижность 7Г-электронов эффект сопряжения, особенно в случае нескольких двойных связей. Это сказывается и на легкости восстановления молекул на ртутно-капельном электроде. Включение в систему сопряжения замещающих атомов со свободной парой электронов, в частности, атом азота с неподеленной парой электронов, а также мостик $\sim\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$ в производном ВЭМЭА приводит к уменьшению сопряжения, что создает затруднения в восстановлении вещества. В молекуле производного аллиламина двойная (винильная) связь расположена ближе к хиноидному кольцу и как бы способствует "увеличению" сопряжения.

Таким образом, состояние атомов в молекуле, природа их связей проявляются определенным образом на значениях полярографических показателей, поэтому полярография может служить одним из способов изучения реакционной способности органических веществ, в частности окислительно-восстановительных свойств различных хинонов. Найденные нами значения потенциалов полуволны позволяют количественно судить об их способности к восстановлению. Сравнительное изучение полярографического поведения хинонов различного строения и их производных на основе ВЭМЭА и АА показывает, что новые азотсодержащие мономеры сохраняют способность к обратимым реакциям окисления-восстановления, которая зависит от

природы заместителей и их взаимного влияния, а наличие двойной связи позволяет вовлекать эти соединения в полимеризацию.

Для изучения процесса полимеризации винильных мономеров часто используется полярографический метод. Основным критерием реакционной способности мономера при изучении реакции полимеризации является константа скорости, но ее определяли в немногих работах. В некоторых случаях была установлена взаимосвязь между константами скорости радикальной полимеризации мономеров и их потенциалами полуволн, которая позволяет судить о способности мономеров к полимеризации по полярографическим показателям [21].

Полярографические данные отражают электронное состояние молекул мономеров (в том числе винильной группы) и могут служить дополнительным источником информации об их реакционной способности. Полярографический метод является перспективным для исследования кинетики полимеризации винильных мономеров, вследствие точности и быстроты определения глубины полимеризации [16, 21]. При изучении этого процесса основным критерием реакционной способности мономера является константа скорости, но ее определяли в немногих работах [22].

Полярографическим методом нами исследована кинетика радикальной полимеризации мономера на основе ВЭМЭА и 2,3-дихлор-5,6-дициан-1,4-бензохинона (ВЭ-

МЭА-ДХДЦХ) - 2-[Ы-(2-винилокси)этил]амин-3-хлор-5,6-дициан-1,4-бензохинон (4³) [14,15]. Условия полимеризации и некоторые физико-химические характеристики приведены в таблице 13.

В качестве инициатора ра-

дикальной полимеризации использовали динитрил азоизомасляной кислоты (ДАК). О конверсии мономера в полимер судили по данным полярографического анализа реакционных сред на содержание непрореагировавшего мономера.

Таблица 13
Условия радикальной полимеризации производного ВЭМЭА и ДХДЦХ

№ соед.	T, °C	t ₅ мин	C* МЭМ г/л	Вы" ход, %	с, дл/г	E _{1/2} >В
4'	72	360	187,5	61,2	0,25	-1,85

* - растворитель ДМФА;

** - фон - 0,2 Н LiCl в 50%-ном э

ноле, ДАК=4%
Исследования показали, что между высотами полярографических волн и концентрацией в растворе существует прямолинейная зависимость. На основании этих данных была разработана следующая методика определения исследуемых мономеров в реакционных средах в процессе полимеризации. В мерную колбу на 25 мл помещали 0,5 мл реакционной среды и доводили до метки этиловым спиртом. Затем проводили полярографический анализ пробы на фоне фосфатного буферного раствора с рН=7,4 и 50%-ного этанола. Содержание мономеров определяли по калибровочному графику.

Подобраны оптимальные условия полимеризации (C_{ДАК}=4%, концентрация мономера в растворе ДМФА =187,5 г/л, температура полимеризации 72°C, время - 6 часов).

Производное 4¹ способно вступать в реакцию радикальной полимеризации, причем реакцион-

ная способность радикала, которая является определяющей в скорости гомополимеризации, тем выше, чем выше электронная плотность на двойной связи >C=C< [18]. Полярографические показатели также определяются величиной электронной плотности на этой группе: чем она больше, тем в более отрицательную область смещен потенциал полуволны ее восстановления, т.е. чем E_{1/2} отрицательнее, тем лучше полимеризуется мономер.

Проведенные нами полярографические исследования показали, что если у исходного ВЭМЭА двойная связь восстанавливается на ртутном капельном электроде на фоне 0,2 М раствора LiCl и 50%-ного этанола при E_{1/2}= -1,80 В, то у мономеров на основе ВЭМЭА и хинонов: 4^f и 6^f она восстанавливается при одном и том же потенциале полуволны, равном -1,85В. Исходя из этого, можно было ожидать, что мономеры будут обладать одинаковой реакционной способностью в

реакции полимеризации, которая должна быть выше, чем у ВЭМЭА. У производного 6^T на этом же фоне двойная связь восстанавливается при $E_{1/2} = -1,82$ В, то есть этот мономер должен обладать меньшей реакционной способностью, чем мономеры 4^I и 6^I .

Результаты показывают, что производное 4^I достаточно легко вступает в реакцию гомополимеризации. По-видимому, в молекуле производного ВЭМЭА и ДХДЦХ, благодаря сильным акцепторным заместителям, происходит некоторое перераспределение электронной плотности, приводящее к ее увеличению на двойной связи винильной группы и облегчающее полимеризацию.

Полярографические исследования восстановления двойных связей мономеров на фоне $0,02M$ $(C_2H_5)_4NI$ и $0,2N$ $LiCl$ в 50%-ном этаноле показали, что производные на основе ВЭМЭА восстанавливаются хуже, чем исходный ВЭМЭА, аллиламин и его производные. Мономеры на основе АА на фоне $0,02M$ $(C_2H_5)_4NI$ имеют почти одинаковые значения потенциалов полуволны: $E_{1/2} \ll -2,12$ В. На фоне

$0,2N$ $LiCl$ в 50%-ном этаноле аллиламин имеет потенциал полуволны равный $-1,49$ В, а производные $E_{5/2} \ll -1,81$ В. Полярографические показатели также определяются величиной электронной плотности на этой группе: чем она больше, тем в более отрицательную область смещен потенциал полуволны ее восстановления, то есть, чем $E_{1/2}$ отрицательнее, тем лучше полимеризуется мономер. Таким образом, по потенциалам полуволны можно судить о способности мономера к полимеризации.

Для расчета констант скорости суммарного процесса полимеризации необходимо знать порядок реакции. Линейная зависимость lgC мономера от продолжительности полимеризации показывает, что в данных условиях реакция полимеризации является мономолекулярной по мономеру, то есть реакцией первого порядка. Значения констант скоростей гомополимеризации производного ВЭМЭА-ДХДЦХ, рассчитанные по кинетическому уравнению первого порядка [23], и энергии активации представлены в таблице 14.

Таблица 14
и мономера на основе ВЭМЭА и ДХДЦХ

Т, К	$10^3/t$	$K \cdot 10^{n-1}$, мин	Lgk	$\Delta_{акт}^5$ КДЖ/МОЛЬ
328	3,05	8,85	-3,05	$47 > 34$ КДЖ/МОЛЬ
335	2,98	12,7	-2,89	
341	2,93	18,74	-2,73	
345	2,90	24,34	-2,61	

Кинетические исследования показали, что значения констант скоростей не остаются постоянными, а имеют тенденцию к уменьшению с увеличением конверсии исходного мономера.

Анализ температурной зависимости от константы скорости полимеризации k^f показывает, что соблюдается аррениусовская зависимость. Найденные из нее энергии активации полимеризации мономера составляют 47,34 кДж/моль. Сопоставляя найденные значения констант скоростей реакции полимеризации с данными авторов [18], можно сделать вывод, что мономер на основе ВЭМЭА-ДХДЦХ полимеризуется с такой же скоростью, как и N-замещенные метакриламиды, в отличие от ВЭМЭА, который, как известно из литературы [24-26], не вступает в радикальную полимеризацию и не образует гомополимеров.

По данным элементного

анализа, элементарное звено редоксита на основе ВЭМЭА-ДХДЦХ может быть представлено формулой $C_{12}H_8C_1N_3O_3$.

ИК-спектр полученного полимера характеризуется расширением полосы поглощения хиноидных колец, что вообще характерно для полимерных хинонов, и смещением их в более высокочастотную область до 1680 см^{-1} (против 1660 см^{-1}).

В ПМР-спектрах полимеров сигналы протонов при двойной связи 3,86; 4,18 и 6,48 м.д. мономера претерпевают существенные изменения и сдвигаются в более сильные поля: 2,46; 3,41 и 4,49 м.д., что характеризует раскрытие двойной связи с образованием цепочки $-CH_2-CH_2-$.

Окислительно-восстановительная емкость образца, определенная потенциометрическим титрованием $0,51 \text{ н Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, составляет 4,8 мг-экв/г.

Некоторые области практического применения редоксидитов

Как уже отмечалось выше, ионообменные и окислительно-восстановительные полимеры находят широкое практическое применение в различных сферах деятельности человека.

Впервые показана возможность извлечения билирубина (на 100%) и холестерина (на 56,8%) редоксидитами на основе аминополимеров, хинона и хлоранила. Установлено, что они обладают несомненными преимуществами по сравнению с известными промышленными

ионообменниками, позволяя увеличить степень извлечения токсинов в 1,5-2 раза, сократить время установления равновесия до 0,5-1,0 ч [27].

Обсужден механизм извлечения радиойода из азотнокислых растворов полиаминохинонами и показаны преимущества синтезированных редоксидитов по сравнению с АВ-17, являющегося в настоящее время наиболее эффективным сорбентом для извлечения йода: $K_{0ч}$ раствора от радиойода полиамино-

хинонами в 3-5 раз выше, чем для высокоосновного анионита АВ-17 в областях концентраций 1,0-3,5 моль/л [7].

На основе синтезированных редокситов получены стабильно функционирующие твердоконтактные электроды, проявляющие практически полную аммонийную функцию в широких концентрационных пределах и в течение длительного времени. По селективности они соответствуют аналогичным электродам с жидкостным заполнением [28,29].

Редокситы на основе п-оксибензонитрила кроме окислительно-

восстановительной способности сорбируют ионы серебра, хелатообразующие иониты на основе п-оксибензонитрила, селективно извлекают ионы уранила и серебра в присутствии ионов переходных металлов [12]. Пиридиниевые редокситы показали высокую окисляющую способность по отношению к ряду карбонилсодержащих соединений и оказались эффективными катализаторами жидкофазного окисления ароматических алкилуглеводородов молекулярным кислородом и разложения перекиси водорода [13].

ЛИТЕРАТУРА

1. Ергожин Е.Е., Шостак Ф.Т. // Усп. химии. 1965. Т. 34. № 12. С. 2220-2230.
2. Ергожин Е.Е., Шостак Ф.Т. // Мономеры и полимеры: Тр. Ин-та хим. наук АН КазССР. Алма-Ата. 1967. Т. 20. 4.1. С. 108-127.
3. Кассиди Г.Дж., Кун К.А. Окислительно-восстановительные полимеры (редокс-полимеры). Л.: Химия. 1967. 270 с.
4. Мухитдинова Б.А., Ергожин Е.Е. // Мономеры и полимеры: Тр. Ин-та хим. наук АН КазССР. Алма-Ата. 1973. Т. 37. Ч.3. С. 3-32.
5. Ергожин Е.Е., Мухитдинова Б.А. Редоксиониты. Алма-Ата: Наука. 1983. 288 с.
6. Ергожин Е.Е., Б.А. Мухитдинова, Б.Ж.Шекеева, Б.А., Шалыгина В.В. // Изв. МН-АН РК. Сер. хим. 1997. № 4. С. 27-59.
7. Ергожин Е.Е., Мухитдинова Б.А. Окислительно-восстановительные ионообменники. Алматы: РИО ВАК РК. МОН РК. 2000. 222 с.
8. Ergozhin E.E., Mukhitdinova B.A., Bakirova R.Kh., Stefanova O.K., Rozhdestvenskaya N.V. // Reactive Polymers. 1991/1992. V. 16. P. 321-334.
9. Ergozhin E.E., Mukhitdinova B.A., Dusenbenova Z.K., Smirnova T.Ya. // Polymer. 1993. V. 34. № 14. P. 3096-3104.
10. Ergozhin E.E., Mukhitdinova B.A., Dusenbenova Z.K. // Reactive Polymers. 1992. V. 18. P. 15-23.
11. Мухитдинова Б.А, Новые полимеры с ионообменными и окислительно-восстановительными

- свойствами на основе азотсодержащих мономеров: Дисс....доктора хим.н. - Алматы, 1998. - 340 с.
12. Ергожин Е.Е., Мухитдинова Б.А., Шекеева Б.Ж., Леонова М.Б. // Изв. МН-АН РК. Сер. хим. 1998. №2. С. 6-11.
13. Ергожин Е.Е., Мухитдинова Б.А., Шалыгина В.В., Ким С.М., Леонова М.Б. // Изв. МН-АН РК. Сер. хим. 1998. № 4. С. 3-8; С. 41-45; № 5. С. 50-52.
14. Ергожин Е.Е., Мухитдинова Б.А., Шоинбекова С.А., Люц А.Е., Ким С.М. // Докл. МН-АН РК. 1999. № 1. С. 64-71.
15. Ергожин Е.Е., Мухитдинова Б.А., Шоинбекова С.А., Сембаев Д.Х., Никитина А.И. // Изв. МН-АН РК. 1998. № 6. С. 63-72; 1999. № 2. С. 87-90; 1999. № 2. С. 90-93; 1999. № 5. С. 14-20; 1999. № 5. С. 42-49.
16. Гейровский Я., Кута Я. Основы полярографии. М.: Химия. 1965. 559 с.
17. Майрановский С.Г., Страдынь Я.П., Безуглый В.Д. Полярография в органической химии. Л.: Химия. 1975. 351 с.
18. Безуглый В.Д. Полярография в химии и технологии полимеров. М.: Химия. 1968. 231 с.
19. Матье Ж., Панико Р. Курс теоретических основ органической химии. М.: Мир. 1975. 556 с.
20. Терентьев А.П., Яновская Л.А. Полярографический метод в органической химии, Гос. научн.-техн. изд. хим. лит. М: 1957. 388 с.
21. Шур А.М., Филимонов Б.Ф., Филимонова М.М. // Высокомолекулярное соединение. - 1961. - т. 3, № 11. - С. 1661-1663.
22. Алексеева Т.А., Безуглый В.Д., Дмитриева В.Н., Зубкова В.С. // Высокомолекулярное соединение. - 1963. - Т. 5, № 9. - С. 1382-1387.
23. Эмануэль Н. М., Кнорре Д.Г. Курс химической кинетики. М., 1974. 400 с.
24. Шостаковский М.Ф. Простые виниловые эфиры. М: АН СССР. 1952. 280 с.
25. Жубанов Б. А., Шайхутдинов Е.М., Осадчая Э.Ф. Простые виниловые эфиры в радикальной полимеризации. Алма-Ата: Наука. 1985. 155 с.
26. Ергожин Е.Е., Нуркеева З.С., Сеитов А.З., Шайхутдинов Е.М. Новое о полимерах и их применении. Алма-Ата: Мектеп. 1988. 167 с.
27. Ергожин Е.Е., Мухитдинова Б.А., Полочанский Р. А. // Новости науки Казахстана. Научно-техн. сб. КазГОСИТИ. Алматы, 2000. вып. 4. С. 8-11, С. 18-22.
28. Стефанова О.К., Рождественская Н. В., Мухитдинова Б. А., Р. Х. Бакирова, Е.Е.Ергожин//Журн. прикл. хим. 1989. Т. 62, № 5. С. 995-999.
29. О. К. Стефанова, Н. В. Рождественская, Б. А. Мухитдинова, Е.Е.Ергожин, О. В. Софронова, Т. Е. Баринава.// Электрохимия. 1990. Т. 26. Вып. 8. С. 976-983.

Щ УДК 001(090)(574)

ши

Ш ОЧЕРКИ ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ

|| КАЗАХСТАНА

|||

|§| К- Кажымурат

||| Институт развития Казахстана

ШЛ

||| Автор "Қазақстан ғылымы дамуының тарихы очерктерінде"

§8| Қазақстан Республикасының қазіргі ғылыми әлеуетін қалыптастыру

||| кезеңдерін сипаттаған Көкейкесті мәселелерді және оларды шешу жолдарын атап көрсеткен.

|||

£ очерках истории развития науки Казахстана автором

|I| представлены периоды формирования современного научного потенциала

||| Республики Казахстан. Раскрыты проблемы и пути их решения.

|||

/l the sketches on the history of the development of the Kazakhstan \s sci-

§||| ce fAe author gives the presentation of the periods of the modern scientific

||| potential formation in the Republic of Kazakhstan. The problems and the ways of their solution are disclosed.

В VI - IX вв., как известно из истории, существовала могущественная тюркская империя, состоявшая из западнотюркского и восточнотюркского каганатов. Первый оставил так называемую Бугутскую надпись, а второй - знаменитые тюркские рунические памятники - бесценный исторический и лингвистический источник для изучения истории древних тюрков. Нынешняя территория Казахстана в то время, в основном, входила в восточнотюркский каганат.

Историческая память развития, падения и расцвета науки восстанавливалась многими исследова-

телями, но обобщающая история науки Казахстана с древнейших времен до нашего времени изучена не полностью. Нет периодизации развития науки, не обобщено становление науки в средневековье, не проклассифицированы направления науки в разные периоды, история науки исследована в большей мере на материалах исторических личностей, за бортом осталась история развития теологической науки, не представлен процесс влияния мифологии и отдельных исторических личностей на стремление научного познания окружающего мира, нет истории существования научных

школ.

Исследования истории развития науки показывают, что, с одной стороны, многие работы ученых Средней Азии и Казахстана долго оставались неизвестными, с другой - невежество религиозных фанатиков в прошлом привело к отрыву от своих научных и культурных традиций. Фальсификаторы истории науки пытались доказать, что в Центральной Азии царил первобытная дикость кочевых племен. Однако обратное показывают сохранившиеся остатки городской культуры и ирригационные сооружения, научное и поэтическое наследие, ныне хранящееся во многих библиотеках мира, в том числе рукописи многих выдающихся ученых.

Начиная с раннего средневековья, на территории Центральной Азии творили многие выдающиеся ученые. Однако до настоящего времени нет единого мнения, за исключением отдельных ученых, о том, к какому из тюркских народов принадлежали те или иные ученые. По поводу племенной и национальной принадлежности ученых Средней Азии и Казахстана существуют различные гипотезы и доказательства. Нужно ли это?! В этой связи нами

взяты, главным образом, территориальное происхождение ученых и мыслителей в современных границах¹ и еще постулат: "Наука не признает ни национальную, ни территориальную границы".

Необходимо указать на следующие два обстоятельства. Первое - чрезвычайно важное значение имело для развития науки и культуры в середине X в. принятие ислама, хотя он считался религией оседлого населения, но постепенно распространился и среди кочевников. Второе, если в XII - XIII вв. в Европе научным языком был латинский, то для ученых Центральной Азии - арабский. И сегодня такие термины планетарного пользования, как алгоритм, цифра, зенит, надир, азимут, алидада, Альтанр и др., дошли через научные труды, написанные на арабском языке. А в XIX и XX вв. в научном обороте доминировал русский язык.

Значителен вклад выдающихся мыслителей и ученых Центральной Азии в развитие мировой науки. Так, невозможно представить формирование и развитие современной медицинской науки без Ибн Сины, алгебры и арифметики - без Мухаммеда Хорезми, астроно-

¹ Исторические условия тех времен не позволяют отнести его (ред. ученого) к тому или иному тюркскому народу в нынешнем понимании. Тюркские племена периода караханидов впоследствии настолько перемешались между собой, что нельзя теперь утверждать, что такое-то тюркское племя заложило этногенез такого-то народа. Одно и то же тюркское племя, как мы теперь видам, вошло позже в составные части нескольких народов [4, С. 107].

мии и тригонометрии - без Улугбека, Бируни, Насреддина Туси, теории музыки и философии - без Аль-Фараби, оптические исследования - без Аль Баттани. Это однозначно, и для современных потомков составляет историческую гордость.

Нынешний научно-технологический потенциал Казахстана в своем развитии прошел сложные периоды формирования и функционирования. В историческом плане на его развитие повлияли: смена социально-экономического строя, вклад отдельных ученых, рост производительных сил, политика управления, финансовое обеспечение и т.д. При этом стремительное научно-технологическое развитие Казахстана произошло в XX в.

1. Развитие ненаучных знаний, формирование их на основе мифологических и личностных представлений об окружающем мире. Человечество в первоначальном своем развитии большинство сведений о мире черпало не через результаты научных исследований, а путем использования ненаучных видов знаний. Эта сфера ненаучного знания касается, в первую очередь, специализированных видов ненаучного знания, которые называют этнонауками, или народными науками.

Потребность в научных знаниях различные народы, населяющие те или иные регионы земного шара, удовлетворяли многообраз-

ными ненаучными знаниями. Возможно, они имели разные формы, но содержание могло быть одинаковым или, по крайней мере, близким. Ненаучные знания были прообразами научных исследований.

Особенность развития ненаучных знаний в том, что они отличаются точностью определения, ясностью данной характеристики, скажем, близостью к географическим или медицинским исследованиям. В этом плане предки современных казахов не исключение. У них окружающий мир на основе развития ненаучных знаний познавался путем мифологических представлений и философских, поэтических высказываний мифологических личностей, которые передавались из поколения в поколение с целью познания мудрости ведения хозяйства, житейского обихода и обращения с людьми, элементов управления, счастливой жизни и др.

Яркими представителями доисламской мифологии по развитию ненаучных знаний на основе практики являются образы Дикдн баба и пророка Қыдыра; им приписывались все успехи ненаучных знаний.

Дикдн баба считался покровителем земледелия и земледельцев. К нему обращались за помощью на всех этапах земледельческих работ - при посеве, жатве.

Пророк Қыдыр и сегодня пользуется большой популярностью

у казахов, считается дарителем всевозможных благ, изобилия, богатства и счастья. Бытует представление о том, что, где бы ни появился Қыдыр пайғамбар, всюду зеленела земля, умножался скот, переполнялись тока.

Разумеется, все земледельческие и скотоводческие технологические процессы были основаны в те далекие времена на ненаучных знаниях. Одновременно формировались элементы духовного производства - идеи, знания, представления и художественные ценности. Видимо, постоянный характер накопления ненаучных знаний - неотъемлемая часть человеческого развития.

Важным направлением формирования научных познаний являлись философские и поэтические высказывания мифологических личностей, к которым можно отнести Корқыт ата и Асанқдйгы - общепризнанные мифологические персонажи.

Қорқыт ата, живший в XIII в., был знаменитым акыном, великолепным музыкантом-күйши, боролся против смерти, предполагая, что на земле есть райское бессмертное место "Жерұйық", которое долго искал на своем Желмае (двухгорбом верблюде) всюду.

В конце своей жизни он делает вывод, что от смерти нельзя убежать, все живое умирает. Естественно, без специальных научных исследований делается научное обобщение

о том, что жизнь человека завершается смертью. Это был мифологический ответ на важные вопросы о жизни и смерти, интересовавшие народы всех времен.

Итак, эмпирическим путем на базе ненаучного познания была выяснена проблема жизни и смерти, но встает новая проблема познания мирского существования - как обеспечить благополучную жизнь людей без войн, без междоусобных конфликтов.

Мифологический персонаж Асанқдйгы - казахский акын, философ XV в. - оставил ряд утопических произведений, связанных со счастливой жизнью казахского народа, с мечтой о завтрашнем дне. Он также на своем верблюде побывал во многих местах с заветной целью найти блаженное место, где люди могли бы жить в полном достатке и согласии, но, достигнув горы Ұлытау (Жезказганская область), не находит счастливого края и уходит в мир иной. Посещая многие места, Асанқдйгы дает точное экономико-географическое определение данной местности, тем самым расширяет территориальное знание людей.

И сегодня многие казахи, зная наизусть поэтические творения Асанқайгы, удивляются гениальному предвидению без научно-исследовательских работ. Приведем лишь один пример. Увидев земли нынешнего Қдрсақбая, он сказал: "Айнала

жапан түз екен, тауыңның асты жез екен" (Степь окружает своей пустотой, горы заполнены медной рудой).

В настоящее время в условиях Казахстана ненаучное знание, особенно в области здравоохранения, получает новое развитие. Естественно, встречаются различного ранга шарлатаны, скитальцы, спекулятивно использующие слабость людей. Но есть признанные у народа лекари, есть прогнозисты погоды, не оцененные научной средой.

2. Развитие теологической науки. Прежде, чем изложить становление и развитие этой науки, было бы полезно обратиться к великому Абаю: "И народ, и достояние народа - все в руках Аллаха. Что же он делает? Он распоряжается всем, что ему принадлежит, как ему заблагорассудится? Поскольку все от Аллаха, то что остается на земле простому смертному? Чего он сможет сам добиться? Значит, нечего людям обижаться друг на друга, ибо и тот, кто совершает зло, и тот, кто творит добро, будут одинаково ссылаться на волю Аллаха. И это нельзя назвать пороком. Не означает ли это, что у Всевышнего все же имеются недостатки, о которых мы не осмеливаемся говорить?"

Творец считает необходимым, чтобы каждый разумный был благочестив и чтобы каждый благочестивый безропотно выполнял тре-

бования имана. Попробуем дать волю разуму: ведь ни одно правое дело не должно бояться испытания им. Но что тогда останется от того же требования Аллаха, чтобы каждый разумный был и благочестивым? Куда денутся его слова: "Познать меня лишь разумом". Когда в мире существует призрачность, некий обман, как заставить себя не думать об этом?

Значит, религия возникла там, где когда-то остановился разум! И, значит, слепое повиновение ни к чему не приведет, пока мы не доведем иман хотя бы до подобия совершенства. Но сейчас до этого невысказанно далеко, и остается верить в то, что ты, Аллах, создал плохое и хорошее, но не ты заставляешь людей совершать добро и зло; ты, Аллах, создал болезни, но не ты заставляешь людей мучиться ими; ты, Аллах, создал роскошь и нищету, но не ты превращаешь людей в богачей и бедняков. Иначе невозможно тебя познать" [1. С. 102-104].

Здесь Абай проводит две образных линии. Во-первых, он полагает, что, возможно, религия возникла тогда, когда остановился разум у людей. Во-вторых, если люди приняли данную религию, то ее надо довести до совершенства. Это важный методологический подход. В связи с изложением истории развития теологической науки мы ведем речь относительно второго варианта.

Исламская религия начала проникать в Казахстан в VIII в., и с конца XIX в. влияние ислама здесь стало нарастать очень быстро. Он был представлен канонической религией, официальной религией духовенства, религиозно образованной частью населения в народной, бытовой форме, постепенно приобретая местные особенности.

Ислам на территории Средней Азии и Казахстана открыл широкую дорогу для образовательного процесса. Существовали два типа религиозных школ. Мектеп - начальная школа, задачей которой были обучение грамоте и чтению текстов Корана и других религиозных книг. В высшей школе - медресе - учеными ислама читались лекции по мусульманскому богословию и праву, мусульманской философии, логике, догматике, метафизике с отделом по астрологии и космографии, гражданским и уголовным законам мусульманского государства.

Мусульманское образование дало возможность широкому развитию философских наук, в число которых в те далекие времена (VII - XIII вв.) включались метафизика, теологическая наука, математика и естествознание.

Теологическая наука достигла наивысшего развития в XII в. Это, в первую очередь, связано с именем и деятельностью крупнейшего ученого-теолога мусульманского

мира Ходжы Ахмеда Яссауи, родившегося в 1103 г. в Сайраме близ Г.Туркестана. В этом городе Тимуром был воздвигнут мавзолей и другие культовые сооружения, привлекающие многочисленных паломников со всех концов мусульманского мира. Народы тюркского происхождения его называют туркестанским Мухаммедом, поэтому казахи говорят: "В Мекке - Мухаммед, а в Туркестане - Ходжа Ахмед". И еще: "В Сайраме святых бесчисленно, а в Туркестане несколько тысяч". Это мы приводим для того, чтобы акцентировать внимание на распространении в Казахстане культа святых, которые внесли неоценимый вклад в создание условий для развития теологической исламской науки.

Яркими представителями святых являлись: Баба ата, Эулие ата, Укеш ата, Қарабура, Бекет ата, Арыстанбаб и тысячи других в разных регионах бескрайней казахской земли. Святые занимались самосовершенствованием, ведя аскетический образ жизни, делая полезные для людей дела, очищали свою душу от ненужных качеств. Они считали, что цель человека в жизни - глубокое познание самого себя и бесконечное развитие разума (сознания).

Теологическая исламская наука, развитая Ходжой Ахмедом Яссауи, относится не только к области суфистики, но и ко всему ис-

ламу. Он эту науку обосновывает четырьмя ступенями, каждая из которых служит для перехода на следующую.

Первая ступень - шарифат, состоит из 5 видов парыз (нравственных Императивов) мусульманина (вера в Аллаха, пять раз в сутки читать намаз-молитву, соблюдение оразы., совершать хадж и платить зекет - налог на имущество).

Вторая ступень - тарихат, где человек должен заниматься морально-психологическим самосовершенствованием. Она включает следующие составляющие: Тәубашылдык (раскаяние, искупление, достаточность), Гибадатшылдык (боголюбие, признательность), Махаббат (любовь), Сабырлылык (выдержанность, терпение), Шүкіршілік (довольствоваться чем-либо), Ризашылдык (быть благодарным, довольным), Захидшілдік - анықтык (ясность, не утаивать ничего перед Богом) и Ғаріптік (в прямом смысле, физическая неполноценность, скромность, вести себя покорно, жалостно, неунизительная подчиненность).

Третья ступень - мағрипат, означающий необходимость овладения знаниями и наукой. Поэтому перед мусульманином для защиты и укрепления веры разумными доводами ставится цель - служение Аллаху на основе постоянного совершенствования знаний и овладения

тайнами науки.

Последняя, четвертая ступень - ақиқат, или абсолютный ақиқат - утверждает, что жизнь человека преходяща, необходимо понимание божественности мира. Абсолютный ақиқат - путь в вечную жизнь, одновременно признание Аллаха и результат соединения вышеуказанных ступеней вероисповедания Всевышнему.

Главное произведение Ходжы Ахмеда Яссауи "Диуани хикмет" - книга о разумной жизни, где даются гуманистические идеи, характерные для тюркских народов. Эта традиция в литературе была продолжена яркими представителями: Кердері Әбубәкір, Наурызбай хазірет и Омар Қараш, писавшими свои произведения в конце XIX - начале XX вв.

Исследования показывают, что на территории Средней Азии и Казахстана параллельно развивались теологическая и философская науки, которые одновременно пришли к упадку, главной причиной чего явилось невежество религиозных фанатиков в прошлом. По этому поводу Ч.Ч.Валиханов писал: "Библиотеки, обсерватории безвозвратно погибли под беспощадною рукою религиозного вандализма..., которая предала проклятию всякое знание, кроме религиозного. Даже монументальные памятники прошедшей культуры подверглись гоне-

шло мулл, как подражание Немвродскому столпотворению, как греховная борьба человека с творчеством Аллаха..." [3. С. 393].

В конце XX в. Казахстан превратился в многонациональное и многоконфессиональное унитарное государство. Однако теологическая наука, связанная с другими религиями (христианской или буддистской), не могла получить свое развитие по причине Великого переселения народов с различными вероисповеданиями.

В Республике Казахстан сегодня, наряду с мусульманами, удельный вес которых составляет более 60%, живут православные, протестанты, буддисты, католики и представители других мировых религий, имеющие свои молельни в виде церквей, синагог, костелов и др.

Теологическая наука коммунистической идеологией была отделена от государства и в определенной мере запрещена, в настоящее время в Казахстане созданы условия и возможности для ее развития.

3. Средневековье: развитие философской науки. Величайший мыслитель Абунасыр аль-Фараби. Отырарская научная школа и научная школа Улугбека. VIII - XIII вв., названные мусульманским ренессансом, дали миру многих известных ученых. По определению А.Х.Маргулана: "Эти ученые впервые заго-

ворили О многих закономерностях в природе, были творцами алгебры и геометрии, писали астрономические и географические сочинения, разрабатывали историю и этнографию отдельных народов. Вполне естественно, что некоторые именовались отцами науки. До них на заре цивилизации стояли только античные ученые - Пифагор, Евклид, Аристотель, Платон, Птолемей, которых они считали первыми учителями [4. С.3].

В средневековье, включая раннее и позднее, весьма сильно развивалась фундаментальная наука, названная в то время обобщенно философской. Причина в том, что арабы, завоевывая многие территории - от Атлантического океана до Индийского, от Северной Африки до Средней Азии, убедились в невозможности удержать огромную империю на мечах и дубинах. Они вынуждены были открыть некоторые пути научным знаниям. Началось покровительство науки многими халифами и высокое развитие математики, астрономии, географии, философии, химии, медицины. Следовательно, поддержка науки со стороны управленческих структур и исполнительной власти остается по сей день актуальной.

Отличительной особенностью ученых средневековья является многогранность их таланта. Например, Абунасыр аль-Фараби был уче-

ным-энциклопедистом. Как одному из основоположников восточного рационализма ему присвоено почетное звание второго учителя после первого учителя - Аристотеля. А Омар Хайям - не только талантливый поэт, но и великий ученый в области математики, астрономии и философии.

Другая особенность развития науки касается формирования центров научных исследований. Главным из них в средние века был г. Багдад, основанный в 762 г., где был построен Байт ал-хикма - Дом мудрости, и многие великие ученые, начав научную деятельность на местах, в последующем продолжали работу в этом или в других центрах науки и культуры Востока.

Зарождение научной мысли в Казахстане относится к глубокой древности. Археологические исследования и письменные источники поведали нам о городах и поселениях, культуре, существовавших в Жетысу, Центральном и Восточном Казахстане еще в VI - XI вв. Среди городов особенно выделялся Отырар (Фараб). Отырарская библиотека была крупнейшим по богатству рукописного книжного фонда книгохранилищем после Александрийской библиотеки в Египте. В Отыраре родился великий ученый Аль-Фараби, который оставил огромное научное наследие - свыше ста научных трудов. Одаренных мыслителей

рождали и другие города.

В Средней Азии признанным научным центром стал г. Самарканд, где большое развитие получили архитектура, поэзия и наука.

Следующая особенность развития науки заключается в том, что все великие ученые, жившие в средневековье, хорошо знали труды своих предшественников. Так, в Багдаде трудилось 300 видных ученых того времени, занимаясь переводом индийских и греческих научных книг на арабский язык, составлением к ним комментариев и дополнений. Когда уже были переведены основные труды, арабский халиф Гарон ар-Рашид поставил перед учеными новую задачу: перейти от переводов и комментариев к оригинальным исследованиям. Ученые, выходцы из Средней Азии и Казахстана, знали многие языки. Достаточно упомянуть основоположника алгебры Мухаммеда Хорезми, который, наряду с родным хорезмским языком, изучил персидский, арабский, древнегреческий и санскрит - литературный язык древней Индии, знал древнетюркский, а по некоторым сведениям, владел древнееврейским языком. Знание санскрита, например, позволило ему взять лишь 10 цифр и позиционный принцип индийской арифметики, а остальное открыть самому. Новой арифметике арабы научились по книге Хорезми, а европейские на-

роды переняли арифметику у арабов.

До Хорезми не существовало алгебры как науки, и он впервые основу элементарной алгебры изложил в книге "Ал-Джебр и Вал-Мубабала". Переписанная копия ее на арабском языке хранится в библиотеке Оксфордского университета. Хорезми - величайший ученый-математик, географ, астроном, историк, врач и великий педагог - учитель и воспитатель. Так характеризует его история.

Трудно переоценить значение научных трудов гиганта научного философского мышления, универсально-энциклопедического обобщения Абунасыр аль-Фараби (870-950 гг.) в области духовного развития всего цивилизованного мира, заложившего основу Отырарской научной школы. В жизни его отличали трудолюбие и скромность, ходил он в простом степном кыпшакском одеянии, работал в садах с кетменем в руках и никаких подарков со стороны правителей не принимал. Такова неполная историческая оценка ученого и человека.

Широко известны труды Аль-Фараби по физике и общему естествознанию, по математике и философии. Он также занимался алхимией, ботаникой и минералогией, был непревзойденным, всесторонне развитым музыкантом и композитором, виртуозным исполнителем на

музыкальных инструментах, много путешествовал (Казахстан, Средняя Азия, Ближний Восток и Африка), комментировал философские труды Аристотеля, Платона и других мудрецов древности. Цель науки он определил как познание тайны щедрой и мудрой природы. Его труды переведены на многие языки мира и в последние годы - на казахский.

Великие умы Востока: Ибн Сина (Авиценна), Бируни, Омар Хайям, Жами считали аль-Фараби своим учителем, впоследствии его труды сыграли громадную роль в процессе европейского возрождения - ему обязаны такие ученые, как Бэкон, Леонардо да Винчи, Коперник, Кеплер, Лейбниц. Его трактат "Жемчужина премудрости" в течение тысячи лет служил учебным пособием во всех университетах Востока.

Наряду с Мухаммедом Хорезми (780 - 850 гг.) и Аль-Фараби, на ниве фундаментальной науки в средние века появилась целая плеяда блестящих ученых-мыслителей, выходцев из Средней Азии. К их числу относятся Абуль-Вафа Бузджани (940 - 998 гг.), известный своими трудами в области математики; Ибн Сина (980 - 1037 гг.) - в области физики, математики, астрономии, химии, философии, логики, медицины, государственного управления и военного устройства и др.; Абурайхан Бируни (973 - 1051 гг.) - в обла-

сти астрономии, математики, географии, геологии, философии, истории, этнографии, медицины; Махмуд Кашгари (родился в начале XI в., год смерти не установлен) - в области исследования тюркских языков, систематизированного пояснения языкового строя тюркских племен и др.; Омар Хайям (1048 - 1131 гг.) - в области математики, астрономии и философии, был талантливым поэтом, а его знаменитые четверостишия заняли прочное место в мировой поэзии; Насреддин Тузи (1201 - 1274 гг.) - в области математики, астрономии, физики, медицины, философии, логики, этики и др. Он занимает почетное место в предыстории математического анализа.

В Караханидском государстве, существовавшем в X - XI вв. на территории нынешнего Казахстана, творил замечательный поэт и мыслитель Юсуф Хас-Хаджив Баласагунский, книга которого "Кутадгу Билик", написанная в 1069 г., обошла многие страны мира и до сих пор с интересом изучается учеными.

Кроме названных крупнейших ученых, в Средней Азии и Казахстане трудились десятки других ученых, внесших большой вклад в развитие науки. Существовали целые научные школы. В этом плане большое внимание заслуживает опыт формирования и функционирования Отырарской научной школы.

Вдоль Сырдарьи в Южном Казахстане расположена Отырарская местность, занимающаяся 300 кв.км, где имеются развалины более 50 старых городов и городищ. Самый крупный среди них г. Отырар, который был культурным, научным и политическим центром не только Южного Казахстана, но и всей Средней Азии. Естественно, вершиной научного достижения Отырарской научной школы являются научные труды и мировое признание заслуг Аль-Фараби, кого по праву можно считать основателем этой школы.

На формирование Отырарской научной школы возымели большое действие не только имя и слава Аль-Фараби, но и функционирование соответствующей научной среды по различным направлениям науки. Из этой плеяды известны имена [5. С. 36-38] : Фаббас Жауһари - математик, один из основателей Багдадской обсерватории и Дома мудрости; Ыскдк Фараби - родился и учился в Отыраре, поехал работать в г.Багдад, затем вернулся и занимался подготовкой научных кадров; Ысмайыл Жауһари - осуществил составление толкового словаря арабского языка (около 40 тысяч слов) и Ахмет Фараби - известный математик своего времени. Из истории известны имена и других ученых: братья Келеси, Туркестани, Кыпшаки, Ибн Турк. Рукопись книги-трактата

"Арифметика" Туркестани ныне хранится в Санкт-Петербурге. К сожалению, все наследие в историческом плане слабо изучено.

Особое место в развитии науки цивилизованного мира занимает научная школа Улугбека, внука великого Тимура, покровителя науки. Как точно заметил великий узбекский поэт Навои: "Перед его глазами небо стало близким и опустилось вниз". Улугбек (1394 - 1449 гг.) стал большим ученым благодаря своим трудам по развитию астрономической и математической наук, имя его записано в историю науки золотыми буквами, большую известность принес созданный им исторический трактат "История четырех улусов". Он владел поэтическим даром.

Как ученый Улугбек был разносторонним, ценил своих коллег и их труды. Из древнейших представителей школы Улугбека следует выделить Джамшида Каши (1385 - 1456 гг.) - первоначального учителя Улугбека и одного из инициаторов создания обсерватории в г. Самарканде. Его научные труды посвящены математике, в частности, он является основоположником теории десятичных дробей.

Алаеддин Кушчи - талантливый соратник астрономической школы Улугбека, его научное наследие включает труды по математике, астрономии, логике, литературе и

по другим отраслям науки.

4. XV и XVI вв. Научные труды Мухаммед-Хайдар Дуглати и Кдырғали Жалаири как первоисточники истории и этнографии казахского народа. В контексте современных достижений науки результат научных знаний, накопленных человечеством в течение многих веков, представляет большой интерес для изучения богатого прошлого народов Средней Азии и Казахстана, где уникальным первоисточником является труд Мухаммед-Хайдар Дуглати "Тарихи Рашиди" и Кдырғали Жалаири "Жамиғ-ат-Тауарих".

Здесь нельзя не повторить славного представителя тюркских народов Махмуда Кашгари и его главное произведение "Диван лугат ат-тюрк", изложенное еще в XI в. на исключительно высоком научном уровне, которое, в основном, было посвящено собиранию фактов по языкознанию 20 тюркских племен, включая крупные роды.

В эти века жили и творили другие ученые, но уже иного уровня. Например, в области математики они, в основном, комментировали труды своих предшественников и совершенствовали методику преподавания математики. Другие наследия старины представляли в большинстве своем либо религиозно-философские, либо дидактические рассуждения, а не специально филологические или историко-этногра-

фические исследования. Труды, скажем, философского характера в широком смысле уже не стали появляться, так как пик фундаментальных исследований прошел.

Необходимо отметить, что начиная с XV в. постепенно меняется само направление науки. Появляются зачатки исследования истории и географии, этнографии и экономики, религиозных верований, народной литературы, культурной и политической жизни народов Казахстана.

Мухаммед-Хайдар Дуглат (1499 - 1551 гг.) - видный историк Востока, большой знаток Средней Азии и Казахстана, дальновидная и всесторонне развитая личность, оставивший классическое произведение по истории Моголстана, в состав которого входила значительная часть современного Казахстана. Значение его труда "Тарихи Рашиди" заключается в том, что "это первая и почти единственная работа, где с исчерпывающей полнотой и исключительной точностью сообщается о происхождении казахов, об их первых шагах на исторической арене, связях с соседними народами, местожительстве и образе жизни" [4. С. 193]. Он излагает историю распада Золотой Орды и создания Шағатайского улуса, как литератор и историк подробно описывает события конца XV - начала XVI вв., касающиеся объединения казахского на-

рода.

Видимо, между Мухаммед-Хайдар Дуглати и Қадырғали Жалаири, до и после них были ученые-просветители, которые оставили рукописные произведения на казахском языке, однако уникальные памятники культуры до сих пор не обнаружены.

Опираясь на главный труд Қадырғали Хошынұлы Жалаири (1530 - 1605 гг.) "Жамиг-ат-тауарих" ("Жылнамалар жинағы - Сборник летописей"), его по праву можно считать родоначальником письменных сочинений на подлинно казахском языке, а само произведение, помимо научного значения, является великолепным литературным и историческим памятником.

Структура "Сборника летописей" состоит из введения, переводов, истории Казахского ханства и заключения, где изложены внутреннее и внешнее положение страны, вопросы объединения различных племен в единый народ, родовые отношения, данные о социально-политическом положении Казахского ханства и др.

Қадырғали Жалаири в своей летописи утверждает, что Урус хан является родоначальником, праотцом всех известных казахских ханов. Урус хан около 1375 г. завладел очень большой территорией. От него Тоқғамыс хан бежал к Тимуру. Последовательность правления ха-

нов такова: Құйыршые, Барақ, Жөнібек, Қасым, Мамаш, Тайыр, Бойдас, Тоғым, Ақназар, Сығай, Тәуекел, Есім, Жәңгір, Тәуке, Болат, Әбілмәмбет, Абылай хан и др.

Современная историческая наука Қадырғали Жалаири дает следующую оценку: он оставил весьма ценную в литературном отношении рукопись, которая может считаться началом собственно казахской письменности, развитой в XIX в. великим Абаем до уровня общенационального литературного языка.

5. XVII - XVIII вв. Развитие экспедиционных форм научных исследований на территории Казахстана. В XVI в. Казахское ханство постепенно втягивалось в международные отношения. В дипломатические связи вступило Московское государство во время правления Великого князя Василия III (1505 - 1533 гг.). Однако Казахстан в XVII в. был политически децентрализованной страной. Этому способствовали междоусобные распри, джунгаро-казахские отношения и др. В этих условиях практически перестали существовать все очаги развития науки.

Вместе с тем необходимо отметить, что начали развиваться научные основы законодательства, разрабатывались различные положения по управлению казахского общества и разрешению споров. Достаточно упомянуть законы хана

Тәуке "Жеті Жарғы" ("Семь установлений"). Этот законодательный памятник по заключению исследователей создан на стыке XVII и XVIII вв., где нашли свое юридическое выражение жизненные условия и конфликты казахского общества того времени, социальные и правовые нормы, посредством которых каждый индивид общества включался в общественную структуру ханства того времени.

В XVII - XVIII вв. территория и население Казахстана представляли большой интерес как для Российской империи, так и для ряда стран Западной Европы. В это время экспедиционная форма исследования достигла своего апогея и продолжалась вплоть до середины XX в.

Научное изучение истории казахского народа и его территории имеет большую историческую традицию. Начало ей было положено трудами видных российских и европейских ученых: И.К.Кириллова, В.Н.Татищева, Г.Ф.Миллера, П.И. Рычкова, Б.С.Палласа, И.Г.Георги, Х.Бардомеса, И.Г.Андреева и др., проводивших продолжительные полевые исследования в северной и центральной частях региона и подготовивших на основе собранных материалов ценные работы аналитического характера по истории хозяйства, социальных отношений и материальной культуре казахского

народа.

Одним из пионеров изучения края был русский картограф С.У. Ремезов, оставивший "Описание о сибирских народах и граней их земель".

В первой четверти XVIII в. в Казахстане работали экспедиции И.В.Бухгольца, С.Лихарева, И.Унковского и других ученых, изучавших бассейн р.Иртыш до оз.Зайсан, горные системы Тарбагатай и Джунгарского Алатау.

Научной экспедицией А.Бековича-Черкасского были нанесены на карты Аральское море и близкие к действительности очертания Каспийского моря, а также получены некоторые этнографические сведения о казахском народе. Даже гибель экспедиции А.Бековича-Черкасского после вероломного нападения хивинского хана не могла приостановить стремления исследователей России проникнуть в глубь Средней Азии и Казахстана.

Более широко и интенсивно научное исследование Казахстана стало осуществляться после его присоединения к России (1731 г.)

Учрежденная в 1725 г. Российская академия наук уже в 1733 г. организовала экспедицию для географо-геологического и этнографического обследования этого края. Западный Казахстан с 1733 по 1771 гг. посетили многочисленные экспедиции Академии наук, возглавля-

емые академиками С.П.Крашенинниковым, С.Г.Гмелиным, И.Лепехиным, П.С.Палласом, И.П.Фальком, П.И.Рычковым и др. Была создана постоянно действующая Оренбургская экспедиция, которую возглавляли такие русские ученые, как И.К. Кириллов, В.Н.Татищев. В своем главном труде "История Российская" и почти во всех других работах В.Н.Татищев большое внимание уделял истории казахов, впервые в научной литературе попытался осветить проблемы их этногенеза, быта, культуры и нравов.

Историю, материальную и духовную жизнь казахов обстоятельно отображали в своих трудах П.И.Рычков, П.С.Паллас, Н.Г.Георги, И.П.Фальк, П.Н.Андреев, Г.И.-Спасский, Н.Я.Бичурин, С.Б.Броневский, В.И.Даль, А.И.Левшин.

А.И.Левшина (1799 - 1879 гг.), создавшего первый монументальный труд по истории казахов "Описание киргиз-казацких или киргиз-кайсацких орд и степей" в трех частях (1832), Ч.Ч.Валиханов справедливо назвал Геродотом казахского народа, а его монографию - драгоценной для науки.

6. Влияние российской и советской наук на становление науки Казахстана в XIX - первой половине XX вв. В XIX в. научные исследования в Казахстане продолжили сотрудники центральных и местных органов государственного аппарата

Российской империи, преподаватели и ученые крупных российских университетов, члены Петербургской академии наук, входившие в состав специальных экспедиций целевого назначения, а также местные исследователи-краеведы. В трудах таких историков, как Н.Л.Бичурин, Г.И.Спасский, С.Б.Бролевский, А.И.Левшин, В.В.Вельяминов-Зернов, В.В.Григорьев и др., был систематизирован колоссальный фактический материал по истории и культуре казахского народа, поставлены некоторые принципиальные вопросы казахской этнографии и сделаны первые попытки их научно-го разрешения.

С середины XIX в. важную роль в развитии исторических исследований на территории региона начинают играть высокообразованные представители казахского народа. Одним из первых ученых-казахов, труды которого существенно обогатили мировую востоковедческую историографию, был Ч.Ч.Валиханов. Он внес весомый вклад в разработку многих актуальных проблем этнической истории, материальной и духовной культуры казахского народа. В 60 - 80-е гг. историю и этнографию казахов плодотворно изучали М.С.Бабаджанов, Т.А.Сейдалин, Б.Даулбаев, М.Ч.Таукин, С.А.Джантюрин, Х.Кусталиев и др.

На рубеже XIX - XX вв. казахстанская тематика стала зани-

мать видное место в работах российских историков, экономистов, юристов и этнографов. Благодаря трудам А.Е.Алекторова, А.И.Добромыслова, А.А.Диваева, А.Н.Букейханова, Н.Я.Коншина, Г.Н.Потанина, Н.И.Веселовского и др., было введено в научный оборот множество фольклорных, эпических и письменных памятников по истории казахского народа, положено начало разработке некоторых сложных проблем социально-экономической истории, традиционного политического устройства и духовной культуры казахов. Различные аспекты казахской истории и этнографии стали широко освещаться на страницах местной и центральной периодики, в российских энциклопедических изданиях. Так, в 1903 г. в энциклопедии "Россия. Полное географическое описание" весь 18 том был посвящен Киргизскому краю. В него вошли итоги многочисленных, экспедиций по Казахстану, в которых активное участие принимал А.Н.Букейханов. Том содержал характеристику строения земной коры, климата, растительного и животного мира; населения, его распределения по территории, этнографического состава, быта и культуры; промыслов и занятий населения; путей сообщения, а также приводилось описание западной и восточной частей Казахстана.

До начала XX в. в Казахста-

не, кроме двух-трех отделов Русского географического общества, где работали ученые-энтузиасты, не было научно-исследовательских учреждений. Работы первых государственных научных учреждений были связаны, главным образом, с сельским хозяйством. К концу 20-х - началу 30-х гг., в результате большой помощи научных учреждений и ученых России заметно оживилась деятельность и возросла сеть научно-исследовательских и поисковых организаций.

Действительное становление науки Казахстана произошло в XX в., когда сформировался многочисленный отряд национальной научной интеллигенции, организованно и структурно вычленились три ветви науки - академическая, отраслевая, вузовская. Достижения ученых республики стали известны во всем мире.

В 1919 - 1920 гг. в Казахстане начались исследования Эмбенского нефтеносного района, Карагандинского угольного бассейна, Голодной степи, Мойынкумов. В первые годы Советской власти работали маршрутные экспедиции, одну из которых возглавлял известный ученый-геолог И.М.Губкин. Он ознакомился с состоянием нефтепромыслов Эмбы и обратил внимание правительства на бедственное состояние нефтяной промышленности. В соответствии с решением Советского правитель-

ства группа геологов во главе с профессором А.А.Гапеевым начала обследование Карагандинского угленосного района. Уже после первых изысканий здесь были выявлены огромные запасы угля. В крае проводились важные исследования быта, расселения и истории народов и племен, издавна населяющих территорию Казахстана и Средней Азии.

Научные ячейки и добровольные общества, продолжавшие существовать и после 1917 г., а также созданный в 1919 г. при штабе Кирревкома Историко-статистический отдел, вошедший в 1920 г. в Отдел просвещения Кирревкома в качестве ученой комиссии, преобразованной позже в Академический центр Народного Комиссариата просвещения КАСССР, занимались, по существу, историко-краеведческой работой. Одним из организаторов науки в Казахстане был просветитель, ученый, видный общественный деятель А.Байтурсынов, который в 1921 - 1922 гг. был первым председателем Академцентра, в 1922 - 1925 гг. - наркомом просвещения республики, почетным председателем Общества по изучению Казахского края.

В 1920 г. в Оренбурге были созданы физико-медицинское и научно-педагогическое добровольные общества по изучению Казахского края. Наиболее плодотворной была деятельность Общества изучения

Казахстана, которое состояло из естественно-географической, этнографической и историко-археологической секций. В 1925 г. в нем насчитывалось уже 112 членов, среди них А.П.Чулошников, А.А.Диваев, С.Мендешев, Б.Кирабаев, С.Асфендияров, А.В.Затаевич, А.Ю.Якубовский, М.Е.Массой и др. Возобновили работу Семипалатинский подотдел Западно-Сибирского отделения и Верненский отдел Русского географического общества. В Семипалатинском подотделе работали М.О. Ауэзов, Ж.Шанин, краеведы Н.Н. и А.Н.-Белослюдовы и др. Результаты публиковались в "Записках".

Южные районы Казахстана исследовали ученые Туркестанского университета в Ташкенте. Профессора Д.Н.Кашкаров, В.Н.Добров, Н.Л.Корженевский организовали в 1922 г. экспедицию в Голодную степь и Мойынкумы в целях изучения географии, геологии, флоры и фауны.

Первыми государственными научными учреждениями в сельском хозяйстве были - плодово-ягодная станция в Семиречье (1919 г.), Краевая станция защиты растений (1924 г.), НИИ удобрения и агропочвоведения (1926 г.), опытные поля и станции в Семипалатинске и Уральске.

В 1925 г. открылся Санитарно-бактериологический институт (ныне Институт эпидемиологии,

микробиологии и инфекционных болезней).

В 1926 г. АН СССР создает Особый комитет по исследованию природных ресурсов союзных и автономных республик под руководством академика А.Е.Ферсмана и специальную Казахстанскую экспедицию АН СССР, которая провела большую работу по изучению почвенных и водных ресурсов республики, развитию этнографических, антропологических и медико-санитарных исследований. В ее работе принимал участие А.Букейханов. В 1930 г. в Казахстане насчитывалось уже пять научно-исследовательских подразделений и более 20 опытных станций. Серьезные научные результаты были получены геологами А.А.Гапеевым и Д.И.Бурцевым, обследовавшими Карагандинский угольный бассейн. Открыли и рекомендовали для промышленного освоения Бошекульское и Коунрадское месторождения меди геологи Р.А. Борукаев и М.П.Русаков.

14 марта 1932 г. Президиум АН СССР рассмотрел представление председателя Комиссии по базам и филиалам академика В.Л.Комарова об организации Казахстанской базы АН СССР в Алматы и утвердил состав Президиума этого первого академического учреждения. Председателем ее был назначен академик А.Н.Самойлович, заместителем председателя - проф.

М.Н.Тулупов, членами Президиума - академик Б.А.Келлер, проф. С.Д.Асфендияров, ученым секретарем - проф. И.А.Барышников.

В первый год существования в структуре Казахской базы действовали секторы ботаники и зоологии, Ботанический сад, Сейсмическая станция, Историко-археологическая комиссия и Комиссия казахского языка. В октябре 1932 г. по решению Президиума АН СССР в составе базы были открыты химическая лаборатория и Комиссия экспериментальных исследований, задачей которой являлось объединение всей экспедиционной работы, проводимой различными учреждениями в Казахстане. Главным образом, за счет фондов АН СССР была создана Научная библиотека.

21 октября 1933 г. в Алматы открылась 1 сессия Казахской базы АН СССР, где обсуждались научные доклады по вопросам промышленного и культурного строительства, сельского хозяйства. Многие из них были посвящены развитию Карагандинского бассейна, цветной промышленности Рудного Алтая и Центрального Казахстана. С докладами об истории казахов и путях поднятия языковой культуры Казахстана выступили профессора С.Д. Асфендияров и К.Жубанов.

В 1934 г. в составе Казахской базы работал Ботанический сектор, в который входили отдел

систематизации и географии растений и геоботанический отдел, который проделал большую работу по составлению каталога растений республики, первого тома "Флоры Казахстана", сводки изученности растительности, созданию гербария. К 1935 г. было организовано еще два сектора - геологии и истории. В 1936 г. базе был передан Казахский НИИ национальной культуры, включавший секторы казахского языка и литературы, народного творчества.

Задачи ускоренного подъема производительных сил республики требовали широкого развития научных исследований, внедрения в производство их результатов. По решению Советского правительства в 1938 г. Казахская база АН СССР была реорганизована в Казахский филиал АН СССР.

В 1939 г. при филиале были созданы секторы почвоведения и географии, а в Караганде заложен Ботанический сад. В короткий срок Казахский филиал АН СССР превратился в крупный центр, сплотивший лучшие силы ученых - исследователей, практиков и специалистов.

Большое научное и народно-хозяйственное значение имели исследования геологов по выявлению запасов угля, нефти и цветных металлов, раскрытию закономерностей и особенностей геологической структуры Казахстана, созданию научной базы для прогнозирования

месторождений полезных ископаемых. В изучении недр республики принимали участие ученые К.И.Сатпаев, Н.Г.Кассин, И.С.Ягодкин, М.П.Русаков, Р.А.Борукаев, В.П.Нехорошев, А.Д.Архангельский и др. Выявленные геологами месторождения железных руд и хромитов вывели республику на одно из первых мест в стране. Было открыто крупное месторождение высококачественных фосфоритов Каратау, интенсивно изучались гидроресурсы края.

Биологи республики исследовали флору и фауну Казахстана, работали над выведением и акклиматизацией различных видов растений и растительного промышленного сырья, новых пород животных. Результатом многолетней научной деятельности казахстанского ботаника, впоследствии академика АН КазССР Н.В.Павлова явилось издание книги "Флора Центрального Казахстана".

В 1941 г. ученые республики внесли около сорока практических предложений оборонного и народнохозяйственного значения. Исключительно важную роль сыграло завершение в 1942 г. исследований запасов промышленных руд марганцевого месторождения в Центральном Казахстане.

В военные годы вместе с учеными Казахстана работали ведущие ученые СССР - академики В.И.Вер-

надский, Л.С.Берг, Н.Ф.Мандельштам, С.Г'.Струмилин, А.Е.Фаворский, В.Г.Фесенков, действовала Комиссия АН СССР по мобилизации ресурсов Урала, Западной Сибири и Казахстана во главе с президентом АН СССР академиком В.Л.Комаровым. Расширялась сеть научных учреждений Казахского филиала АН СССР, совершенствовалась его структура.

В формировании научных кадров и развитии науки в республике исключительную роль сыграли эвакуированные из западных районов страны научные силы. В годы войны в Казахстане было размещено свыше 20 крупных научных институтов, среди них Институт физиологии АН СССР, Физико-математический институт АН УССР, где работали такие известные советские ученые, как академики И.И.Мещанинов, А.И.Прасолов, А.С.Орлов, М.Завадский, члены-корреспонденты АН СССР Н.Н.Баранский, А.М.Панкратова, С.Е.Малов, Е.Ф.Истрина и др. В 1942 г. при КазФАНе была организована аспирантура. К концу 1945 г. в КазФАНе СССР насчитывалось 864 научных и научно-технических работника.

В тяжелых условиях военного времени филиал отдавал все свои силы обеспечению фронта всем необходимым для успешной борьбы с врагом. Богатейшие природные ресурсы Казахстана должны были слу-

жить нуждам фронта, и этой задаче было подчинено все. Ученые Казахского филиала изучали такие практически важные проблемы, как добыча и переработка руд цветных и черных металлов, производство огнеупоров и стройматериалов, химическая технология, энергетика, водоснабжение, повышение урожайности сельскохозяйственных культур и продуктивности животноводства. На основе этих исследований было дано большое количество рекомендаций производству по использованию природных ресурсов республики.

В годы Великой Отечественной войны организовано 13 новых институтов и 7 секторов. Практические запросы народного хозяйства и культуры республики определяли и высокие темпы развития науки.

7. Образование Национальной академии наук и становление отраслевых и вузовских научных исследований. Более полувека прошло с того дня, когда 1 июня 1946 г. состоялось торжественное открытие Академии наук. С первых дней своего создания Академия наук развернула широкие исследования по освоению богатейших природных ресурсов, установке связи с производством, внесла свой весомый вклад в развитие производительных сил Казахстана.

В первый состав Академии наук вошли 14 академиков АН

КазССР - К.И.Сатпаев, М.О.Ауэзов, А.Б.Бектуров, И.Г.Галузо, М.И.Горяев, А.К.Жубанов, Н.Г.Кассин, С.К.Кенесбаев, Н.В.Павлов, М.П.Русаков, Н.Т.Сауранбаев, Г.А.Тихов, В.Г.Фесенков, С.В.Юшков и 16 членов-корреспондентов АН КазССР - Х.К.Аветисян, Н.У.Базанова, А.И.Безсонов, С.Н.Боголюбский, Р.А.Борукаев, А.В.Бричкин, А.М.Габбасов, Х.Д.Джумалиев, А.Х.Маргулан, А.Ж.Машанов, К.М.Мынбаев, А.П.Полосухин, В.И.Смирнов, А.Н.Сызганов, Г.Н.Удинцев, М.И. Усанович. Были утверждены устав и структура Академии наук Казахской ССР.

В составе АН было образовано 4 отделения: минеральных ресурсов, физико-математических наук, биологических и медицинских наук, общественных наук, Совет по филиалам и базам, Комиссия по освоению пустынь, Совет по изучению производительных сил (СОПС), Редакционно-издательский совет (РИСО), Центральная библиотека и Отдел научной пропаганды.

Первым президентом АН (1946-1952, 1955-1964 гг.) был избран член-корреспондент АН СССР, академик АН КазССР Каныш Имантаевич Сатпаев - видный общественный и государственный деятель, ученый с мировым именем, основатель казахстанской школы

геологов, впоследствии академик, лауреат Ленинской и Государственной премий.

В становлении науки в Казахстане, организации Казахстанской базы, Казахского филиала АН СССР, а затем и АН Казахской ССР решающая роль принадлежала АН СССР. Ученые республики постоянно ощущали помощь и поддержку академиков В.Л.Комарова, С.И.Вавилова, И.П.Бардина, Г.М.Кржижановского, А.А.Байков, В.А.Обручева, А.А.Скочинского, Н.В. Цицина, Д.Н. Прянишникова, А.М. Панкратовой, И.И.Мещанинова и др.

Академии наук Украины, Белоруссии, Грузии, Азербайджана, Узбекистана готовили для научных учреждений АН Казахстана квалифицированные кадры, делились опытом организации широких комплексных исследований.

Создание Академии наук открыло широкие возможности для более полного изучения и использования природных ресурсов, исследования экономики и культуры республики.

В послевоенные годы Академия наук активно включилась в работу по восстановлению и развитию народною хозяйства. Все более весомым становился вклад ученых в реализацию государственных планов.

В 50 - 60-е гг. расширяются и

укрепляются связи АН с новыми отраслями промышленности, сельским хозяйством, налаживаются внутрисоюзные и международные контакты. В Академии создается ряд новых институтов, которые сыграли важную роль в развитии производительных сил и культуры Казахстана. Здесь следует назвать Институт ядерной физики, Институт математики и механики, Институт гидрогеологии и гидрофизики, Химико-металлургический институт, Институт микробиологии и вирусологии, Институт экспериментальной биологии. Институт экономики, Институт философии и права, Институт литературы и искусства им. М.О.Ауэзова, Институт языкознания, Институт химии, нефти и природных солей.

На рубеже 70-х гг. были созданы Институт физики высоких энергий, Институт сейсмологии, Институт органического катализа и электрохимии, в 80-х гг. - Институт молекулярной биологии и биохимии, Институт географии, Институт ионосферы.

Если в 1946 г. структура Казахского филиала АН СССР состояла из более 10 институтов и 8 секторов, то ныне в структуру Национальной АН входят 7 отделений, объединяющих 42 института, 3 научных центра, 3 национальных научных центра (Национальный ядерный центр, Национальный научный

центр по комплексной переработке минерального сырья, Национальный биотехнологический центр).

Таким образом, вторая половина XX в. была для Академии наук периодом исканий, глубоких исследований, формирования и становления научных школ в области металлургии, металлургии цветных металлов, катализа, физики, космических исследований, горного дела, химии, биологически активных веществ, высокомолекулярных соединений, биохимии и физиологии растений, физиологии человека и сельскохозяйственных животных, географии и ботаники. Успешно развиваются общественные науки. Ученые глубоко изучают процессы экономической, политической и духовной жизни в республике, проводят археологические изыскания, исследуют язык, литературу, историю, философию, право, искусство, способствуя тем самым развитию казахской национальной культуры.

Кроме академической науки, произошло становление и развитие отраслевой и вузовской науки. Отраслевая наука широкое развитие получила в сельском хозяйстве, цветной металлургии, добывающих отраслях, геологии, медицине, педагогике. Отраслевая структура научного потенциала формировалась в тесной связи со специализацией народного хозяйства и ряд отраслей

имели слабую научную базу (машиностроение), а такие отрасли, как черная металлургия, легкая и пищевая промышленность, не имели ни одного самостоятельного научно-исследовательского института,

В условиях Казахстана узким местом всегда была ресурсная ограниченность, которая вызывала пониженную наукоемкость экономики. Об общих масштабах развития основных секторов науки говорит их удельный вес.

Квалификационная структура в определенной мере также характеризует организационную структуру научно-технологического потенциала.

В развитии науки во второй половине XX в. для Казахстана характерными были следующие два момента. Это, во-первых, разрыв между уровнем развития научного и экономического потенциала и, второе, существенная диспропорция в размещении сети научных организаций.

В этот период развития науки Казахстана при недостатке сил и возможностей научная и техническая подготовка кадров и технологических процессов многих предприятий, учреждений и организаций республики осуществлялась силами научно-технических организаций, ведомств и министерств бывшего СССР.

Следует подчеркнуть, что в

Казахстане во второй половине XX в. на профессиональном уровне сформировалась как отрасль "Наука и научное обслуживание", выросли научные школы по разным направлениям науки и техники.

8. Наука Казахстана в переходном периоде (с 1991 г.). Научно-технический потенциал Казахстана в 1991-1997 гг. претерпел определенные количественные и качественные изменения. Если число научных учреждений и научных работников в 1991 г. составило, соответственно, 276 и 35 640 единиц, то в 1996 г. научно-технической деятельностью занимались 287 самостоятельных организаций, в том числе 161 научное учреждение, 42 проектные и проектно-конструкторские организации, 47 вузов, 16 научно-исследовательских и конструкторских подразделений на промышленных предприятиях, более 20 прочих организаций. Здесь необходимо отметить, что в 1992 - 1997 гг. были ликвидированы, реорганизованы многие организации и создано более 30 государственных научных учреждений.

В эти годы произошел отток из научно-технической сферы наиболее работоспособных и высококвалифицированных сотрудников, научной молодежи. На начало 1996 г. насчитывалось 18 194 специалиста с высшим образованием, имеющих ученую степень доктора наук - 1 445, кандидата наук - 4 571. Из это-

го количества кандидатов наук лишь 883 (19,3%) человека моложе 40 лет.

Сфера науки и новых технологий продолжает оставаться обособленной от экономического процесса проводимой реформы, что ставит ее в условия полной зависимости от государственных дотаций. Расходная часть государственного бюджета на науку весьма низка и колеблется в разные годы от 1,2 до 1,97%.

Велик объем исследовательских работ и низок удельный вес разработок, тогда как в мировой практике доля фундаментальных исследований составляет 15%, прикладных исследований - 25 - 30% и разработки - 55 - 60%. Из-за ограниченности средств для финансирования НИОКР не завершена реструктуризация научно-технической сферы с целью обеспечения рационального соотношения между фундаментальными и прикладными исследованиями, с одной стороны, и разработками - с другой [8].

Для современного состояния научно-технологической сферы Республики Казахстан характерны высокий уровень монополизации и низкий уровень процессов приватизации; слабая мобильность научно-технического потенциала и медленная реакция на потребности общества и самой науки; несовершенство законодательной и нормативной базы планирования, организации и

проведения НИОКР, защиты научно-интеллектуальной собственности; отсутствие целостной четко скоординированной системы государственного управления научно-техническим прогрессом и поддержки перспективных программ и проектов.

В то же время недостаточность финансирования, невостребованность научно-технологической деятельности, передача в иностранное управление базовых для отечественной науки предприятий, ускоренное нарастание научно-технического отставания в области производств нового технологического уклада, "старение" кадрового потенциала и технического оснащения, отсутствие благоприятного нормативно-правового пространства, а также многие другие факторы повлекли отрицательные тенденции в развитии науки и новых технологий в республике.

Экономическая реформа, проводимая в Казахстане, обусловила постоянное совершенствование организационной структуры по управлению научно-технологической сферой (создание национальных научных центров, акционерных и научно-технических обществ, аналитических центров, специализированных структур: технополис в Степногорске, технопарк в КазГУ, медико-биологический институт и др.), широкое внедрение программ-

но-целевого метода (ныне разрабатывается шесть республиканских целевых научно-технических программ, в частности, развитие атомной энергетики, использование методов биотехнологии и генной инженерии в медицине, сельском хозяйстве и промышленности и др.), принятие мер по повышению роли государственной научно-технической экспертизы и пр.

Стали развиваться негосударственные формы финансирования научных исследований. Так, впервые в Центральной Азии был создан Институт развития Казахстана, научная деятельность которого ориентирована на экономические, социологические и политологические исследования, а также открыты ряд вузов-университеты "Түран" и "Қайнар", высшая школа права "Әділет" и др. Усиливается процесс соединения научных исследований отечественных разработчиков с учеными зарубежных стран. Следует полагать, что в условиях децентрализации и реорганизации найдутся новые организационные и экономические механизмы развития научно-технического потенциала Казахстана.

Формирование и реализация эффективной государственной научно-технологической политики Казахстана должны быть строго избирательны и ориентированы на завоевание соответственных ниш на ми-

ровом рынке, обеспечивающих вовлечение республики в международный экономический обмен на эквивалентной основе; на создание рынка научно-технической продукции с соответствующими ему инфраструктурой и общественным менталитетом. В стратегическом плане - развитие собственного инновационного потенциала, создание экономических условий, обеспечивающих приток зарубежных технологий и инвестиций в научно-техническую сферу. В условиях перехода к рыночной экономике необходимо обеспечение восприимчивости экономики к нововведениям, преодоление технологического и структурного отставания, сохранение и развитие научно-технологического потенциала республики и создание эффективно функционирующей системы заимствований новейших зарубежных технологий.

Основные направления и принципы формирования государственной научно-технологической политики Казахстана заключаются в:

- определении приоритетных направлений научных исследований, технических и технологических разработок;
- совершенствовании механизмов бюджетного финансирования (научно-технические программы, поисковые темы, заказы государственных и негосударственных органов и предприятий);
- возвратном финансировании и государственном кредитовании;
- подготовке кадров всех уровней;
- разработке системно-научных основ социально-экономической реформы, комплексных программ развития регионов;
- интеграции в мировое научно-информационное пространство;
- концентрации научно-инженерных сил на решении проблем экологии и расширении взаимовыгодного научно-технического сотрудничества со странами ближнего и дальнего зарубежья. По последнему направлению в республике проводится определенная работа. Так, количество соглашений и договоров о научно-техническом сотрудничестве, подписанных и подготовленных к подписанию на межгосударственном, межправительственном и межведомственных уровнях, с каждым годом возрастает.

На государственном и правительственном уровне (1992- 1993 гг.) были выработаны цели и принципы казахстанской научно-технической политики. Исходя из принципа правового регулирования науки, был принят Закон Республики Казахстан "О науке и государственной научно-технической политике Республики Казахстан". Однако правовая база государственной политики в области материально-технического, фи-

нансового и социального развития научно-технологической сферы практически не разработана. В такой же мере в связи с реформацией производственных отношений остается совершенствование различных экономических механизмов научно-технологической сферы (финансово-кредитная, налоговая, инвестиционная политика, промышленная и интеллектуальная собственность, приватизация, конверсия системы военной науки). В совокупности сказанное оставит открытыми проблемы оптимизации и реструктуризации науки, патентного дела, регионального развития науки, опытно-экспериментальной базы науки, коммерциализации научно-технической продукции.

В последние годы за чертой поля зрения остались социальные проблемы научно-технических работников. Для устранения суще-

ствующих недостатков необходимо принять меры по:

- стимулированию высшего интеллектуального труда научных работников;
- повышению их общественного статуса;
- оказанию поддержки научным работникам, молодым ученым;
- введению государственных гарантий за высококвалифицированный труд;
- установлению государственных стандартов социального обеспечения;
- определению новых подходов к организации медицинского обслуживания, страхования и пенсионного обеспечения;
- созданию эффективного механизма использования помощи, предоставляемой казахстанской науке международными организациями и частными лицами и др.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абай (Кунанбаев Ибрагим). Слова назидания (перевод с казахского языка Сатимжана Санбаева). Алматы: Рауан, 1995.
2. Академия наук Казахской ССР. Алма-Ата: Наука, 1978. С. 175.
3. Валиханов Ч.Ч. Собр. соч. Т. 1. Алма-Ата: Наука, 1961.
4. Великие ученые Средней Азии и Казахстана. Алма-Ата: Казахстан, 1965.
5. Кобесов А. Аль-Фараби. Алматы: Казахстан, 1971.
6. Кузембайулы А., Абилев Е. История Казахстана. Алматы: Санат, 1996.
7. Национальной академии наук Республики Казахстан - 50 лет, Алматы: Гылым, 1996.
8. О совершенствовании структуры научно-технической сферы Казахстана // Азия: экономика и жизнь. 1997, г. 35.

УДК 547.94

АЛКАЛОИДЫ КАК СИНТОНЫ В ПОИСКЕ НОВЫХ ПРОТИВОТУБЕРКУЛЕЗНЫХ СРЕДСТВ

**З.М.Мулдахметов, А.М.Газалиев,
С.Д.Фазылов, О.А.Нуркенов**

Институт органического синтеза и углехимии МОиН РК

Мақалада туберкулёзге қарсы жаңа дәрілік заттарды іздеудің негізгі бағыттары қарастырылады.

В статье рассматриваются основные направления поиска новых противотуберкулезных препаратов.

The article considers the basic trends of search for the new anti-tuberculosis medicines.

Значение глобальной проблемы туберкулеза в последние годы становится огромным. По данным ВОЗ, на земном шаре ежегодно заболевают туберкулезом более 100.0 млн. человек и умирает около 3 млн. Особенно остро стоит этот вопрос в Казахстане: только за последние годы смертность от туберкулеза возросла с 17.6 до 26.4 на 100000 населения (50% и более), тогда как заболеваемость увеличилась только на 11.1%.

В современных условиях основным методом лечения туберкулеза является химиотерапия. Первые противотуберкулезные препараты появились в конце сороковых годов XX столетия (стрептомицин, изониазид, фтивазид и др.). Последним в клинику туберкулеза, более 25 лет

назад, внедрен рифампицин. Новые эффективные противотуберкулезные средства не разрабатывались в последние годы. Большую озабоченность вызывают два феномена: лекарственная устойчивость возбудителя (резистентность) и токсико-аллергические реакции организма, вызванные препаратами при длительном лечении [1,2]. Развиваются новые штаммы, резистентные к препаратам первой линии (рифампицин, пипразинамид, этамбутан, изо니아зид) и к большинству препаратов второй линии (офлоксацин, канамицин, стрептомицин и т.п.) [3]. Химиотерапия становится все более высокодозной и агрессивной, все чаще осложняется побочными реакциями, частота которых колеблется от 15 до 55% [4].

Таким образом, отсутствие бактерицидных средств для устойчивых вариантов микобактерий, а также широкое распространение СПИДа свидетельствуют о необходимости создания качественно новых противотуберкулезных средств.

В настоящее время поиск соединений, обладающих противотуберкулезной (ПТ) активностью, проводят на основе определенных научных принципов и количественных подходов, позволяющих прогнозировать структуру соединений и вести, по существу, их целенаправленный синтез. Стремление уменьшить долю эмпиризма в поиске активных соединений среди широкого ряда их аналогов побудило исследователей разработать количественные подходы к оценке взаимосвязи "структура-активность". К ним относятся принципы QSAR, метод Free-Wilson, подход Topliss и другие, благодаря которым удается с известным приближением прогнозировать структуру активного вещества [5].

Основными направлениями поиска новых ПТ-препаратов являются:

- химическая модификация известных ПТ-препаратов;
- получение комплексов ПТ-препаратов с d-элементами;
- синтез новых классов органических соединений с ПТ-свойствами;
- получение полимерных форм ПТ-препаратов.

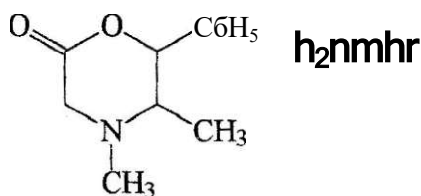
Обзор литературных данных по имеющимся противотуберкулезным средствам показывает, что

большинство используемых в медицинской практике противотуберкулезных препаратов содержит в своей структуре гидразидный, амидный и тиаамидный фрагменты. Химическую модификацию проводят, используя в качестве "материнской" модели наиболее эффективные туберкулостатики из числа широко применяемых в медицинской практике. Чаще всего молекулярными соединениями служат изониазид и рифампицин. Описана модификация рифампицина с образованием 3-(4-изобутилпиперазинил)рифампицина с выходом 68% [6]. Родственное ему соединение 4-(1нафтилметилпиперазинил)-рифампицин обнаружил высокую активность в отношении штамма H₃R_v. Изучены антибактериальные свойства большой серии гидразидов [7], замещенных дитиокарбаматов [8] и 4-алкоксибензойных кислот [9]. Высокую ПТ-активность проявляют комплексы изониазида с хромом (III) и титаном (III). Синтезированы комплексы этамбутана с медью (II), никелем (II), цинком (II) [10] и др. металлами. Значительное число работ посвящено получению разнообразных бензиламинов и аминов ароматического ряда с ПТ-свойствами. Наиболее полно они обобщены в [4]. Высокую ПТ-активность обнаруживают М-(гало-4-алкоксифенил)-п-аминобензолсульфонамиды [6]. Изучен *in vitro* в отношении *M.tuberculosis* широкий ряд тиобензанилидов (35 соед.). Получены асимметрические азины N-арилацетил-формамаидоксимов и тиосемикарбазидов [11], среди которых найдены перспективные тубер-

кулоостатические агенты.

Одним из перспективных направлений в поиске новых ПТ-средств является модифицирование строения природных биоактивных соединений путем введения в их молекулу основных фрагментов известных ПТ-препаратов и изучение их свойств. В этом отношении наиболее перспективным является использование для этих целей таких известных в медицине алкалоидов, как цитизин, анабазин, L-эфедрин, D-псевдоэфедрин. Эти алкалоиды выпускаются в промышленном масштабе и давно используются в народной медицине для лечения людей с заболеваниями органов дыхания. Сочетание ключевых фрагментов этих двух классов химических соединений в одной молекуле расширяет их синтетические и практические возможности и позволяет надеяться на создание новых противотуберкулезных средств или усиление их уже известных полезных свойств.

Ниже приведены основные направления проводимого нами по-



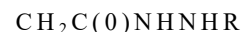
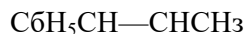
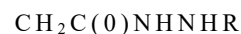
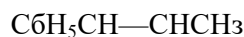
R = H(3,4), C₆H₅(5,6).

Установлено, что гидразиды (3, 4) при нагревании в вакууме претерпевают реакцию, обратную рас-

иска новых ПТ-препаратов на основе некоторых алкалоидов и их синтетических аналогов.

Синтез и строение гидразидов и фенилгидразидов N-1-эфедринилуксусной кислоты.

Известно, что лактоны являются перспективными синтонами для изучения реакций раскрытия цикла с целью синтеза биологически активных соединений. Ранее нами разработан перспективный путь синтеза (5S,6R)-(1h)-(5S,6S)-4,5-диметил-6-фенил-2-морфолонов (2), являющимися исходными продуктами для получения разнообразных соединений [12]. Установлено, что при действии небольшого избытка гидразингидрата и фенилгидразина на морфолон в растворе спирта, цикл легко разрушается, образуя с хорошим выходом (таблица 1) гидразид и фенилгидразид соответствующей N-1-эфедринил- (3, 5) и N-d-псевдоэфедринилуксусной кислоты (4,6). Фенилгидразид N-1-эфедринилуксусной кислоты выделен в виде гидрохлорида (5).

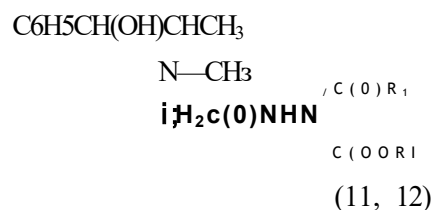
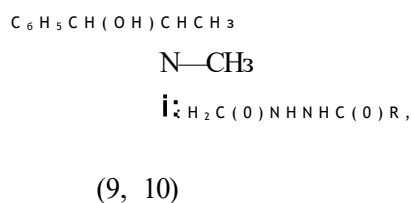
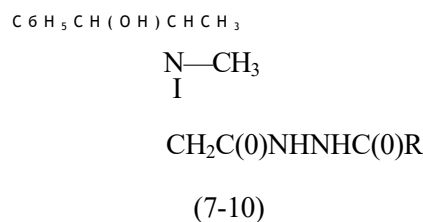
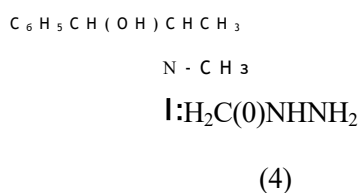


крытию цикла, т.е. внутримолекулярную гетероциклизацию, с сохранением пространственной конфигурации исходных алкалоидов. Иссле-

дования соединений (3-6) на возможную противотуберкулезную активность показали, что среди них найдено вещество (4) с вероятной ПТ-активностью.

Ацилирование гидразида N-d-псевдоэфедринилуксусной кислоты хлорангидридами некоторых кислот. С целью изучения взаимосвязи био-

активности полученных гидразидов при замене атомов водорода гидразидного фрагмента, а также получения на их основе нового класса замещенных диацилгидразинов, были проведены реакции ацилирования хлорангидридами некоторых кислот в бензоле в присутствии триэтиламина (30-40 °С).



R = (CH₂)₂CH₃ (7), C(CH₃)=CH₂ (8), C₆H₄CH₃-M (9), 2-фурил (10); R₁ = C₆H₄CH₃-m (11), 2-фурил (12)

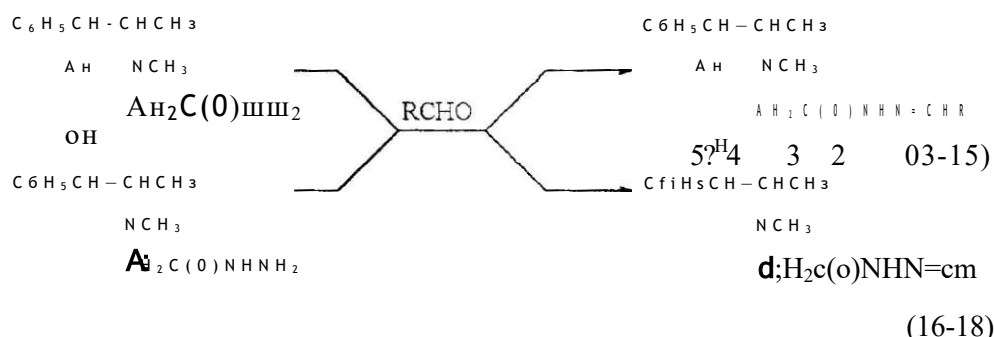
Найдено, что гидразид N-d-псевдоэфедринилуксусной кислоты взаимодействует данных условиях с образованием диацилгидразинов (7-10). Диацилгидразины представляют собой бесцветные кристаллические вещества с большей, чем у исходного гидразида, растворимостью в большинстве растворителей. При увеличении температуры реакции, а также при добавлении гидразида к раствору хлорангидрида, наряду с основными продуктами реакции, были выделены с выходом 5-10 % (в расчете на исходный гидразид) продукты дальнейшего ацилирова-

ния, т.е. триацилгидразины (11, 12). Триацилгидразины - бесцветные кристаллические вещества, трудно растворимые в большинстве растворителей.

Конденсация гидразидов N-1-эфедринил- и N-d-псевдоэфедринилуксусной кислот с некоторыми ароматическими альдегидами. Известно [13], что конденсацией гидразидов с некоторыми ароматическими альдегидами получают соединения, проявляющие ценные фармакологические свойства, иногда с более выраженной биоактивностью и с меньшей токсичностью, чем исходные

соединения (например - фтивазид). Для изучения взаимосвязи структура-активность представлял интерес

осуществить конденсацию гидразидов (3) и (4) с некоторыми альдегидами и кетонами:

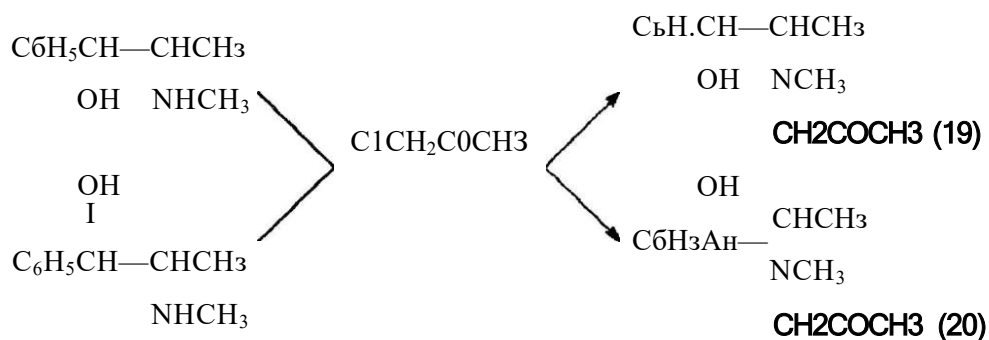


R = C₆H₅- (13, 16), n-CH₃OC₂H₄- (14, 17), o-(OH)C₂H₄ (15), C₆H₅-C=C- (18)

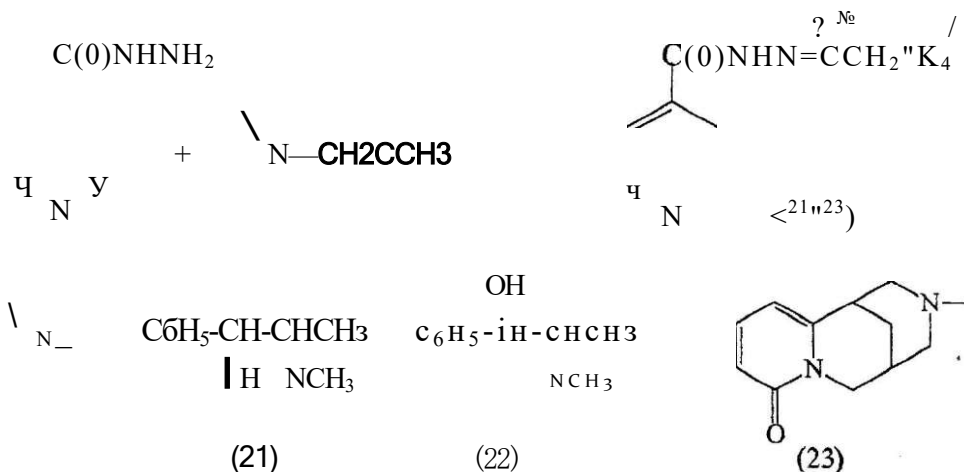
Найдено, что гидразиды (3,4) довольно легко образуют с выходами 50-80 % соответствующие гидразоны (13-18). Выход и продолжительность реакций зависит от величины частичного положительного заряда карбонильного атома молекулы альдегида.

Конденсация гидразидов изоникотиновой кислоты с N-ацетонилцитизином, N-ацетонил-I-эфедрином и N-ацетонил-cI-псевдоэфедрином. Как известно, расположение аминной и карбонильной групп в поло-

жениях 1.2 способствует проявлению различных видов биологической активности, т.к. такое их расположение способствует более прочному взаимодействию молекул биоактивных веществ с поверхностью субстратов. Установлено, что аминирование хлорацетона алкалоидами l-эфедрин и d-псевдоэфедрин в среде бензола в присутствии триэтиламина приведет к получению соответствующих N-ацетонил-I-эфедрин и N-ацетонил-d-псевдоэфедринов (19, 20).

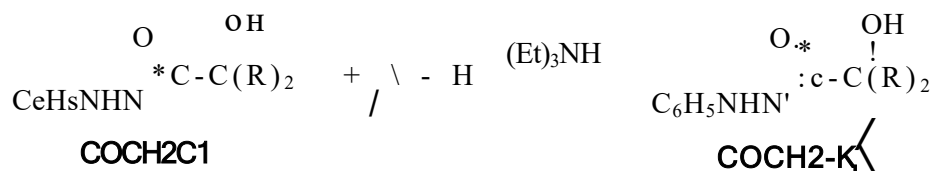


Алкалоидацетоны легко вступают в реакцию конденсации с гидразидом изоникотиновой кислоты с выходами целевых продуктов 56-71% (соед.21-23).

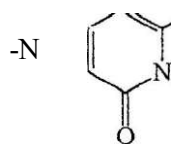


Синтез и строение алкалоидацильных производных фенилгидразидов бензиловой и диэтилгликолевой кислот на основе алкалоидов. Несомненный интерес представляет синтез соответствующих аминокислотных производных фенилгидразидов диалкил- (арил-) гликолевых кислот на основе физиологически активных алкалоидов как потенциальных анальгетиков. При взаимодействии

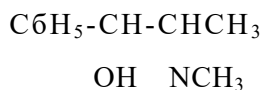
хлорацильных производных диэтилгликолевой и бензиловой кислот с алкалоидами цитизин, 1-эфедрин, д-псевдоэфедрин, сальсолидин, сальсолин, анабазин и 3,5-диметилпиразолом, производные которого обладают устойчивым анальгетическим эффектом, были получены соответствующие N-аминоацильные производные:



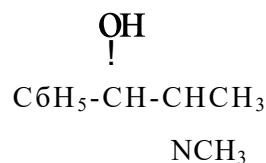
K = C₂H₅- (24-30), C₆H₅- (31-37)



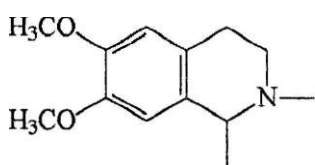
(24, 31)



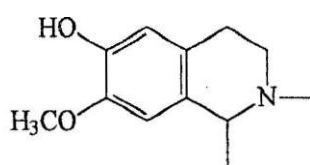
(25, 32)



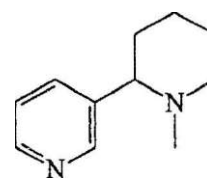
(26, 33)



(27, 34)



(28, 35)



(29, 36)

Установлена некоторая взаимосвязь между выходами N-алкалоидацильных производных фенолгидразидов диэтилгликолевой и бензиловой кислот и основностью исходных алкалоидов. Так, с увеличением основности исходных алкалоидов выходы целевых веществ увеличиваются. Синтезированные производные представляют собой бесцветные кристаллические вещества, растворимые в большинстве органических растворителях [14].

Результаты первичного скрининга на противотуберкулезную активность.

На базе кафедры общей фармакологии Карагандинской государственной медицинской академии изучено бактериостатическое действие гидразидов, гидразонов, изоникоти-ноилгидразонов, диацилгидразинов, триацилгидразинов, аминоацильных производных фенолгидразидов диэтилгликолевой и бензиловой кислот на микобакте-

рию туберкулеза. Для изучения противотуберкулезной активности исследуемых соединений использован метод испытания веществ *in vitro*. В качестве тест-культуры использованы штаммы туберкулезных микобактерий человеческого типа «Academia». По результатам скрининговых испытаний установлено, что из вышеперечисленных соединений только гидразид N-d-псевдоэфедринилуксусной кислоты (4), а также все изоникотиноилгидразоны (22, 23 HCl) оказывают бактериостатическое действие на микобактерию туберкулеза человеческого типа «Academia» в концентрации 0,25 мг/мл и выше.

Изучение противотуберкулезной активности (4) *in vivo* было начато с определения средней летальной дозы. Установлено, что для исследуемого соединения $LD_{50} = 135,7 \pm 2,8$ (мг/кг). Экспериментальные исследования химиотерапевтической активности (4) *in vivo* были

проведены на 50 белых мышах, массой 18-20г и 20 морских свинок, массой 300-400г, обоего пола, половозрелых, у которых моделировали туберкулез по методу Макеевой О.О., Першина Г.Н.

Проведено 7 серий экспериментов. Исследуемое соединение вводили однократно, перорально в 1 % крахмальной взвеси, в дозах: 10, 20 и 40 мг/кг. Эффективность испытуемого соединения определяли по следующим показателям: продолжительность жизни животных, разница в весе животных в начале и в конце опыта, вес легких, наличие специфических поражений в легких, морфологические изменения в органах, количество микобактерий туберкулеза в мазках из легочной ткани, высеваемость микобактерий при посеве легких на питательную среду.

Мыши и морские свинки контрольных групп (без лечения) пали соответственно на 22-37-й и 28-32-й дни после заражения.

У большинства из них наблюдался прогрессирующий генерализованный туберкулез с преимущественным поражением легких: макроскопически - легкие увеличены, гиперемированы, отечны, множество серых очагов, местами сливающихся, без зон некроза. Индекс поражения легочной ткани контрольных (не леченных) животных в среднем составлял от 2,4 до 2,8 баллов.

Макроскопически у животных, получавших гидразид N-d псевдоэфедринилуксусной кислоты и

изониазид в дозе 10 мг/кг: легкие увеличены, отечны, гиперемированы, содержали в среднем до 10 серых бугорков без некроза. Индекс поражения в среднем составил у гидразида N-d псевдоэфедринилуксусной кислоты - 0,9 баллов, у изониазида - 0,94 балла, индекс эффективности соответственно: 62,5 % и 60,3 %.

При увеличении дозы вводимого соединения эффективность лечения гидразидом N-d псевдоэфедринилуксусной кислоты нарастает. У животных, получавших гидразид (4) в дозе 20 мг/кг, макроскопически: легкие отечны, гиперемированы, содержат в среднем до 6 серых бугорков без некроза. Индекс поражения легочной ткани - 0,8 баллов, индекс эффективности - 66,7 %.

Животные, леченные гидразидом N-d-псевдоэфедринилуксусной кислоты в дозе 40 мг/кг: легкие нормальных размеров, поражения незначительные в виде единичных бугорков лишь у части животных. Индекс поражения легочной ткани: для мышей 0,5 баллов, для морских свинок 0,6 баллов, индекс эффективностиTM: - 79,2 % и 78,6 % соответственно.

Индекс количества микобактерий туберкулеза в мазках из легочной ткани у мышей, леченных гидразидом N-d-псевдоэфедринилуксусной кислоты и изониазидом - 1,9-2 балла; у контрольных животных (не леченных) - 3 балла; у морских свинок, леченных гидразидом (4) - 1,8 баллов; у контрольных животных - 3 балла.

Таким образом, на основа-

74 НАУКА И ТЕХНИКА КАЗАХСТАНА

нии полученных результатов по изучению противотуберкулезной активности, было установлено, что гилразид N-d псевдоэфедрилукусусной кислоты (4) оказывает выраженное противотуберкулезное действие, как *in vitro*, так и на модели

экспериментального генерализованного туберкулеза, по эффективности равнозначен активности изониазида, что позволяет считать его перспективным противотуберкулезным соединением.

ЛИТЕРАТУРА

1. Dolin P.J., Raviglione M.C., Kochi A. //Bull. World Health. Organ. 1994, 72,213.
2. Кораблев В.Р., Карпенко О.Л., Калиниченко С.Ю.// Пробл. туберк. 1995. №4. С.6-9.
3. Кучеров А. //Врач. 1996. 42. С.31.
4. Смирнов Г.А. Основы химиотерапии туберкулеза: Учебник. Пособие для врачей. Л.: МЗ СССР. 1930.45с.
5. Waisser K. //Cesk. Pharm . 1993, V.42. N5. P.223-227.
6. KurnpW. //Chem. Abstr. 1990. V 113. N19-171781.
7. Koul S.K., Taneja S.C. // bdiiaa Drags. 1990.V.27.N.4. P.227-238.
8. Desai N.C. // Indian J. Chem., Sect.B, 1993. Y.323. N3, P.343-346,
9. Waisser K., Kunes J., Klimes J. , etc. // Collect. Czech. Chem. Commun. 1993. V.58. N1. P.191-196.
10. Paul U.K., Chatejee A.B., Bag S.P. // Indian J, Chem., Sect,A. 1990.V.29A. N 10. P.986-995.
11. Курмангалиева Р.Г., Поплавская И.А., Абдуллин К.А., Блехман И.М. //Хим.-фарм.ж. 1989. Т.23.Т10. С. 1229-1232.
12. Газалиев А.М., Нуркенов О.А., Канахин А.В., Журинов М.Ж. //Журн. общ. хим. -1997. -Т.67. - С. 1222.
13. Машковский М.Д. Лекарственные средства. М.'Медицина, 1993.-Ч. 1-2.
14. Кулаков И.В. / Автореферат дисс... канд.хим. наук. Караганда, 1999. -25с.

УДК 510.8:378.147

**К ВОПРОСУ ПОСТРОЕНИЯ
ФАКТОР-СИСТЕМ**

Б.Н. Дроботун

Ж
Щ
WM

||| Павлодарский государственный университет

||| им. С. Торайгырова.

Ш
ш Мсцалада абстракциялау әдісі арқылы фактор-жүйелердің қурылуын
анықтауға қатысты ұғымдармен конструкциялар және оларды меңгертуге
әжетті әдістемелік ұсыныстар берілген.

Щ
ц I В работе рассматриваются понятия и конструкции, связанные с
тМ вопросами построения фактор-систем посредством метода "определения
ОЩ "через абстракцию", и даются методические рекомендации к их изучению.

шш The work presents some concepts and structures, connected with the build-
||f of factor-systems by means of the method of "definition through abstraction",
III methodological recommendations to its studying are given.

I. Овладение математическими методами исследования и возможностью их осознанного применения в различных областях научной и практической деятельности является одной из основных целей университетского математического образования. Для успешного применения методов математики к изучению любого круга вопросов, связанных с нашим опытом, необходимы навыки сознательной идеализации, т.е. замены реальных объектов некоторыми их абстрактными описаниями, выбираемыми таким образом, чтобы в этих идеализациях были отражены именно те свойства исходных объектов реального мира, которые мы хотим изучать. Выбор и построение соответствующих аб-

страктных "заменителей" реальных объектов требует творческого овладения "математическим языком" - языком основных понятий и конструкций современной математики, важнейшими из которых являются понятие множества, отношения (предиката), отображения (функции), изоморфизма, гомоморфизма (гомоморфного образа), исчисления, алгоритма, вероятности и т.п.

Понятие алгебраической системы [1] является в числе этих понятий одним из важнейших. Алгебраические системы, в известном смысле, являются абстрактными образами реального мира или некоторых его фрагментов. Между различными, на первый взгляд, системами существуют определенные свя-

зи и зависимости, позволяющие выявлять ту или иную степень их "похожести" или даже "идентичности". Изучив одни системы и умея применять "механизмы сравнения", мы получаем возможность изучать новые алгебраические системы. Абстрактными вариантами "механизмов сравнения" являются отношения изоморфизма и гомоморфизма алгебраических систем. Гомоморфные образы систем могут быть с точностью до изоморфизма реализованы подходящими фактор-системами. В основе такого подхода к построению фактор-систем лежит один из наиболее общих, характерных для всей математики метод "определения через абстракцию". Наиболее явно этот метод проявляется в алгебре. Классические системы (группы, кольца, поля) являются удобным полем деятельности для формирования культуры использования этого метода, благодаря общности и относительной простоте, используемых при этом идей.

II. В работе даются методические рекомендации к изучению понятий и конструкций, связанных с вопросами построения фактор-систем посредством метода "определения через абстракцию". Основное внимание уделяется при этом однотипности конструкций, применяемых в процессе построения различных фактор-систем, и изучению связи фактор-систем с гомоморфными образами исходных алгебраических систем.

Большое методологическое значение на начальном этапе освоения метода имеет глубокое постиже-

ние свойств специальных отношений, заданных на абстрактных множествах, которое определяется их ролью в выявлении новых понятий и объектов на основе метода "определения через абстракцию". Кроме того, изучение конкретных отношений на множествах естественным путем приводит к пониманию концепций алгебраической системы, алгебры и модели; возможности изучения их свойств в чистом виде, то есть с точностью до изоморфизма.

На начальной стадии выработки общих принципов построения фактор-структур и методики изучения понятия гомоморфизма целесообразно, на конкретных примерах, продемонстрировать:

а) существование биективного отображения совокупности всех отношений эквивалентности на данном множестве на совокупность всех разбиений этого множества;

б) возможность представления любого отображения в виде композиции трех отображений: сюръекции, биекции и инъекции.

При этом полезно выбирать примеры таких отношений эквивалентности, которые становятся конгруэнциями при введении на этих множествах структуры алгебраической системы, обеспечивая тем самым возможность дальнейшего использования этих примеров и той интуиции, которая формируется при их рассмотрении. Наиболее показательны в этом отношении примеры, приводящие к построению фактор-групп [2].

В качестве таких примеров можно указать следующие:

1. Пусть S -множество точек плоскости с заданной на ней декартовой системой координат, точка O -начало координат. Положим $P_1 \sim P_2 \Leftrightarrow |OP_1| = |OP_2|$ для любых точек $P_1, P_2 \in S$. Ясно, что \sim - отношение эквивалентности

$fPL = \Gamma/p \gg e \in C \& P' \sim P$ представляет собой множество точек, лежащих на окружности с центром в начале координат, радиуса $|OP|$. Фактор-множество \sim представляет множество всех концентрических окружностей с центром в начале координат. Простая графическая иллюстрация наглядно демонстрирует существование биективного соответствия между множеством неотрицательных действительных чисел и фактор-множеством \sim ,

2. Пусть $G \in (n; R)$ множество всех обратимых матриц размерности $n \times n$ над полем действительных чисел R . Положим $A \sim B \Leftrightarrow |A| = |B|$ для любых матриц $A, B \in G \in (n; R)$, где $|A|$ -определитель матрицы A . Ясно, что \sim отношение эквивалентности, при этом класс $[A]$ состоит из всех матриц, имеющих один и тот же определитель, равный $|A|$, а фактор-множество находится в биективном соответствии с множеством всех действительных чисел, отличных от 0.

3. Пусть S_n множество всех подстановок n -ой степени. Положим $\sigma \sim \tau \Leftrightarrow \text{sgn} \sigma = \text{sgn} \tau$ для любых под-

становок $(p, u) \in S_n$. Очевидно, что \sim - отношение эквивалентности. Фактор-множество состоит из двух классов (классы четных и нечетных подстановок) и находится в биективном соответствии с множеством $\{+1; -1\}$.

Список этих примеров, конечно, можно продолжить.

Следующим этапом в формировании практических навыков построения фактор-групп является овладение методикой описания правых (левых) смежных классов конкретных групп по конкретным подгруппам. Основополагающая роль здесь принадлежит отношениям правой (\sim_r -левой) смежности группы G по подгруппе H . Отношение \sim_r в случае мультипликативной записи группы G задается так:

$$(\forall x, y \in G)(x \sim_r y \Leftrightarrow x^{-1}y \in H)$$

Аналогично задается и отношение \sim_l . Легко проверяется, с использованием определения группы, что \sim_r, \sim_l являются отношениями эквивалентности на G .

Для описания правых смежных классов группы G по подгруппе H прежде всего необходимо выявить характерный признак принадлежности двух элементов $x, y \in G$ одному и тому же классу. Исходить здесь нужно из определения \sim_r . В конкретных группах условие $x^{-1}y \in H$ может быть выражено в терминах свойств, присущих основным операциям этих групп и их подгрупп, что в дальнейшем позволяет сделать разумные предположения о структуре фактор-множества

у/ц . Продолжим наши примеры 1-3 в этом плане. При этом целесообразно не сразу указывать подгруппу Н группы G, а, указав соответствующее подмножество Н из G, убедиться в его замкнутости относительно основных операций группы G, т.е. установить, что алгебра $H = \langle H; \gamma', 1 \rangle$ является подгруппой группы G. Это позволяет, с одной стороны, закрепить понятие подгруппы и попутно напомнить ряд результатов, характеризующих свойства операций - с другой.

Г. Интерпретируя этот пример на комплексной плоскости,

$$x \sim_{\gamma} y \iff y \cdot x^{-1} \in H \iff |y-x| = 1 \iff |y| = |x| \iff \angle(x, y) = \pi$$

Таким образом, два комплексных числа z и z₂ лежат в одном смежном классе \Leftrightarrow , когда их модули равны, т.е. $|z| = |z_2|$, когда точки, изображающие эти числа на комплексной плоскости, лежат на одинаковом расстоянии от начала координат. Вспоминая пример 1, сразу же получаем наглядное представление о структуре смежных классов группы G* по подгруппе Н.

2'. Пусть

$$H = \{ \alpha \in G \mid |\alpha| = 1 \}$$

Замкнутость Н относительно опе-

$$A \sim_n B \iff \exists \alpha \in H \text{ } B = \alpha A \iff |B-A^{-x}| = 1 \iff |\alpha| = 1 \iff |\alpha| = 1 \iff |\alpha| = 1$$

Таким образом, две матрицы А и В лежат в одном классе \Leftrightarrow , когда они имеют один и тот же определитель, т.е. мы опять возвра-

рассмотрим $G^* \sim \langle G^*; \cdot, 1 \rangle$ - мультипликативную группу комплексных чисел. Пусть

$$H = \{ z \in \mathbb{C}^* \mid |z| = 1 \} \cong \mathbb{S}^1$$

модуль числа z. Нетрудно убедиться, что Н замкнуто относительно основных операций. В частности, если

$|z_1| = 1, |z_2| = 1 \implies |z_1 \cdot z_2| = 1 \cdot 1 = 1$ следует, что $z_1 z_2 \in H$. Попутно напоминает, что модуль произведения двух комплексных чисел равен произведению модулей этих чисел. Пусть теперь $x, y \in \mathbb{C}^*$. Тогда, x и y лежат в одном правом смежном классе

рации мультипликативной группы

$GL(n; \mathbb{R}) = \langle GL(n; \mathbb{R}), \cdot \rangle$ проверяется очевидным образом. В частности, по ходу этих рассуждений напоминаются такие результаты из теории матриц, как

$$|A \cdot B| = |A| \cdot |B| \iff |A^{-1}| = \frac{1}{|A|}$$

Выявим условие принадлежности двух матриц А и В одному смежному классу. Пусть $A, B \in GL(n, \mathbb{R})$, тогда А и В лежат в одном правом смежном классе группы $GL(n, \mathbb{R})$ по подгруппе Н \Leftrightarrow

тились к примеру 2.

3'. Пусть

$$A = \Phi_{\theta} \in S_n \text{ } \& \text{ } \text{sgn } \theta = \pm 1$$

ко проверяется, что $A_n = \langle A_n, \sim^{-1}; e \rangle$ подгруппа группы $S_n = \langle S_n, \sim, \sim^{-1}, e \rangle$.

$$ny / \langle \sim \rangle y / \langle p^{-1} \rangle \in D. \langle \sim \rangle \text{sgn}$$

т.е. мы вновь находимся в условиях примера 3.

Следующий этап - непосредственный переход к построению фактор-групп. В качестве рабочего, легко проверяемого условия, выделяющего из множества всех подгрупп группы G нормальные подгруппы, удобно взять следующее: подгруппа H нормальна в G ($V/z \in H$) ($Vg \in G$) ($g^h \in H$). На этом этапе полезно также устанавливать существование биективного соответствия между совокупностью всех конгруэнции на G и совокупностью всех нормальных делителей группы G . Развивая примеры 1*—3 в этом направлении, получаем:

1". Так как G' -абелева, то H нормальная подгруппа G . Тогда из предыдущих рассуждений легко вытекает, что $G/H \cong R^*$, где R^* - мультипликативная подгруппа положительных действительных чисел. Изоморфизм задается отображением $q \mapsto [z] = |z|$, что легко проверяется, исходя из определения изоморфизма.

2". Так как $|V' - A - B \cap V \cap G \cap A \cap B \cap V \cap G \cap B| = 1$ для любых $A \in H$ и $B \in G \mathcal{L}(n; R)$, то

В процессе проверки напоминает результат о мультипликативности функции sgn на S_n . Далее, подстановки ϕ и ψ лежат в одном классе

$$= 1 \circ \text{sgn}^{\wedge} \cdot \text{sgn}^{\wedge r^l} = 1 \circ \text{sgn} // = \text{sgn} \langle p \rangle$$

$H \subset G \mathcal{L}(n; R)$ и

где R' -мультипликативная группа действительных чисел. Изоморфизм задается по правилу: $\text{sr}([A]J) = [A]$. Здесь необходимо проверить сюръективность отображения ϕ .

3". Аналогичным путем

лучаем Π/A^s

($\{1; \%'' D$). Изо-

морфизм задается по правилу $\phi(MJ) = \text{sgn} \langle y \rangle$ для $st \in S_n$.

На заключительном этапе, после получения необходимого опыта построения фактор-групп в три этапа по пути, аналогичному i, i' ($i=1,2,3$), можно переходить к описанию фактор-групп с использованием теоремы о гомоморфизмах. Теорему о гомоморфизмах (т.е. о композиционном строении гомоморфизма) желательно охарактеризовать, как естественное обобщение теоремы о композиционном строении отображений "чистых" абстрактных множеств до композиционного строения таких отображений множеств с операциями и отношениями, которые сохраняют эти операции и отношения. На этом этапе устанавливается биективное соответствие между совокупностью

всех нормальных делителем группы G и множеством всех ее гомоморфных образов. Теорема о гомоморфизмах групп, с целью непосредственного получения и описания фактор-групп, используется так: для того, чтобы показать, что

фактор-группа G/\mathcal{N} , изоморфна группе G_2 нужно построить такой гомоморфизм $(\rho: G \rightarrow G_2)$ группы G на группу G_2 , чтобы ядро этого гомоморфизма совпало с \mathcal{N} ($\ker \rho = \mathcal{N}$). В частности, в наших примерах роль такого гомоморфизма играют отображения $\rho(z) = |z|$, $\rho(A) = |A|$, $\rho(a) = \text{sgn} a$ соответственно.

Продемонстрируем непосредственное применение теоремы о гомоморфизмах к описанию фактор-групп на примере:

Доказать что фактор-группа мультипликативной группы $GL(n, R)$ по подгруппе N матриц с положительным определителем изоморфна мультипликативной группе $Z^* = \langle Z^*; y', 1 \rangle$.

Известно, что Z' -циклическая группа 2-го порядка, т.е. группа $\langle \{\pm 1\}; y', 1 \rangle$ с точностью до изоморфизма. Построим отображение из $GL(n, R)$ на множество $\{\pm 1\}$ по пра-

вилу: $\langle y' \rangle$ — где модуль

определителя $|A|$ матрицы A . Нетрудно проверить, что ρ гомоморфизм. Заметим, что из определения Φ легко следует равносильность: $\rho(A) = 1 \Leftrightarrow |A| > 0$. Отсюда получаем,

что $\rho = \{ \rho \in G^*(n; R) \mid \rho(A) > 0$

т.е. $\rho = N$. Отсюда, по теореме о гомоморфизмах получаем

$GL(n; R)/N$.

$N \cong Z^*$.

III Аналогичным образом рассматриваются примеры из теории коммутативных колец. Предварительно отмечается, что всякое подкольцо K , кольца R является (в силу коммутативности операции $+$) нормальным делителем аддитивной группы этого кольца, что позволяет определить разбиение R на смежные классы аналогично тому, как это делается в группах. Но нормальность подгруппы K , в аддитивной группе кольца R уже не гарантирует корректности определения операции умножения на фактор-множе-

стве R/K . Исходя из этого мотивированным образом вводится понятие идеала кольца, роль которого в теории колец аналогична роли нормальной подгруппы в теории групп, при этом аналогия заключается не только в возможности построения фактор-колец по идеалам, но имеет место и при изучении гомоморфных отображений колец. Наиболее просто продемонстрировать эту связь на примере кольца целых чисел. Всякий идеал кольца целых чисел является главным. В соответствии с этим всякий идеал кольца Z имеет вид nZ ($n \in Z$) и всякий гомоморфный образ кольца Z имеет вид $Z(n)$ для некоторого подходящего n , т.е. множество гомоморфных обра-

зов этого кольца совпадает с множеством колец вычетов.

Наиболее эффективным применением метода "определения через абстракцию" в теории колец является построение такого расширения данного поля P , которое бы содержало корень неразложимого над P многочлена $f(x)$ из кольца многочленов $P[x]$ [3]. С методологической точки зрения процесс такого символического присоединения абстрактного символа Θ , которого не было в реальном мире (поля P) и которому в будущем расширении предназначено быть корнем многочлена $f(x)$,

более полезен и продуктивен, чем несимволическое присоединение, которое возможно только тогда, когда изначально задано поле F , содержащее P и алгебраический над P элемент $\Theta \in F$.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Мальцев А.И. Алгебраические системы.-М.: Наука, 1970.
2. Каргаполов М.И., Мерзляков Ю.И. Основы теории групп.- М.: наука, 1982.
3. Ван дер Варден Б.Л. Алгебра.-М.: Наука, 1979г.

iii УДК 661.63

И
Щ

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПЕРЕРАБОТКИ ФОСФОРСОДЕРЖАЩИХ ПРОМПРОДУКТОВ И СИНТЕЗ ФОСФИДОВ МЕТАЛЛОВ

I

А.Б. Баешов, М.Ж. Журинов

III *Международный Казахско-Турецкий университет*
им. Х.А. Яссави

Ж
И

iii

Маңалада фосфор және оның қосылыстары қатысатын электродты процестерді жан-жақты зерттеу негізінде фосфор өнеркәсібінің өндіріс әнімдері мен қалдықтарын қайта өңдеуден өткізудің электрохимиялық әдістері ең алғаш рет ұсынылып отыр. Фосфор шламынан элементті фосфор алу және мыс, никель, кобальт фосфоридтерін синтездеудің жаңа әдістері жасалып кәрсетілген.

iii

В статье на основании всесторонних исследований электродных процессов с участием фосфора и его соединений впервые предложены электрохимические методы переработки промпродуктов и отходов фосфорной промышленности. Разработаны способы извлечения элементного фосфора из фосфорного шлама, а также синтеза фосфидов меди, никеля и кобальта.

III

The article, based on the overall study of electrode processes including phosphorus and its compounds, is the first to offer electrochemical methods of processing industrial products and wastes of phosphorus industry. The methods of extraction of elemental phosphorus out of phosphorus slime, and also the methods of the synthesis of copper, nickel and cobalt phosphides have been elaborated.

Бассейн Каратау - крупнейшая фосфорно-сырьевая база в Средней Азии и России, где зарегистрировано свыше 45 месторождений фосфоритов. Основные промышленные ресурсы (~80%) сосредоточены на месторождениях - Джанатас, Аксай, Кокджон, Чулактау, Коксу. В этой связи в республике Казахстан производство элементарного фосфора, а также его различных соединений будет занимать особое положение.

В настоящее время при решении таких проблем, как получение различных элементов и их соединений, необходимо постоянно обращать внимание на создание принципиально новых безотходных технологий, направленных на защиту окружающей среды.

Как показывают литературные и наши данные, электрохимические методы позволяют создавать принципиально новые материалы и разрабатывать новые технологии их получения по экологически чистым схемам, а также способствуют созданию процессов комплексного использования всех компонентов с получением ценных компонентов.

В производствах фосфорной промышленности остро стоит вопрос об утилизации промпродуктов и отходов с извлечением ценных элементов или получением новых соединений, необходимых в народном

хозяйстве. В этой связи для создания более перспективных электрохимических методов переработки отходов и промпродуктов фосфорного производства нами исследовано электрохимическое поведение фосфора и его некоторых соединений. Представляет интерес участие в электродном процессе элементарного фосфора, так как именно в таком состоянии он содержится в фосфорном шламе.

Электрохимическое поведение дисперсных веществ исследовали на электроде специальной конструкции [1]. На электродах из никеля, меди, нержавеющей стали в 0,5М растворе карбоната натрия, на полярограмме дисперсного красного фосфора имеется два максимума тока. Природа первой волны обусловлена образованием фосфида иона, а второй подъем катодного тока - разложением фосфидов металлов, образовавшихся (установлено рентгенофазовым методом) при непосредственном контакте дисперсного красного фосфора с материалом электрода-подложки (вследствие их большого химического сродства).

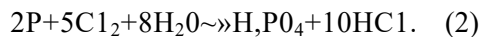
Анодное поведение дисперсного красного фосфора исследовали на электродах из платины и свинца в сернокислых и фосфорнокислых растворах. Характер фоновых поляризационных кривых в указан-

ных средах на исследуемых электродах-подложках не изменяется в присутствии дисперсного красного фосфора. Это свидетельствует о том, что окисление последнего до потенциала выделения кислорода не протекает [2].

Наши предварительные опыты по окислению фосфора, содержащегося в шламе, на графитовом аноде в сернокислых растворах сульфата натрия показали, что степень перехода фосфора в раствор незначительна (не более 10%). Низкая скорость анодного окисления фосфора в шламе, по-видимому, прежде всего связана со сложностью состава фосфорных шламов. Как показали результаты дальнейших опытов, присутствие хлорид-иона благоприятно влияет на процесс окисления фосфора, содержащегося в шламе. В этой связи изучено влияние концентрации хлорида натрия, температуры электролита, плотности тока, продолжительности опыта и навески шлама на степень окисления фосфора в шламе [3,4]. Результаты исследований показали, что в оптимальных условиях, фосфор в шламе, на графитовом аноде в растворе хлорида натрия окисляется с высоким выходом по току, практически достигая 100%. Анодное окисление фосфора в хлоридном растворе объясняется следующим образом. На графитовом аноде происходит выделение хлора;



Свежеобразованный активный хлор окисляет фосфор в шламе по реакции:



Как видно из реакции (2), вновь образуется хлорид-ион, т.е. процесс окисления фосфора протекает каталитически. Об этом свидетельствуют результаты экспериментальных данных, в которых степень извлечения фосфора при концентрации хлорида натрия в пределах 50-150г/л достигает предельного значения.

Электрохимическое окисление низших оксидов фосфора имеет и практическое значение, т.е. окислением недоокисленных форм фосфора решается задача очистки термической шламовой фосфорной кислоты. Результаты исследования показали [5], что на свинцовом электроде наблюдается окисление гипофосфит-иона при потенциалах выделения кислорода. На основании всесторонних исследований установлено каталитическое действие диоксида свинца, образовавшегося на поверхности анода, на реакцию окисления гипофосфит-иона.

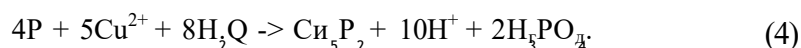
Как известно [6], ионы титана(IV) широко используются для электрокаталитического восстановления ряда органических соединений. Предполагают, что частицы диспергированного фосфора в фосфорном шламе покрыты органической пленкой неизвестного состава. В этой связи нами проводились опыты по электрохимической обработке фосфорного шлама в присутствии ионов титана(IV). Показано [7], что при катодной обработке титан(IV) восстанавливается до титана (III). Затем последний в прикатодном слое восстанавливает стабилизиру-

ющую органическую пленку, имеющуюся на поверхности частички фосфора до водорастворимого состояния, т.е. оголяет частицы фосфора. При этом, одновременно регенерирует ионы четырехвалентного титана, которые вновь восстанавливаются на катоде до титана(III), участвуют и в следующем акте процесса восстановления органической стабилизирующей пленки.

При температуре выше 45°C происходит коалесценция частиц элементарного фосфора, которые легко отделяются от минеральной частицы шлама в связи с различием их удельного веса. В оптимальных условиях степень извлечения фосфора из фосфорного шлама достигает 99,8%.

Нами также изучено влияние электроискрового разряда при частоте тока 50 Гц на извлечение фосфора из фосфорного шлама [8]. Результаты лабораторных исследований проверялись в опытно-промышленных условиях на ДПО "Химпром".

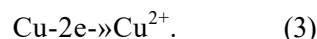
Как показывают результаты наших исследований, сплавы металлов с металлами могут образоваться в момент восстановления ионов металла на катоде в присутствии дисперсного элементного неметалла. Это объясняется высокой активностью свежееобразованного на катоде атома металла и его химическим сродством к неметаллу.



Специальные исследования

В последнее время значительно увеличивается спрос на фосфиды металлов. Такая тенденция обусловлена тем, что фосфиды металлов нашли широкое применение в металлургии для создания фосфорсодержащих припоев и раскислителей черных и цветных сплавов, магнитных, фрикционных, полупроводниковых материалов и т.д.[9]. В частности, фосфид меди применяется как раскислитель в производстве бронз, а также для получения медно-фосфористых припоев, заменяющих серебряносодержащий припой [10,11], и т.д. Острая дефицитность и дороговизна серебра вызывает рост потребности в медно-фосфористых припоях. В этой связи создание принципиально новых, дешевых экологически безвредных технологии синтеза фосфида меди является весьма актуальной задачей.

Нами установлено [12, 13], что при анодной поляризации медного электрода в серно- и фосфорнокислых растворах, он растворяется с образованием куприонов:



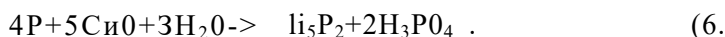
Затем в прианодном пространстве ионы меди (II) взаимодействуют с присутствующим в растворе диспергированным элементарным фосфором с образованием фосфида меди:

по взаимодействию ионов двухвалентной меди с элементарным фос-

форм показали, что половина исходного элементного фосфора связывается с ионами меди(II), с образованием фосфида меди, а остальные 50% переходят в раствор в виде фосфат-ионов. На основании полученных данных нами разработан экспресс-метод определения фосфора в фосфорсодержащем

шламе [14], который внедрен в ДПО "Химпром".

Нами также показана возможность получения фосфида меди при взаимодействии элементного фосфора с дисперсным медным порошком [15] и оксидом меди(II) [16] в кислых водных растворах по реакциям:

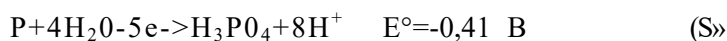


Впервые показана возможность получения фосфида меди и при поляризации промышленным переменным током [17].

Установлено [18,19], что при катодной поляризации желтого фосфора в присутствии ионов никеля и кобальта на катоде происходит образование порошка фосфидов металлов. Как известно, взаимодействие обычных порошков металла и фосфора протекает при температуре выше 1100°C. Получение фосфидов вышеуказанных металлов предложенным нами электрохимическим способом позволяет снизить температуру синтеза более чем на тысячу

градусов. Выход продукта превышает 90%. Полученные фосфиды никеля и кобальта обладают магнитными свойствами.

В производстве фосфора одним из ядовитых отходов фосфор* является газообразный фосфин. Электрохимические методы переработки фосфинсодержащих газов позволяют предотвратить загрязнение окружающей среды и получить ценные продукты. При анодном окислении пузырьков газообразного фосфина в водных растворах на графитовых электродах он окисляется до фосфат-ионов:



При оптимальных условиях степень окисления фосфина в нейтральной среде превышает 45,0% [20], а в кислой - достигает 83,4% [21,22].

В настоящее время исследуется электрохимическое поведение феррофосфора при поляризации промышленным переменным током

частотой 50 Гц. Как известно, при комплексной переработке феррофосфора на стадии электротермического способа получения желтого фосфора одним из побочных продуктов является феррофосфат, который образуется в большом количестве - является феррофосфатом Fe₂P. Показано, что при поляризации феррофосфора промышленным

переменным током в серноокислом растворе в анодном полупериоде, последний растворяется с образованием фосфата железа, а в растворе сульфата и хлорида натрия - в основном с формированием гидроксида железа [23].

Таким образом, на основании всесторонних исследований электродных процессов с участием фосфора и его соединений впервые предложены электрохимические методы переработки промпродуктов

и отходов фосфорной промышленности. Разработаны способы извлечения элементарного фосфора из фосфорного шлама, а также синтеза фосфидов меди, никеля и кобальта. Ряд разработок опробован не только в лабораторных, укрупненно-лабораторных, но и в опытно-промышленных масштабах в заводских условиях, являясь прочной научной основой для промышленного освоения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баешова А.К., Угорец М.З., Баешов А., Букетов Е.А. Катодная поляризация дисперсного селена. Ж.прикл. химии, №9 1980, с.2112-2125.
2. Ибишев К.С., Баешов А., Журинов М.Ж. Анодное поведение фосфида меди. Новое в получении и применении фосфидов и фосфорсодержащих сплавов, Алматы, 1998 т.1. с.38-41.
3. Ибишев К.С., Баешов А., Букетов Е.А., Электрохимическое окисление фосфора в растворе хлорида натрия. Комплексное использование минерального сырья, 1983. N 8, с.34-37.
4. Ибишев К.С., Баешов А., Букетов Е.А. Способ переработки фосфорного шлама, А. С. СССР N 1096306.
5. Баешов А., Ибишев К.С., Джусупов Е.А. Анодное окисление гипофосфит-иона в растворе серной кислоты на свинцовом электроде В сб.: Проблема получения фосфора и соединения на его основе. Москва 1998., с.92-97.
6. Дитц Р., Лунд Х. Электрохимически регенерируемые реагенты. Электрохимия органических соединений. М., 1976, с.581-593.
7. Баешов А., Ибишев К.С., Журинов М.Ж. Электрохимическое извлечение элементарного фосфора из водной суспензии шлама в присутствии титана (IV). В сб.: Физико-химические основы переработки минерального сырья Казахстана., Алма-Ата, 1986, с.276-281.
8. Журинов М.Ж., Баешов А., Жагуфаров А. и др. Способ извлечения фосфора из шлама., А.е. СССР N 1358325.
9. Химия и технология фосфидов и фосфорсодержащих сплавов. Под.ред.чл.корр.АН УССР А.Н. Пилликевича, Киев 1979,214с.
10. Хряпин В.Е. Справочник паяльщика. -М, Машиностроение, 1981,-348с.
11. Рыжик З.М. Пайка фосфористо-медным припоем взамен серебряного. Автогенное дело, 1948,

№ 9, с.30-31.

12. Баешов А., Ибишев К.С., Абишев Д.Н. Электрохимическая переработка фосфорного шлама в кислых растворах. Комплексное использование минерального сырья, 1987, №6, с. 29-33.

13. Баешов А., Ибишев К.С., Букетов Е.А. и др. Способ переработки фосфорного шлама. А.с. СССР N 1183563.

14. Баешов А., Ибишев К.С., Букетов Е.А. Способ определения элементного фосфора в шламе по методу Букетова-Баешова, А.с. СССР N 1297391.

15. Баешов А., Ибишев К.С., Букетов Е.А., Оралов Т.А. Способ получения фосфида меди А.с. СССР N1157016.

16. Баешов А., Ибишев К.С., Журинов М.Ж. и др. Способ переработки фосфорного шлама А.с. СССР N 1497948.

17. Баешов А., Журинов М.Ж., Сарсембаев Б. Способ переработки фосфорного шлама, А.с. СССР N 1449594.

18. Баешов А., Сарсембаев Б.Ш., Журинов М.Ж., Урисбаев Т. Электрохимический способ получения фосфида никеля А.с. СССР N 4281198.

19. Баешов А., Сарсембаев Б.Ш., Журинов М.Ж. Способ получения фосфида кобальта А.с. СССР N 1635592.

20. Тукибаева А., Баешов А., Журинов М.Ж. Құрамында фосфин бар қалдықтарды электролиз жолымен нейтрал ортада тотықтыру. Труды республиканской научно-практической конференции "Аузовские чтения-2" Шымкент, 1999, с. 162-164.

21. Тукибаева А., Баешов А., Журинов М.Ж. Құрамында фосфин бар өндіріс қалдықтарын тотықтыру нәтижесінде залалсыздандыру. Яссауи университетінің хабаршысы, 2000. №6, с.3-8.

22. Тукибаева А., Баешов А., Журинов М.Ж. Обезвреживание фосфинсодержащих газов электрохимическим путем в сернокислой среде. В сб.: Наука-образование-производство в решении экологических проблем, Уфа, 1999, с.34-55.

23. Ерманкулова М., Баешов А.Б., Мамырбекова А.К. Растворение феррофосфора в водных растворах при поляризации промышленным переменным током. Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 10-летию независимости Республики Казахстан, Кокшетау, 2001, т.5. с. 16.

УДК 541.49

УДК-У.

III

• THE THERMODYNAMICS OF UNITHIOL IN WATER SOLUTION

(И A. Nukhuiv

Pavlodar State University named after S. Toraygirov

K. Ospanov

i IIII:

The Al-Faraby Kazakh State National University

iff

III

Сулы ертіндіде потенциалдік және калориметрлік әдістер арқылы 2,3- димеркаптопропансульфонат натрийдің (унитиол) термодинамикасы зерттелген. Зерттелген процестердің стандартты термодинамикалық сипаттамалары анықталған.

IIIМ
III

С использованием потенциометрического и калориметрического метода исследована термодинамика 2,3 - димеркаптопропансульфонат натрия (унитиола) в водном растворе. Определены стандартные термодинамические характеристики изучаемых процессов.

ш

The thermodynamics of 2,3 sodium dimercaptopropanesulfonate (unithiol) in water solution was studied with the help of potentiometric and calorimetric methods. The standard thermodynamic characteristics of the studied processes are defined.

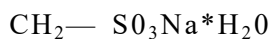
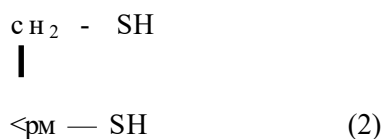
И
Ж

In the chemistry of the coordination compounds thiols (mercaptans) are widely used as complex-forming agent (ligand) [1]. It is known that the chemical properties of thiols are determined by the presence of the mobile atom of hydrogen, connected with sulfur atom and two undivided electron pairs on sulfur atom. This determines the well-known analogy between mercapto-compounds and hydrogen sulfide properties; the molecule of the latter has two undivided electron pairs and two hydrogen atoms. Therefore mercaptans are constructed like hydrogen sulfide and it is possible to consider them

as a product of the replacement of hydrogen atom by radical. That is why they are characterized by the reactions with the ions the heavy metals, sulfides of which are insoluble. Under it salts, named mercaptans, are formed. In this case sulfur plays a role of electron donor, acceptor of which is a metal ion:



Unithiol (2,3-dimercaptopropanesulphonate of sodium) representing a dithiol, which contains two adjacent SH-groups and sulfonate, proved to be the most perspective among thiols [2]:



Various chemical properties of unithiol make it very promising as a floating-agent, masking agent in an analytical chemistry, an electrolyte in galvanization, an affective ligand-solvent in hydrometallurgy, in a phase analysis of ores and as an antidote for the removal of ions of arsenic, mercury and other heavy metals from organism [3-6]. Therefore, the determination of the thermodynamic characteristics of the dissociation processes of unithiol has a practical importance.

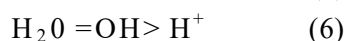
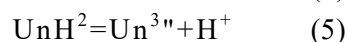
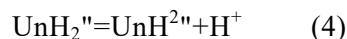
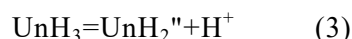
1. EXPERIMENTAL

All reagents, used in the study, have been exposed to extra purification according to well-known methods [7-9]. Nitrates of lithium, sodium, potassium, and sodium chloride have been used as the background electrolytes. All preparatory actions with unithiol have been carried out in the argon filled dry box.

The thermodynamic characteristics of the dissociation process of unithiol have been determined by using potentiometric titration method at 298 K and various values of the ionic force, created by adding background electrolytes. The heat effects of the studied processes have been measured by the use of isothermal calorimeter.

The results of potentiometric

experiment have been treated according to the "PHMETR" program, based on the principle of the maximum similitude [10]. In the calculations the following conversions have been taken into account:



where Un^3 - $\text{CH}_2\text{SCHSCH}_2\text{S}^3$.

The standard thermodynamic equilibrium constants of the dissociation process have been calculated from the values of experimental concentration constants by using of the equation [11]

$$\text{pIC}^c = \text{pKI} - \text{Az}^2\text{A} + \text{bJ} \quad (16)$$

where pK^c and pK_i^c - concentrated and standard (at $I=0$) thermodynamic constants; Az^2 is the difference of the squared changes of the products and initial substances; A - Debye-Huckel theory constant; I - ionic force of the solution; h - the empiric coefficient.

The values A_iH° in the studied processes at an ionic strength of solution equal to zero were obtained by extrapolation according to equation (17) proposed in [11]

$$\text{AH} - \text{Az}^2\text{it}/(I) = \text{AH}^\circ + \text{M} \quad (17)$$

where A_iH and AH° are the changes in enthalpy at a fixed and zero values of the ionic strength of solution, respectively; $\text{it}/(I)$ is the theoretically calculated function of the ionic strength [11]; i is an empirical coefficient.

2. RESULTS AND DISCUSSION

Table 1 contains the comparative data reflecting the heat effect value of the

unithiol dissociation in aqueous solution in dependence upon the nature and concentration of the background electrolyte.

Table 1. The heat effects of unithiol dissociation at various values of ionic force, produced by different electrolytes at 298 K (kJ·mol⁻¹)

Back-ground	1=0,5	1=1,0	1=1,5	Back-ground	1=0,5	1=1,0	1=1,5
	$H_2UnV \rightarrow HUn^{2n} + H^+$				$HUn^{2n} \wedge Un^{3n} + H^+$		
LiNOs	20.2±0.2	21.0±0.2	21.8±0.2	LiNOs	38.6±0.2	38.2±0.2	37.2±0.2
NaNOs	20,0±0,3	20,4±0,2	21,2±0,2	NaNOs	38,2±0,2	37,7±0,3	37,1±0.3
KNOs	20,0±0,2	19,8±0,2	19,5±0,2	KNOs	37,7±0,2	36.2±0,3	35,5±0,3

The heat effects of the unithiol dissociation considerably depend on the nature and concentration of the background electrolyte.

According to the modern ideas about the water structure and ion hydration [11] the particles with a small radius are related to a group of "the strengthening" ice-like structure of the system and large ions - to group, destroying it.

Fig. 1 presents the principles of calculation of standard values of the

enthalpy change ($\Delta_r H^\circ$), basing on the experimental obtained thermal effects of the dissociation processes by equation (17). It can be seen that the standard values of this characteristic determined for different background electrolytes are in agreement with each other within the measurements accuracy. This fact proves that using the equation (17) for the studied concentration conditions is correct.

The standard thermodynamic characteristics of the unithiol stepwise dissociation are presented in Table 2.

Table 2. Standard thermodynamic characteristics of the unithiol stepwise dissociation at 298 K

Process	pK ^o	$\Delta_r H^\circ$, kJ·mol ⁻¹	$-\Delta_r G^\circ$, kJ·mol ⁻¹	$-\Delta_r S^\circ$, J·mol ⁻¹ ·K ⁻¹
$H_3Un \leftarrow H_2Un^n + H^+$	1,10±0,15	-0.56±0.13	6.28±1.40	22.9±1.3
$H_2UnV \rightarrow HUn^{2n} + H$	9.41±0.05	15.81±0.26	53.72±0.28	127.2±1.0
$HUn^{2n}V \rightarrow Un^{3n} + H^+$	12.06±0.05	39.15±0.30	71.92±0.34	109.9±1.1

It can be seen that the thermal effect of the dissociation HUn^{2n} is more than two times higher than that of H_2Un^i . This phenomenon can be explained by the influence of the sulfate group. The

electron density is shifted from the neighbor sulfur atom to SO_3^n group. Therefore, the thermal effect of the proton dissociation from the particle H_2Un^i decreases. Along the carbon chain the

effect of the sulfonate group decreases and the proton separation is accompanied by higher thermal effect.

The value of ΔH° and $A_i G^\circ$ are proving that the first step dissociation is carried out easier than the second. This

rule may be explained from the position of the acid and base theory of Usanovich [12] because the basic properties are growing in a row $H_2Un < H_2Un' < HUn^{2-}$, that is why the acid dissociation has obstacles in this row.

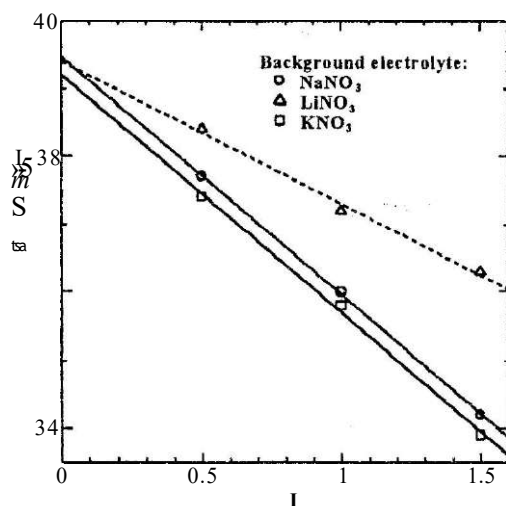


Fig.1. Determination of the standard value of the enthalpy change for the third step (5) of unithiol stepwise dissociation using Equation (17)

REFERENCES

1. Belenkii L.I. Chemistry of sulfur organic compounds. Moscow, 1987, p.229.
2. Petrunkin V.E. Ukr. Chem J. 22(1956)229.
3. Petrunkin V.E. Works of scientific conference. Kiev, 1959, p.22.
4. Songina O.A., Ospanov Kh.K., Rozhdestvenskaya Z.B. Russ. J of Anal.Chem. 20 (1965) 55.
5. Ospanov Kh.K., Dubinina L.K., Bulichov U.N., Musaeva N.K. Collection of works on chemistry. Almaty, 1985, is. 10. p.19.
6. Petrunkin V.E. Works of scientific conference. Kiev, 1959, p.27.
7. Korostelev P. Solution preparation for chemical-analytical works. Moscow: Acad.of Science of the

USSR, 1962, p.311.

8. Kreshkov A.F. The base analytical chemistry. Moscow: Chemistry, 1987, V.2, p.456.

9. Karyakin U.V., Angelov I.I. Pure chemical reagents. Moscow: Chemistry, 1974, p.407.

10. Vasilyev V.P., Borodin V.A., Kozlovsky E.V. The use of computers in the chemical-analytical calculations. Moscow: High School, 1993, p.112.

11. Vasilyev V.P. Thermodynamic properties of electrolyte solutions. Moscow: High school, 1982, p.320.

12. Usanovich M.L. Studies in the field of the solution theory and the acid and base theory. Alma-Ata: Science, 1970, p. 180.

118 УДК .378.001.5(578)
иш

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В СОВРЕМЕННЫХ УНИВЕРСИТЕТАХ

III

111 С.А. Абдыманапов

Ш

*Евразийский государственный университет
им. J1.Н. Гумилева*

Ш

Университеттік білімдердің дүниежүзілік ғылыми үрдістегі орны, фундаментальді және қолданбалы зерттеулердің аса маңызды бағыттары, осы заманғы университеттердің инновациялық іс-әрекеті сарапталған. Университеттік ғылымның оқу процесін жетілдіруге, ғылым мен классикалық университетте берілген білімнің терең интеграциялануына ықпал етуіне баса көңіл аударылған.

жж
ШЖ

Анализируется роль университетской науки в глобальном научном процессе, важнейшие направления фундаментальных и прикладных исследований, инновационная деятельность современного университета. Значительное внимание уделено влиянию университетской науки на совершенствование учебного процесса, глубокой интеграции науки и образования в классическом университете.

111

The article gives the analysis of the university science in the global scientific process, the most important trends of fundamental and applied research, innovative activities of a modern university. Considerable attention is given to the influence of the university science on the improvement of the educational process, and on deep integration of science and education in a classic university.

Неоспоримым фактом стало возрастание влияния науки на все сферы жизни современного общества. Грандиозны перспективы развития, основанные на научных открытиях. Человеческий разум продвигается ко все более глубокому познанию и пониманию окружающего нас мира.

Вместе с тем наука - фундаментальная основа высшего образования и повышения его качества. Уровень и качество высшего образования определяются уровнем отечественной науки, а высшее образование есть основной механизм воспроизводства кадрового и интеллектуального потенциала страны. Че-

ловеческий капитал сегодня - главное богатство любого государства.

Подлинно устойчивое развитие любой страны, в том числе новых стран евразийского региона, непосредственно связано с качественным высшим образованием и всемерным развитием научных исследований.

Высшее образование достаточно доказало свою устойчивость и способность к адаптации, возможность изменяться и стимулировать изменения и прогресс общества. Как известно, развитие общества напрямую зависит от знаний его членов. Поэтому обучение и научные исследования выступают как существенные компоненты духовного и социально-экономического развития личности, нации и общества в целом.

Поскольку образование является основным фундаментом прав человека, демократии, устойчивого развития мирового сообщества, оно должно стать в XXI веке первым и главным приоритетом.

Следует подчеркнуть, что научно-исследовательская деятельность является ключевой функцией, базисным компонентом деятельности классического университета. Университет тогда является университетом, когда в нем в едином русле развивается научный и образовательный процесс.

Научные исследования и учебный процесс являются системообразующими компонентами деятельности университета и потому должны соединить в одном лице и

педагога, и ученого.

Университетская наука - необходимое условие обеспечения качества фундаментализации образования. В наиболее престижных университетах приоритетной сферой деятельности является именно научная деятельность, обеспеченная соответствующим кадровым потенциалом и необходимой материально-технической базой.

Сегодня необходимо говорить не просто о научно-исследовательской деятельности, а об инновационной деятельности университета, которая включает в себя фундаментальные исследования, научно-конструкторские разработки, маркетинговые исследования, малое производство и т.д.

Инновационный потенциал университета должен производить новые знания, вести новые разработки, организовывать новые производства, создавать рабочие места, и тем самым удовлетворять потребности общества.

В то же время инновационная деятельность ведет к повышению эффективности использования интеллектуальных, кадровых, информационных, материальных и других ресурсов университетов.

Инновационная деятельность органично обеспечивает интеграцию образования, науки и производства за счет использования современных достижений науки в учебном процессе, за счет налаживания тесных связей между образовательными, научными и производственными структурами университе-

та.

Интеграция образовательных, научных, конструкторских, производственных и иных структур обеспечивает функционирование университета в качестве эффективного учебно-научно-инновационного комплекса, создающего интеллектуальный продукт, материализующего его и удовлетворяющего самые разнообразные потребности региона, активно влияющего на формирование инновационного пути социально-экономического развития страны. Это превращает современные университеты в фактор возрождения и успешного процветания суверенного Казахстана.

Как подчеркивает известный специалист в области высшего образования, Президент МАН ВШ В.Е.Шукшунов, в обществе нет более универсального и эффективного социального института, чем университет, тем более университетский комплекс, оказывающий влияние на всестороннее его развитие.

Для наращивания интеллектуального потенциала необходима инновационная технология обучения студентов, основанная на достижениях научных исследований в области вузовской педагогики.

Наука является главным источником ценной информации, потребность в которой может проявляться в будущем, а научные знания, получаемые специалистами, есть основной национальный информационный ресурс.

Очевидно, что развитие образования и науки должно пресле-

довать не только свои специфические интересы, но и более широкие интересы государства и общества.

Инновационная деятельность университета требует создания условий для обеспечения всех ее стадий - от проведения фундаментальных научных исследований до производства и передачи готовой продукции и технологий в промышленность, образование и социальную сферу.

А потому она должна найти поддержку государства, в первую очередь государственное финансирование самых крупных и общественно значимых исследовательских и внедренческих программ и проектов. Здесь мы имеем в виду и подготовку научно-педагогических кадров.

Во многих странах научные исследования педагогического характера ведутся на специальных факультетах и отделениях. Созданы необходимые условия для широких исследований фундаментального и прикладного характера, для этих целей выделяются достаточные финансовые средства (в Японии 13%).

Научные исследования осуществляются на трех структурных уровнях. На первом уровне координация всей научной деятельности государства (фундаментальной и прикладной) осуществляется под эгидой Национального совета по научным исследованиям, например, в Италии.

Второй уровень определяется научно-исследовательскими институтами, имеющими статус науч-

ных учреждений. Такие НИИ могут функционировать как при университетах, так и при различных промышленных фирмах и объединениях.

Третий уровень - это временные научно-исследовательские группы. Они создаются сроком не более чем на 5 лет и нацелены на оперативное и эффективное выполнение конкретных научных исследований в избранной области.

Источники и порядок финансирования вузовской науки в разных странах различны. В США большая часть средств поступает от федерального правительства в виде программ, утверждаемых конгрессом США.

Научные исследования в университетах США ведутся по собственным программам, а также по заданиям внешних организаций: государственных учреждений и ведомств, промышленных предприятий, ассоциаций и фондов. В США научные исследования - приоритетное направление развития. Они, во-первых, определяют потребность общества в интеллектуальном развитии, во-вторых, научно-исследовательскую базу.

Основная часть научных исследований осуществляется крупными, так называемыми мультиуниверситетами, как частными, так и государственными.

Важное место в развитии научных исследований занимает взаимодействие прикладного направления и промышленной научно-исследовательской работы. В США основная часть расходов на прикладную науку составляет 87%, а на фун-

даментальные исследования - лишь 13% от всех финансовых ассигнований.

В Великобритании основная часть научных исследований проводится в университетах. На них приходится 95% ассигнуемых на науку средств. Это позволило Великобритании за последние десятилетия сделать значительные открытия мирового значения.

В Италии в 80-е годы в рамках университетского образования был принят ряд законодательных актов, в которых приоритет был закреплен за фундаментальными исследованиями в области высшей школы. На прикладные исследования в этой стране выделяется около 2/3 государственных средств, предназначенных на научные исследования.

Основным принципом в проведении научных исследований в университетах является взаимодействие фундаментальной науки с практикой. В этом плане во Франции активно внедряется унифицирование научных исследований как средство ликвидации отрыва фундаментальной науки от практики. Высокий уровень научных исследований во Франции признан мировой научной общественностью.

Анализ основных направлений и форм исследований по естественным и гуманитарным наукам в университетах развитых стран подтверждает, что в конце XX и начале XXI столетия научно-исследовательская функция высшей школы, особенно университетов, не ослабевает, а усиливается и занимает важное

место, так как именно через научное развитие в нынешнем веке будет происходить достижение новых знаний и технологий.

Активизация научной, научно-технической и инновационной деятельности современного классического университета дает импульс и обеспечивает базу совершенствования университетского образования и прогресса отечественной науки.

Среди основных направлений развития научных исследований в университетах особо следует выделить как научную область сферы высшего образования. Наука об образовании, в том числе собственно педагогика высшей школы, занимает особое место в системе наук.

Долгое время науке о высшем образовании уделялось мало внимания и у нас, и за рубежом. Однако в последние десятилетия происходит осознание того, что проблемы высшей школы необходимо исследовать с научно-теоретической точки зрения, а не только в плане описания эмпирического опыта.

Одним из актуальных направлений в исследовании проблем высшей школы сегодня является анализ состояния развития интеллектуальных технологий образования и науки. Проблемы развития высоких интеллектуальных технологий в условиях возрастающей роли науки и образования в обществе, необходимости наращивания интеллектуального потенциала и оперирования огромными потоками

научной информации должны стать приоритетными в деятельности научных центров, исследовательских институтов по проблемам высшего образования. Интеллектуально-информационный дуализм является концептуальной основой создания высоких интеллектуальных технологий образования и науки. Организационными формами, стимулирующими научные исследования, сегодня могут быть гранты на научные работы, заказы на научные исследования, научные работы по программам, зарубежные гранты.

Наука о высшем образовании (педагогика высшей школы) должна занять достойное место в системе наук. При этом очевидно, что исследования в области высшего образования должны иметь полинаучный характер, так как сфера высшей школы может быть изучена методами и средствами разных наук, интегрирующихся вокруг педагогики высшей школы.

Таким образом, педагогика, также как и классические гуманитарные науки, является в настоящее время (для зарубежной и для отечественной науки) примером перспективности междисциплинарных исследований. Формы таких исследований могут быть многообразны. Но опыт многих стран (в том числе и Казахстана) показывает, что для ведения такого рода научных работ наиболее эффективны научно-исследовательские центры и институты, организованные при крупных университетах классического типа.

УДК 681.3:658.56

111
р і

ПОСТРОЕНИЕ И АНАЛИЗ БАЗОВЫХ СТРУКТУР ИНФОРМАЦИОННО- ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ

С.Г.Еслямов111
Павлодарский государственный университетшш
жшш им. С.Торайгырова**М.Ф.Баймухамедов**

Костанайский государственный университет

В
11 им. А.БайтурсыноваНІ
*Мақалада тиімділігі жоғарылатылған аңпараттық телғбайланыс жүйелерін қуруга ықпал ететін көптеген мәсетлгр шеңберінде сөз қрзғалған.*1
111
*Рассматривается широкий круг проблем, решение которых обеспечивает построение эффективных по своему назначению инфо рмационно-телекоммуникационных систем.*шж.
The article considers a broad circle of problems, the solution of which will provide the building of efficient information-telecommunication systems.

В соответствии с принятой классификацией [1] под крупномасштабной ИТС понимается базовая (транспортная) сеть для передачи данных с предоставлением услуг ее абонентам, расположенным на большой территории.

Под транспортной сетью (сеть передачи данных) ИТС понимаются соединенные в определенной схеме элементы коммутации данных и элементы, осуществляющие предоставление информационных услуг [1].

Под информационными услугами понимается предоставление

возможностей абонентам ИТС передачи данных между пользователями сети, их доступа к информационным ресурсам как областного формирования, так и другим ресурсам глобальных сетей.

В процессе проектирования крупномасштабных ИТС необходимо решение следующих задач [2]:

- определение топологии и структуры транспортной сети передачи данных (СПД);
- выбор средств и методов коммутации данных;
- определение и реализация услуг ТКС;

- решение ряда организационных и технических проблем.

Решение сформулированных задач обеспечивает построение эффективной по своему назначению ИТС.

При проектировании ТКС целесообразно ориентироваться на телефонные ТЧ и каналы связи первичной сети. В то же время целесообразно рассматривать возможность использования цифровых каналов (ИКМ аппаратура), особенно при топологии сети с базовой подсетью.

Возможность использования аппаратуры ИКМ для организации цифровой связи будет определяться наличием в уже установленной аппаратуре средств реализации протокола G703. При отсутствии этой возможности аппаратура ИКМ будет использоваться в штатном режиме путем использования ТЧ каналов

Скорость передачи данных в базовой подсети, а также на канатах абонентской привязки (ПАД-ЦКП) должна определяться объемом передаваемой/принимаемой информации.

При выборе топологии транспортной сети необходимо учитывать пространственное расположение узлов коммутации данных, а также требуемые характеристики надежности сети. Топология транспортной сети во многом определяет возможность ее структурной надежности. В связи с этим целесообразно проанализировать реализацию различных вариантов соединения коммутационных элементов, в том числе при создании базовой сети.

Для связи узлов коммутации данных между собой целесообразно использовать минимальное количество каналов первичной связи, при их минимальной протяженности. В этом случае стоимость арендуемых каналов первичной сети будет минимальна.

В настоящее время все крупномасштабные ИТК строятся на основе использования выделенных телефонных каналов и коммутируемых каналов телефонной сети общего пользования. При этом выделенные каналы используются для связи ЦКП между собой, а также для связи ЦКП с ПАДами, в то время как для привязки абонентов используются каналы обоих типов [3].

Опыт построения крупномасштабных ИТС показывает, что в базовой сети целесообразно использовать каналы связи с четырехпроводным окончанием, в то время как каналы связи абонентской привязки возможно использовать и двухпроводные. Этим достигается повышение надежности сети коллективного пользования.

Среди существующих методов передачи данных - по протоколу X.25, ретрансляция кадров (Frame Relay), АТМ - на первом этапе создания транспортной сети целесообразно ориентироваться на метод передачи по протоколу X.25. В основном, это определяется отработанностью данного протокола, а также сравнительно невысокими требованиями реализующей его аппаратуре, надежности каналов связи и, как следствие, стоимости создания транспортной сети.

Для организации доступа к высокоскоростным зарубежным сетям связи, а также повышения уровня структурной надежности транспортной сети целесообразно в ее составе иметь спутниковый сегмент, узлы которого должны осуществлять коммутацию данных для подключенных абонентов с соответствующими требованиями.

Выбор скорости передачи данных в каналах связи абонентской привязки (абонент - ПАД, ЦКП) между ПАД и ЦКП, ЦКП-ЦКП должен определяться на основе расчета трафика в сети передачи данных, а также требованиями абонентов сети к времени передачи данных.

При выборе средств коммутации данных (ЦКП, ПАД, шлюзы, маршрутизаторы) целесообразно ориентироваться на технические средства отечественного производства, отвечающие требуемым характеристикам по производительности, надежности, стоимости. Целесообразно рассмотреть возможность использования изготавливаемых на территории Республики Казахстан и России аппаратных и программных средств для создания ИТС.

Номенклатура предоставляемых ИТС информационных услуг должна быть достаточно разнообразной и применительно к региону может быть сведена к следующим видам:

- передача данных между абонентами сети АТ-50 (телекс) и абонентами, подключенными к транспортной сети;
- электронная почта по стандарту Х.400;

- передача данных (виртуальный терминал) между абонентами;

- доступ абонентов к другим сетям передачи данных и информационным системам, включая зарубежные;

- доступ к базам данных (административных информационных систем и коммерческим базам данных).

Управление функционированием ИТС должно осуществляться с единого административного пункта управления, расположенного на территории области. В составе программных средств управления должны быть предусмотрены средства для управления коммутационными элементами, сбора и обработки тарификационной информации.

Обычно в каждом регионе сеть уникальна в том смысле, что она имеет свою топологию, свои особенности характеристик каналов связи, требований абонентов к услугам и ТС. Кроме того, ИТС нельзя рассматривать как статический комплекс. Необходимо учитывать, что возможны отказы отдельных каналов связи, коммутирующих элементов, необходимо предусматривать изменения топологии сети за счет добавления новых коммутирующих элементов (расширение сети). Следует также ориентироваться на то, что возможно изменение состава абонентов сети - подключение новых абонентов/исключение имеющих.

Между абонентами ИТС может передаваться как открытая, так и закрытая (конфиденциальная) информация. В связи с этим должна

быть предусмотрена возможность создания закрытых групп абонентов средствами пункта управления сетью и коммутационных элементов.

Пункт управления сетью должен находиться на контролируемой (охраняемой) территории и в составе его программных средств должны быть предусмотрены средства, документирующие все действия по управлению сетью. При этом должны быть предусмотрены средства разграничения доступа к программному обеспечению по управлению сетью.

Закрытие информации (шифрование) должно осуществляться абонентскими средствами.

В составе ИТС наибольшую стоимость составляет транспортная сеть - каналы первичной связи и коммутационное оборудование. Поэтому вопросам проектирования технологической структуры сети передачи данных (СПД) должно уделяться первостепенное значение.

Под топологией ТКС понимается пространственное расположение объектов коммутации данных, а также связи между ними. Привязка объектов коммутации к конкретным каналам связи проводится на стадии технического проектирования.

Анализ циркулирующих потоков информации между потенциальными абонентами информационно-телекоммуникационных систем в различных регионах показывает;

- региональные сети обслуживают значительный трафик от большого числа абонентов;
- абоненты, как правило,

территориально-равномерно распределены внутри районов;

- информация передается в основном на небольшие расстояния;
- абонентами используется разнообразный парк оконечного оборудования (в том числе, разнообразные ЛВС);
- необходим учет специфики состояния каналов связи внутри региона.

В связи с этим для обеспечения суммарно большого, но сильно распределенного трафика:

- региональные крупномасштабные сети целесообразно создавать на основе малоканального, имеющего малую или среднюю производительность оборудования;
- особое внимание уделять проектированию топологии сети;
- должна быть применена достаточно сложная, «доходящая до мелочей» система управления и администрирования.

Для обеспечения подключения разнообразного парка оборудования, учета специфики каналов и каналообразующего и коммутационного (АТС, АТ-50) оборудования требуется:

- использование большого числа модификаций оборудования (или составляющих его элементов);
- модификация и настройка имеющегося оборудования;
- использование элементов, не имеющих отечественных аналогов (зарубежных).

Для организации сети требуется большое количество каналов

связи, имеющих малую (2400 - 9600 бит/с) или среднюю (до 28800 бит/с) пропускную способность, т.е. целесообразно ориентироваться на использование возможностей телефонных сетей общего пользования. Проведенный анализ уже выполненных разработок крупномасштабных и региональных сетей показывает, что целесообразно рассматривать следующие варианты построения структуры сети: радиально-узловая сеть с двумя равноправными узлами; иерархическая сеть с одним главным узлом и несколькими подчиненными узлами; сеть, использующая телефонную сеть общего пользования и сеть АТ-50; сеть с использованием базовой транспортной подсети. Реализация полносвязной и радиальной сетей в масштабах области нецелесообразна по экономическим причинам, так как при таком построении затраты на аренду каналов связи будут слишком велики

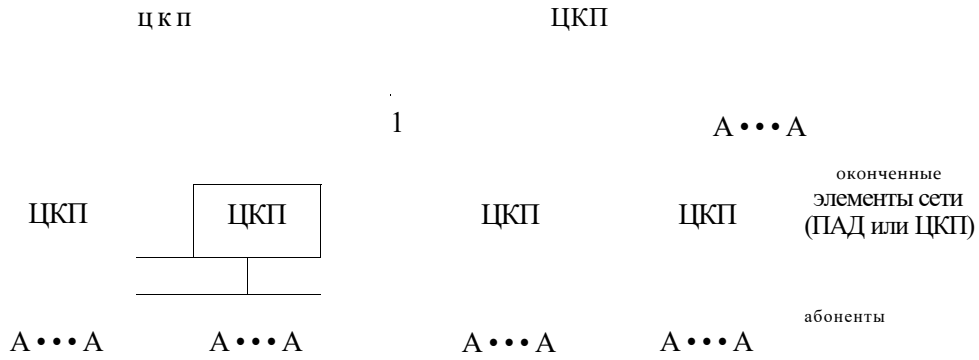
На рис.1 показаны перечисленные варианты построения крупномасштабных ИТС.

Рассмотрим достоинства и недостатки перечисленных выше подходов. Построение информационной сети с использованием существующих коммутируемых каналов телефонной сети общего пользования и сети абонентского телеграфирования АТ-50.

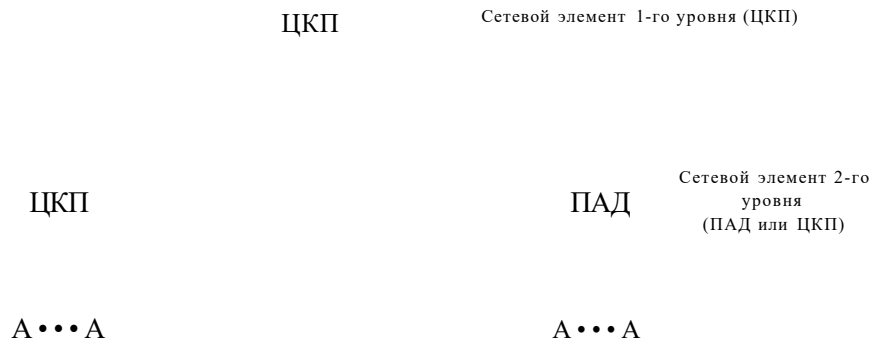
Достоинством такой сети являются низкие затраты на ее создание и эксплуатацию, а также быстрая развертывания. При таком подходе достаточно приобрести модемы для работы по коммутируемой телефонной сети и коммуника-

ционные программы и можно начинать обмен данными между компьютерами. Однако недостатки такого подхода оказываются весьма существенными. Прежде всего, сеть ТФОП предназначена для обмена речевой информацией, а не данными. Кроме того, в регионах Республики Казахстан, как правило, сеть ТФОП имеет очень низкое качество. Абсолютное большинство АТС работает на основе устаревшего электронно-механического оборудования. Современные квази-электронные или электронные АТС имеются в регионах в единичных количествах. В результате низкого качества каналов время установления соединения велико, скорость и надежность информационного обмена при ориентации на использование каналов ТФОП в масштабе региона очень мала.

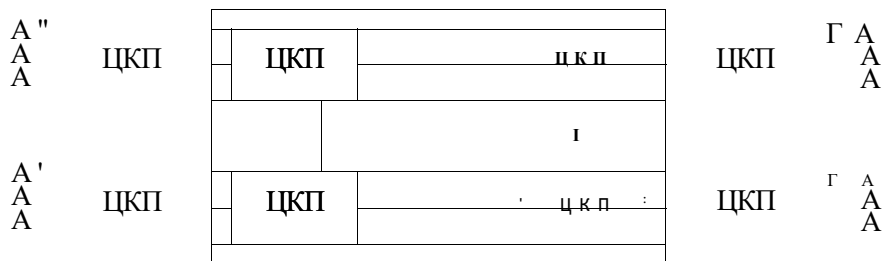
Обмен по коммутируемым каналам сети ТФОП реально может происходить со скоростью не более 2400 бит/с, что явно недостаточное для реализации некоторых информационных услуг, например, доступа к базам данных в реальном масштабе времени. Все это приводит к тому, что получение информации из баз данных и обмен деловой информацией между абонентами становится длительным и утомительным занятием. Сеть АТ-50 имеет широкое распространение ввиду ее низкой стоимости конечных средств. Однако эта сеть имеет два серьезных недостатка. Во-первых, низкая скорость передачи информации. Во-вторых, плохой сервис. Изм^ата.



а) Радиально-узловая структура



б) Иерархическая структура



в) Структура с базовой сетью

Рис. 1. Варианты структур построения крупномасштабных ИТС

это положение можно только путем построения специальных информационно-телекоммуникационных сетей.

Построение региональной информационно-телекоммуникационной сети на основе коммутации пакетов.

На рис.2 представлена структура региональной телекоммуникационной сети как радиально-узловой сети с двумя равноправными узлами.

Достоинством такой структуры является простота реализации функций управления сетью. В ней очень просто решается проблема маршрутизации потоков сообщений, контроля за прохождением сообщений, учета сообщений. Недостатком такого варианта построения является низкая надежность сети. При отказе любого из узлов

теряется связь со всеми абонентами, подключенными к этому узлу. Однако основной недостаток такого подхода - это его невысокие экономические показатели. При реализации этого варианта построения сети все районы разбиваются на две группы и необходимо организовать канал связи между сетевыми комплексами в районах и узловыми центрами, к которым соответствующие комплексы в райцентрах подсоединены. Поэтому в условиях области придется организовать довольно большое число (около двух третей всех каналов) выделенных каналов протяженностью от 100 до 600 км, которые в три раза дороже, чем каналы протяженностью до 100 км. Такой вариант структуры экономически непригоден для построения региональных ИТС.

Построение региональной сети с одним главным узлом и несколькими подчиненными

Рассмотрим вариант построения региональной сети как иерархической структуры с одним главным узлом и несколькими подчиненными. На таких принципах строятся сети передачи данных РОСПАК и ТЕКОС.

Структурная схема построения сети для региона на этих принципах показана на рис.3. Такой вариант построения сети позволяет строить разветвленные телекоммуникационные сети и упрощает построение системы управления. Однако надежность таких сетей ввиду отсутствия резервных путей прохождения информации также сильно за-

висит от надежности коммутационных узлов в сети. Данная структура принята для реализации в сети РОСПАК. Опыт эксплуатации отдельных фрагментов этой сети показал, что по экономическим и надежности показателям структуру сети, принятую в сети РОСПАК, целесообразно использовать для построения региональной телекоммуникационной сети.

Радиально-узловая структура ведет к созданию громоздких, избыточных по емкости комплексов, которые в условиях региона нерентабельны.

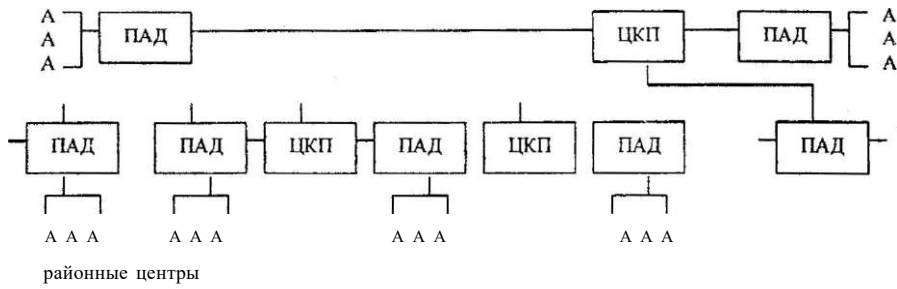


Рис.2. Радиально-узловая структура РИТКС

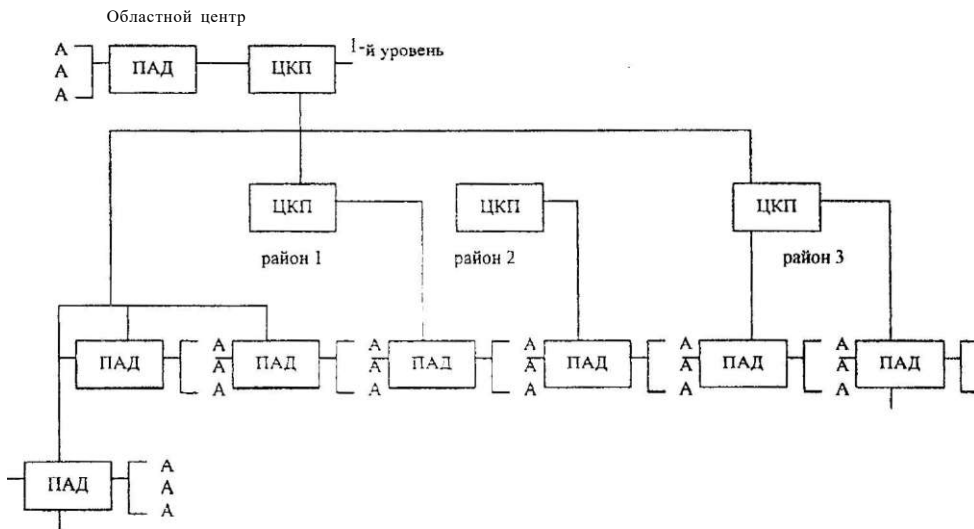


Рис.3. Иерархическая структура РИТКС

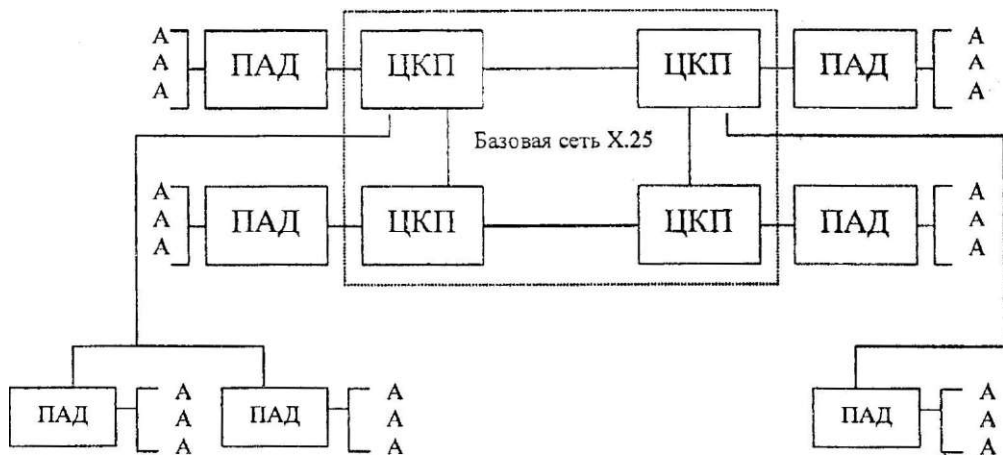


Рис. 4. Структура РИТКС с базовой сетью

Построение региональной сети с транспортной подсетью передачи данных

Построение информационно-телекоммуникационных сетей, в том числе на основе коммутации пакетов, во многом определяется возможностями как коммутационных, так и управляющих элементов - центров коммутации пакетов (ЦКП), пакетных адаптеров данных (ПАД) и пункта управления сетью.

При таком подходе можно построить базовую сеть передачи данных с достаточно большим количеством обходных путей, что позволит обеспечить высокую надежность на основе каналов связи, которые существуют в регионах. Наличие базовой сети позволяет также обеспечить подключение большей части комплексов, расположенных в районных центрах, к ЦКП по выделенным каналам протяженностью до 100 км, что позволит значительно снизить расходы на прокладку каналов связи. На рис.4 показана структура региональной компьютерной сети с базовой транспортной сетью.

Интегральный анализ вариантов построения региональных ИТС показывает следующие достоинства и недостатки рассмотренных вариантов построения сети:

построение ИТС как радиально-узловой сети не обеспечивает достаточно высокую надежность сети, а также является невы-

годным по стоимости, ввиду того что по оценке около двух третей выделенных каналов будет иметь протяженность от 100 до 600 км;

создание региональной телекоммуникационной сети на основе коммутируемой телефонной сети общего пользования требует больших затрат на создание сети, но при этом будут обеспечиваться очень невысокие показатели по времени и достоверности доведения информации;

построение ИТС как иерархической структуры при эксплуатации не обеспечит необходимый уровень надежности в сети.

Исходя из вышеизложенного, наиболее оптимальным вариантом является построение региональной информационно-телекоммуникационной сети на основе создания базовой телекоммуникационной сети. Этот вариант является наиболее экономичным из всех вариантов построения компьютерной сети, обеспечивающим хорошие значения показателей функционирования по времени, надежности и достоверности обмена информацией, соответствующие значениям аналогичных показателей сетей передачи данных, построенных на основе зарубежных аппаратно-программных средств.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

шш
111
Фш
i11

УДК 574: 622.272

ПРОБЛЕМЫ РЕСУРСОБЕРЕЖЕНИЯ И ТЕХНОЭКОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

||

i11

ш

ж

ж \

-шш-

А.С. Сагинов

Институт проблем комплексного освоения недр

Ж:

111

В ?

ШШ

Мақалада Қазақстан Республикасындағы ресурс сақтау проблемалары қарастырылған. Тау-кен өндірісінің табиғи ортаны қорғауға бағытталған экологиялық қауіпсіз технологиясы берілген.

i11

ffid,

||p

В статье рассматриваются проблемы ресурсосбережения Республики Казахстан. Представлены технологии горного производства, экологически безопасные, направленные на охрану окружающей среды.

11 |

lip!

Wm.

The article considers the problems of the preservation of the resources of the Republic of Kazakhstan. Ecologically safe and environment protection oriented technologies of the mining process are presented.

Технология горного производства находится в постоянном взаимодействии с геомеханической средой. Последняя определяется напряженно-деформированным состоянием массива пород в процессе ведения горных работ. Состояние горного массива влияет на экологическое равновесие горной среды, определяет направление рационального использования и, охраны недр.

На многих рудных и угольных местонахождениях оставлены громадные запасы полезных ископа-

емых - законсервированные забалансовые в прошлом некондиционные потери и пр. Все эти запасы в различных количествах являются следствием прямого и косвенного антропогенного воздействия на природные минеральные ресурсы. Отработка их сопряжена с проблемами повторной отработки в условиях повышенного экологического риска. Это, в свою очередь, в значительной мере связано с подработкой пригодных сельскохозяйственных земель в пределах горного отвода интенсив-

ным выделением остаточных токсичных газов в выработанных пространствах, отравляющих горную среду, прорывом загрязненных подземных вод в шахту и пр.

В результате антропогенного воздействия процессов горного производства на окружающую среду экологическое равновесие нарушается. При этом выделяются в атмосферу десорбированные из массива взрывоопасные и токсичные газы. Происходит заражение шахтных вод вредными примесями, выделяющимися изотопной горной массы, а также из подрабатываемого горного массива, подработкой площадей земной поверхности, последствиями надработки горного массива.

Значительный интерес представляют техногенные месторождения (ТМ) как результат технологической деятельности человека, приводящей к скоплению отходов горного металлургического и химического производства. К ним относятся отвалы, терриконики, хвостохранилища, вскрышная горная масса и пр., а также бросовые и некондиционные участки шахтных полей, рудных залежей и пр. ТМ являются объектом вторичной технологической переработки и получения стратегически ценных продуктов - различных редких, рассеянных и благородных металлов и других элементов (германия, галлия, таллия, индия, селена, теллура, золота, сереб-

ра и др.). Большинство ТМ обладают, как правило, важным технологическим свойством - техногенная масса дезинтегрирована до мельчайших фракций и легко преобразуется в агрегатноподвижное состояние.

Вторичная переработка и получение продуктов более высоких переделов является серьезной проблемой из-за большой неравномерности и рассеянности полезных компонентов и их склонности к физико-химической и биологической деградации техногенной массы.

Создание новых и нетрадиционных технологий разработки полезных ископаемых подземным способом и совершенствование существующих в условиях повышенного экологического риска характерных для рудных месторождений Казахстана позволят найти наиболее эффективные технические и технологические решения, методы и способы добычи полезных ископаемых. Научное обоснование обеспечивается начиная с проектных решений, теоретически и научно обоснованных по критериям надежности и безопасности и обеспечивающих экологическую чистоту и экономичность.

Развитие и совершенствование экологически безопасных и безотходных технологий и методов разработки месторождений полезных ископаемых базируется на современных достижениях научно-тех-

нического прогресса в горнодобывающих отраслях промышленности и определяется по следующим направлениям:

- безотходно-селективные технологии подземной добычи полезных ископаемых, обеспечивающие комплексное использование недр и эффективное управление качеством руд;

- экологически безопасные и ресурсосберегающие технологии и методы разработки рудных месторождений;

- нетрадиционные технологии добычи угля, а также геотехнологические методы и бесшахтные технологии извлечения углеводородных ресурсов;

- комплексная разработка техногенных месторождений.

Экологически безопасные технологии разработки предусматривают эффективное подавление и нейтрализацию вредных газов (как природных, так и выделяющихся в процессе ведения горных работ). Эти технологии связаны в основном с разработкой:

- а) пожаро- и газоопасных рудных тел и залежей, содержащих природные токсичные газы (сероводород, сернистый ангидрид);

- б) сейсмо- и взрывоопасных выемочных участков и блоков рудных месторождений. К ним относятся месторождения Миргалимсай, Ачисай, Текели, Шалкия и др., а так-

же угольные Экибастуз, Карагандинский бассейн и др.

Большую опасность представляет затопление шахт при их ликвидации. В Карагандинском бассейне по проекту в 1995-1997 гг. были затоплены шахты "Топарская", "Чурубай-Нуринская", "Молодежная", "Северная", "Майкудукская" и др. На отдельных шахтных полях ("Топарская", "Молодежная" и др.) уже наблюдаются геодинамические проявления в зоне крупных тектонических нарушений (мелкочастотные землетресения, провалы, образование загрязненных водоемов и др.) Бросовые участки и шахтные поля становятся непригодными к разработке и эксплуатации. Наносится большой ущерб - экологический и экономический. Аналогичные проявления наблюдались после затопления рудников "Миргалимсайский", "Атасуйский" и др.

Кардинальное решение проблем ресурсосбережения и экологизации разработки угольных месторождений - это переход на бесшахтные, т.е. геотехнологические методы добычи полезных ископаемых.

Научно-техническая концепция создания бесшахтной технологии основана на синтезе новых экспериментально изученных, испытанных и обоснованных результатами фундаментальных исследований физических и физико-химических процессов в сочетании с существующими

ющими, активизирующие и преобразующие в кондиционные агрегатно-подвижные состояния газоугольные пласты.

Бесшахтная технология (БТ) разработки газоугольных пластов - это новый геотехнологический метод комплексной разработки газоугольных месторождений, при котором через систему пробуренных с поверхности скважин постадийно извлекаются углеводородные ресурсы в технологически кондиционных агрегатно-подвижных состояниях.

На протяжении ряда лет институт проблем комплексного освоения недр проводил научно-исследовательские работы по проблемам ресурсосбережения и технологии разработки газоугольных месторождений, что позволило создать научно-техническую концепцию синтеза и проектирования БТ, основанную на принципах многостадийного геотехнологического освоения газоугольного пласта с реализацией в следующей последовательности.

- На 1-ой стадии технологии БТ - интенсификация извлечения природного газа метана, а также обоснование параметров технологии добычи кондиционного метана с содержанием более 95% и газодобычного комплекса - модуля при дебите 4,5м/ мин и более;

- На 2-ой стадии - микроструктурное преобразование пласта

с последующим физико-химическим воздействием на него и преобразованием угля и углеводородных ресурсов в агрегатно-подвижное состояние;

- На 3-ей стадии - преобразование и использование неорганических остатков угольного пласта.

Областью эффективного применения скважинной геотехнологии добычи метана с использованием газодобычного комплекса являются также техногенные (бросовые) участки шахтных полей шахт им.В.И. Ленина, "Казахстанская", "Стахановская" и др., а также запасы Тентекской мульды, шахтного поля "Саранской - Глубокой".

Геологическая изученность запасов газа-метана в угольных пластах Карагандинского бассейна за последнее десятилетие доведена до уровня, при котором метан может рассматриваться как попутное полезное ископаемое, залегающее в недрах совместно с углем, т.е. газоугольный пласт.

Балансовые запасы метана, по данным Зинченко В.В., в разведанных балансовых запасах углей приведены в таблице.

Основное количество запасов метана (81%) приходится на г.т. - бины залегания от 300 до 1500 м вполне доступные для промышленного освоения.

Так, запасы метана, подсчитанные американскими специа-

Таблица

Месторождения	Всего, млрд. м ³	В том числе	
		Балансовые кат. С _i +С	прогнозные
Карагандинский бассейн по районам	477	198	279
Карагандинский	194	90	104
Чурубай-Нурунский	176	78	98
Тентекский	107	30	77

тами компании "ЭНРОН Эксгаурейшнл" (США), оцениваются примерно в 300 млрд. м³ в том числе в Карагандинском синклинали - около 200 млрд. м³, из них 60 млрд. м³ в границах поля шахты "Саранская-Глубокая", и в Тентекской синклинали - около 30 млрд. м³.

В предварительном ТЭО компании сделан вывод о том, что Карагандинский бассейн содержит обширные угольно-пластовые запасы метана в эксплуатационном интервале глубин приемлемые для коммерческого извлечения метана.

Добычей метана в бассейне заинтересовалась другая американская компания Ай-Эм-Си. Свои предложения по промышленной добыче метана были разработаны также специалистами Угольного департамента АО "Испат-Кармет" с оценкой запасов свыше 500 млрд. м³.

Наиболее реальная оценка запасов на ближайшую перспективу - около 500 млрд. м³. В первую очередь, в районах Саранской-Глубокой и Тентекской.

Методология синтеза и про-

ектирования новых технологий, а также создания и оптимизации экологически чистых и природосберегающих технологий разработки полезных ископаемых является одной из важнейших задач при добыче полезных ископаемых. Определение рациональных параметров технологии разработки, синтезированной из множества возможных вариантов (как традиционных, так и новых экологически чистых и безотходных технологий), обеспечивает научное обоснование и выбор наиболее эффективных из числа экологически возможных.

Оптимизация технологии по **минимуму** затрат или **максимуму** прибыли и рентабельности правдомерна при системном и комплексном рассмотрении качественных и количественных параметров синтезируемых вариантов с количественной оценкой их по критериям надежности. Совершенствование и повышение надежности технологических процессов является решающим фактором при установлении рациональных параметров экологи-

чески чистых и безотходных технологий. Априори считается, что оптимальное сочетание показателей отдельных процессов, обоснованных по критериям надежности и соответствующими параметрами технологической системы, в целом обеспечивает наиболее высокие технико-экономические показатели. Оптимизация технологии разработки основывается на методах выбора рациональных параметров с учетом сложности взаимосвязей и взаимозависимостей всех технологических процессов, прежде всего обеспечивающих экологическую чистоту и рациональное использование недр с учетом экономических последствий от потерь и разубоживания, а также требований безопасности ведения горных работ.

В конечном счете, кардинальные решения проблем ресурсосбережения и техноэкологии должны быть рекомендованы и сведены в

проектных решениях:

- при разработке техногенных месторождений должно быть приоритетом комплексное освоение, а также вторичная переработка и получение благородных металлов и редкоземельных элементов;

- извлечение и использование метана при больших его запасах при разработке газугольных месторождений БТ как приоритетная и альтернативная традиционному подземному способу добычи имеет неоспоримые преимущества в социально-экономическом и в экологическом отношении;

- при ликвидации шахт, рудников, выработанных пространств, подземных выработок и др. предусмотреть использование пустот для хозяйственных и промышленных нужд (бункеры, склады, коллекторы, хранилища, бомбоубежища, подземные гаражи и прочее).

● УДК551.2/.3 (574)

•1
SII
•1
Я
III
SII
И
ЗАДАЧИ И ПРОБЛЕМЫ
ГЕОДИНАМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА
ПРИКАСПИЯ КАЗАХСТАНА

И Е.Н. Нусипов

PI *Казахский национальный технический университет*

III *им. К. Сатпаева*

III

Қазақстанның Каспий өңірінің геодинамикалық мониторингін жасаудың көкейкестілігі, мақсаттары, негізгі міндеттері және олардың жүзеге асырылуын ұйымдастырудың әдістері көрсетілген..

Показываются актуальность, цели, основные задачи и методы их решения по организации и выполнению геодинамического мониторинга Прикаспия Казахстана.

mm
III

The article shows the importance, the aims, the basic tasks including the methods of their solution of the arrangement and the delivery of the geodynamical monitoring of the Caspian region of Kazakhstan.

Ж

Интенсивная разработка месторождений-гигантов углеводородного сырья сопровождается мощным техногенным воздействием на геологическую среду. При неблагоприятном сочетании техногенных факторов и особенностей природного деформационного процесса возрастает вероятность возникновения техногенных землетрясений, а также значительных смещений земной поверхности, способных привести к катастрофическим аварийным ситуациям (разрывам продуктопроводов, выходу из строя эксплуатационных скважин, разрушениям жилых и производственных строений, коммуникаций и т. п.). Наиболее известными примерами подобного рода были два десятибалльных землетрясения в считавшейся слабо-

сейсмичной области Туранской плиты (Газли, 1977, 1983), а также катастрофическое Сахалинское (Нефтегорск, 1995) землетрясение, приведшее к многочисленным человеческим жертвам. И хотя главной причиной этих землетрясений считаются естественно-тектонические процессы, роль техногенного фактора указывается и признается многими специалистами. С добычей нефти и газа многие исследователи связывают землетрясения в слабосейсмичных районах Пермского Прикамья, Татарии, Башкирии, Западной Сибири и многих других регионах различных нефтедобывающих стран. На рис. 1 показано расположение основных землетрясений Прикаспийского региона. Сильные землетрясения возможны не только в

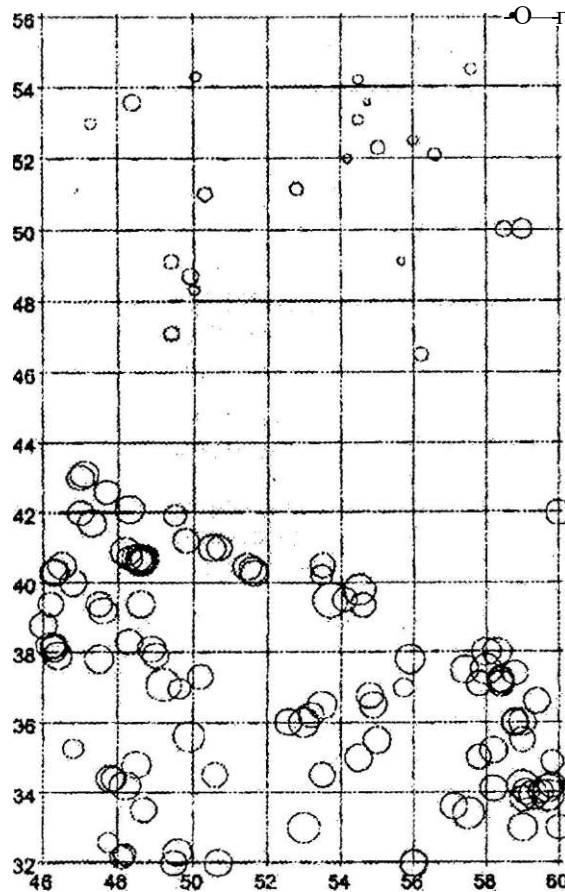


Рис. 1. Основные землетрясения Каспийского региона за период 10-1999 г. ($M=2-8.1$)

южной части Каспийского региона, но и в северной, где сосредоточены основные месторождения-гиганты УВ. Интенсивная разработка этих месторождений может инициировать катастрофические сейсмологические события и аномальные геодинимические движения земной коры. Разрывы трубопроводов и крупные экологические катастрофы в регионах нефтедобычи случаются довольно часто и приносят колоссальный экономический ущерб. Для

Прикаспийского региона, который является опасным в сейсмическом отношении, эта проблема усугубляется еще опасностью сероводородных выбросов с подсолевых горизонтов. Вертикальные и горизонтальные смещения земной поверхности техногенного характера в зоне нефтяных разработок возникают практически на каждом месторождении. Иногда величины таких смещений достигают десятков сантиметров и даже метров. Например, по

результатам повторных геодезических измерений известны опускания земной поверхности на Апшеронском полуострове со скоростями свыше 60 мм/год и с общей амплитудой свыше 3 м.

Объективный прогноз техногенной сейсмичности и смещений земной поверхности возможен только при разработке адекватной геодинамической модели естественных тектонических процессов, точной оценке техногенного воздействия на среду, а также организации мониторинговых исследований за деформациями земной поверхности. Формализованные модели деформационного процесса являются необходимым условием для разработки сценариев и оценки геотектонического риска. Прикаспийская впадина будет являться «бензиновым баком 21 века», поэтому системы геодинамического мониторинга и прогноза в этом регионе являются необходимым атрибутом экологической безопасности региона и важным условием устойчивого развития экономики республики.

Таким образом, для Прикаспия Казахстана важнейшей проблемой является *комплексное изучение и оценка техногенной и природной сейсмической и геотектонической опасности при разработке нефтегазовых месторождений-гигантов для принятия превентивных мер от возможных экологических катастроф в регионе на всех стадиях геологических работ: от проектирования, поисков, разведки, обустройства промыслов и общей инфраструктуры до окончания эксплуатации месторождений.*

На рис. 2 приводится в форме таблицы проект национальной программы-концепции по геодинамическому мониторингу Прикаспия. Этим проектом предлагается в срочном порядке, до начала масштабной эксплуатации углеводородного сырья, решить целый комплекс научных и организационных задач, а именно:

1) выполнить эскизное, а затем полномасштабное рабочее проектирование системы комплексного геодинамического мониторинга, организовать первые службы и развертывание системы мониторинга первой очереди и выполнить инструментальные измерения первых циклов 1998, 1999 годов;

2) определить исполнителей отдельных подсистем комплексного многоуровневого мониторинга и выполнить полномасштабное рабочее проектирование всех подсистем;

3) выполнить проектирование, создание и непрерывное пополнение в процессе исследований комплексной компьютерной базы современных геодинамических процессов по региону;

4) создать комплексные квазистатические и динамические модели деформирования земной коры и выполнить прогноз по ним природной и техногенной сейсмологической и геотектонической опасности на период до 2050 года, с уточнением на средне- и краткосрочные периоды. Выявить и сопоставить альтернативные методы создания формализованных моделей деформационных процессов и прогнозирования по ним;

5) выполнять непрерывную оценку сейсмологической опасности и экологического риска в процессе мониторинга с учетом географической, геологической и инженерной инфраструктуры, грунтовых условий и других факторов;

6) непрерывно информировать республиканские и территориальные системы управления и службы, заинтересованные ведомства, организации; развивать и совершенствовать систему комплексного мониторинга, выполнить инструментальные измерения последующих циклов 2000-... годов; совершенствовать научные и методические основы оценок и прогнозирования, повышать квалификацию персонала системы.

Решение этих задач невозможно выполнить без значительных финансовых затрат. Ясно, что выявление источников финансирования составляет важную отдельную проблему, которую мы не будем здесь обсуждать.

На рис. 3 показана общая схема взаимодействия основных исполнителей в процессе развертывания и ведения геодинамического мониторинга. Проектирование системы комплексного геодинамического мониторинга в настоящее время может быть выполнено на основе изучения длительного мирового опыта исследования современной геодинамики других регионов (страны Западной Европы, Китай, Япония, СССР, США и др.). Методы геодинамического мониторинга сложились в результате сложного эволюционного развития науки и

техники. Перечень литературы [1-37], который приводится ниже, отражает лишь отдельные аспекты обсуждаемой проблематики и не претендует на полноту. В мировой практике до настоящего времени не было примеров целевого проектирования и создания системы комплексного мониторинга обширной и слабообжитой территории в короткие сроки. История, как нам кажется, предоставляет Казахстану такую возможность.

Дадим краткие комментарии по отдельным аспектам программы-концепции.

Эскизное проектирование системы комплексного геодинамического мониторинга должно быть выполнено в минимальные сроки. Проект должен включать геодезические, геофизические, геохимические и технологические методы слежения за деформированием земной коры и динамикой предвестников катастрофических сейсмологических и геотектонических событий. Основой мониторинга будут современные геодезические на основе GPS методы изучения деформаций геодезических сетей региона. Дополнительно будут изучаться разнообразные фондовые и опубликованные геофизические, геохимические и технологические индикаторы, контролирующие динамику деформационных процессов в земной коре региона.

В самые сжатые сроки должен быть организован конкурс и определены конкретные исполнители отдельных подсистем комплексного мониторинга, организовано



Рис. 3. Структура взаимодействия основных исполнителей при выполнении целевого проекта

полномасштабное рабочее проектирование всех подсистем многоуровневого геодинамического мониторинга Прикаспия. Необходимо развернуть систему мониторинга первой очереди и выполнить инструментальные измерения первых циклов 1998 и 1999 годов. Дать оценку надежности принятой методики мониторинга и выполнить при необходимости ее коррекцию. При оценке конкурсных проектов будут учитываться факторы научной объективности, оперативности, надежности, стоимости проектов, соответствия передовому мировому уровню и унифицированности.

Предлагается выполнить эскизное проектирование, создание и непрерывное пополнение в процессе исследований 1998-1999 гг. компьютерной базы современных геодинамических процессов по региону. Необходимо осуществить сбор всех имеющихся архивных и фоновых данных по региону, которые характеризуют природную динамику современных деформационных процессов в земной коре. На этой основе построить первые квазистатические и динамические модели процессов деформирования земной коры Прикаспия Казахстана и прогноз по ним природной и техногенной сейсмологической и геотектонической опасности на период до 2050 года, с уточнением на средне- и краткосрочные периоды.

База данных будет включать характеристики:

- современных вертикальных и горизонтальных движений земной коры;

- сейсмологические каталоги землетрясений региона и его обрамления;

- данные изменения во времени береговой линии Каспийского моря;

- геоакустический, геохимический и гидрогеологический мониторинг по скважинам;

- мониторинг вариаций геомагнитного и гравитационного поля по региону и обрамлению;

- другие параметры, имеющие косвенную связь с динамикой напряжений и деформаций земной коры региона, например, вариации дебита промысловых и гидрогеологических скважин, изменение температуры подземных вод и т. п.

Будут выявлены и опробованы альтернативные методы создания формализованных моделей деформационных процессов и прогнозирования по ним. Будут адаптированы к конкретным условиям региона уже имеющиеся алгоритмические и программные средства по созданию динамических деформационных моделей. Будут построены конкретные динамические деформационные модели по комплексу индикаторов. На основе динамических деформационных моделей будет выполнен формализованный прогноз сейсмологических событий с оценкой места, времени и магнитуды потенциальных землетрясений до 2050 года. Прогноз будет непрерывно корректироваться по мере поступления в базу новых инструментальных данных и сейсмологических событий региона и обрамле-

ния. На основе базы данных, ГИС-геотектонических карт и схем, фактических и прогнозных таблиц сейсмологических событий будут построены схемы сейсмического районирования региона в М 1:1 000 000-500 000 с учетом фунтовых условий. С учетом географической, геологической и инженерной инфраструктуры региона будут даны оценки потенциала геозекологического риска и ущерба с построением необходимых карт.

Будет обеспечено развитие и совершенствование системы комплексного мониторинга, выполнение инструментальных измерений первых и последующих циклов 2000... годов; совершенствование научных и методических основ оценок и прогнозирования, повышение квалификации персонала системы.

В целом схема организации *геодезических* мониторинговых исследований в бывшем СССР достаточно хорошо отработана. В качестве примера можно привести геодинимические полигоны, организованные на Апшеронском полуострове, в районе озера Самотлор, в Газли, на ряде северокавказских месторождений, в Белоруссии (Припятский полигон) и др. Получение исходных данных на этих полигонах базировалось на выполнении повторных высокоточных нивелировок. Определенным недостатком этих полигонов можно считать отсутствие линейно-угловых сетей, позволяющих получать горизонтальную компоненту современных (и техногенных) движений. Следует

указать на значительный опыт по организации геодинимических полигонов в районах глубоководных водохранилищ ГЭС, где сочетание плановых и высотных наблюдательных сетей позволяло получать пространственные векторы смещений земной поверхности. Применение новых технологий GPS (Global Position Systems) позволяет существенно улучшить результаты мониторинговых исследований. Вовлечение в геодинимический анализ ретроспективных данных достигается выполнением новых измерений на пунктах старых геодезических сетей и компьютерным анализом архивных данных старых триангуляций. Важной задачей является организация наблюдательных сетей повышенной детальности непосредственно в зонах добычи углеводородного сырья, вдоль трасс продуктопроводов, на потенциально-опасных участках геолого-тектонических структур.

Схемы организации *геофизического* (грави-, магнито-, электрометрического, геоакустического, деформометрического, сейсмологического и др.), *геохимического*, *геотехнологического* и др. мониторинга также, как и геодезического, проработаны достаточно хорошо. Наиболее актуальной задачей, которая объединяет разрозненные методы мониторинга в единую комплексную систему, является создание единой информационной базы мониторинга и построение системы моделирования геодинимических процессов. В этом направлении получены

только первые результаты. Выбор инструментальных средств по созданию информационной базы мониторинга может быть сделан на основе методов функционально-стоимостного анализа. Средства создания динамических моделей деформационных процессов в мировой практике только начали создаваться. В процессе работ могут быть выявлены и опробованы альтернативные методы создания формализованных моделей деформационных процессов и прогнозирования по ним.

Важнейшей задачей проекта является создание сети сейсмологических и деформометрических станций. На первом этапе это могут быть относительно дешевые мобильные станции, а в целом должна быть развернута современная сейсмологическая и деформометрическая сеть, которая должна быть включена в мировую службу.

При создании и использовании системы мониторинга важнейшее значение имеет длительность и непрерывность временных рядов наблюдений. Отсутствие наблюдений на ретроспективу невозможно восполнить в будущем никакими методами. Поэтому старт и сбор наблюдений нужно обеспечить как можно быстрее. Исходя из этого, целесообразно на первом этапе безальтернативно использовать имеющиеся методы, аппаратуру и методики создания моделей. На последующих стадиях первоначальный инструментарий заменяется наиболее передовым. Поэтому параллельно с полномасштабным проектиро-

ванием базы данных и методики моделирования производится методная и комплексная обработка всех уже имеющихся данных, направленная на создание комплекса квазистатических моделей НДС региона и собственно динамических моделей НДС. Для этого на основе всех геодинамических характеристик создается универсальный каталог индикаторов динамики, решается обратная кинематическая задача для семейства плоских и сферических деформационных фронтов. Динамические деформационные фронты с помощью решения обратных линейных задач наделяются энергетическими характеристиками. Динамические деформационные модели визуализируются путем расчета компьютерных фильмов-моделей на период 1900(?)–2050 годы. Расчет динамики деформационных процессов производится по моделям на диапазон глубин до 80–100 км.

Прогноз потенциальных сейсмологических событий выполняется по деформационным динамическим моделям путем выявления всех особых точек деформационного поля, в которых возможно превышение напряжений выше предельной прочности земной коры. Дополнительно выявляются зоны аномально высоких скоростей деформации, представляющие опасность для инженерных коммуникаций, эксплуатационных и разведочных скважин. Прогнозирование выполняется в режиме мониторинга с глубиной прогнозов до 2050 года.

Выполняется архивный, фон-

довый и библиографический поиск информации с характеристиками современных и палео-геодинамических движений Прикаспия (46— 58° E, 42-52 N). Перечень информации приведен был выше. Картографическая, графическая и табличная информация цифруется с применением ГИС-технологий и средств автоматического и полуавтоматического цифрования. Базовыми системами первичной обработки и накопления данных будут служить первоначально ARC/Info, MapInfo, АСОМ-АГС/РС, GAMMAP. Информация с геодинамическими характеристиками приводится к единым универсальным форматам, пригодным для программных средств создания динамических деформационных моделей. Рабочая БД по состоянию на 1998/1999 годы для гарантии сохранности записывается периодически на оптический диск. В дальнейшем эти данные интегрируются в универсальную БД, которая создается на основе полномасштабного проектирования.

Для оценки сейсмической опасности, кроме динамических деформационных моделей и таблиц прогноза, будут дополнительно использованы данные по компьютерной базе записей сильных движений. Оценка сейсмической опасности может осуществляться по усовершенствованным методам, разработанным в Ленгидропроекте, ОИФЗ РАН и в других организациях. В процессе работы эти методы и программы при необходимости будут модернизированы.

Ожидаемые результаты выполнения проекта.

1. Будет спроектирована и реализована на организационном, научном, техническом и программно-алгоритмическом уровнях система комплексного мониторинга современных природных и техногенных деформационных движений земной коры Прикаспия Казахстана.

2. Будет создана и будет непрерывно пополняться компьютерная база данных современной палеогеодинамики Прикаспия. На этой информационной основе будет построен комплекс динамических деформационных моделей Прикаспия с возможностью непрерывной оценки и прогнозирования природно-техногенных процессов в земной коре и визуализацией в форме компьютерных фильмов-моделей.

3. Будут получены и будут непрерывно совершенствоваться и уточняться каталоги и карты прогнозов сейсмологических и опасных геодинамических событий Прикаспия до 2050 года.

4. Будут получены и будут непрерывно совершенствоваться и уточняться карты и схемы оценок сейсмического и геотектонического риска в регионе М 1:1 000 000-1:500 000 с учетом его инфраструктуры.

5. Будет создана система оперативного информирования по результатам мониторинга и прогнозного моделирования геодинамических процессов.

6. В целом будет создана система комплексного геодинамическо-

го мониторинга для долго-, средне- и краткосрочной оценки геодинамического риска и для принятия превентивных мер от возможных экологических катастроф в регионе на

всех стадиях геологических работ: от поисков, разведки, обустройства промыслов и до окончания эксплуатации месторождений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антонов А. Геоинформатика (Обзор ГИС), СОФТМАРКЕТ, 20 (84), май, 1993.
2. Александров С.И., Гамбурцев А.Г. и др. Порядок и хаос в напряженном состоянии пород земной коры // Физические основы сейсмического метода. М., 1991. С. 90-103.
3. Аплонов С.В. Палеогеодинамика Западно-Сибирской плиты / Советская геология. 1989. № 7. С. 27-36.
4. Арнольд В.И. Теория катастроф. М., 1990. 127 с.
5. Белоусов В.В. Основы геотектоники. М., 1989. 382 с.
6. Березина С.В., Жылкыбаева Г.А., Нусипов Е., Овчаренко А.В. Динамические модели напряженно-деформированного состояния земной коры северного Тянь-Шаня и их использование для сейсмологического прогноза // Геология и разведка недр Казахстана. 1997. № 5-6. С. 39-45.
7. Боканенко Л.И., Передерни В.П., Галаганов О.Н. Локальные деформации Гармского полигона и возможности прогнозирования землетрясений // Изв. РАН. Физика Земли. 1992. № 10. С. 27-41.
8. Вартамян Г.С. Гидрогеодинамическое поле Земли как важный инструмент в изучении геодинамических процессов // Разработка концепции мониторинга природно-технических систем. М., 1993. С. 260-268.
9. Влох Н.П., Зубков А.В. Определение естественного поля напряжений и характер его распределения при разработке месторождений Урала и Казахстана // Изыскание эффективной и безопасной технологии добычи руд на больших глубинах. М., 1987. С. 30-40.
10. Гамбурцев А.Г. Сейсмический мониторинг литосферы. М., 1992. 200 с.
11. Гидрогеохимические предвестники землетрясений. М., 1985.
12. Географическое прогнозирование и охрана природы, Сб. науч. трудов / Под ред. Т.В. Звонковой и Н.С. Касимова. М., 1990. 176 с.
13. Геофизика и современный мир. Сб. реф. докладов междунациональной конференции. М., 1993. 406 с.
14. Грачев А.Ф., Магницкий В.А., Мухамедиев Ш.А., Юнга С.Л. Тензорные характеристики неотектонических изгибных деформаций и кривизны поверхности фундамента литосферы Восточно-Европейской платформы. // ДАН. 1995. Т. 340. № 3. С. 389-395.
15. Грачев А.Ф., Магницкий

- В.А., Мухамедиев Ш.А., Юнга С.Л. Тензорные характеристики современных изгибных деформаций литосферы Восточно-Европейской платформы // ДАН. 1995. Т. 340. № 2. С. 250-255.
16. Добровольский И.П. Теория подготовки тектонического землетрясения. М., ИФЗ АН СССР. 1991. 217 с.
17. Есиков П.Н. Методы кинематического анализа современных движений земной поверхности // Геофизические методы в региональной геологии. Новосибирск, 1982. С. 136-140.
18. Карта современных вертикальных движений земной коры восточной Европы. М 1:2 500 000 / Под ред. Ю.А. Мещерякова. М. 1973.
19. Каспийское море.: геология и нефтегазоносность. М., 1987.
20. Кейлис-Борок В.И. Динамика литосферы и прогноз землетрясений // Природа. 1982. № 12. С. 10-18.
21. Косыгин Ю.А. Тектоника нефтеносных областей. Т. 2. М., 1958.
22. Кропоткин П. Н., Ефремов В.Н., Макеев В.М. Напряженное состояние земной коры и геодинамика // Геотектоника. 1987. № 1. С. 3-24.
23. Маслов Л.А., Туезов Н.К. Расчет механических напряжений в литосфере Земли на основе гравитационных данных // Геологическое истолкование потенциальных полей. Киев, 1988. С. 142-148.
24. Маламуд А.С., Николаевский В.Н. Циклы землетрясений и тектонические волны. Душанбе 1989. 140 с.
25. Нелинейная геодинамика. М., 1994.
26. Нусипов Е., Овчаренко А.В. Сейсмичность и динамика напряженно-деформированного состояния земной коры Северного Тянь-Шаня. Алматы, 1997. 195 с.
27. Основы прогноза землетрясений. Душанбе, 1983-1984. 220 с.
28. Перродон А. История крупных открытий нефти и газа. Пер. с фр. М., 1994. 225 с.
29. Райе Дж. Механика очага землетрясений. М., 1982. С. 133-215
30. Рикитакэ Т. Предсказание землетрясений, М., 1979. 388 с.
31. Сейсмический мониторинг земной коры. М., 1986. 290 с.
32. Сейсмическое районирование территории СССР: Методические основы и региональное описание карты 1978 г., М., 1980. 307 с.
33. Сидорина А.Я. Предвестники землетрясений. М., 1992. 192 с.
34. Соболев Г.А. Основы прогноза землетрясений. М., 1993. 344 с.
35. Современные движения земной коры: Теория, методы прогноза. М., 1980.
36. Яценко В.Р. Геодезические исследования вертикальных движений земной коры. М., 1989. 192 с.
37. ARC NEWS //ESRi Redlans, California, Winter 1994. v-; 16. 40 p.

UDK 620.9.378(049.3)

UDK

•M-i

111
ШТ

111

О СОСТОЯНИИ, ПРОБЛЕМАХ И ПЕРСПЕКТИВАХ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ

Г.Ж. Даукеев

Ж

Алматинский институт энергетики и связи

II

Экономиканың аса күрделі ғылыми саласы — телебайланыс өнеркәсібіне қажетті мамандар әзірлеу ісімен, негізінен, қажетті деңгейдегі материалдық база жасай алатын, компьютерлік бағдарламаларға дейін оқу-әдістемелік нұралдармен қамтамасыз етілген және оларды өз күшімен әзірлеуге қабілетті профессор-оқытушылар құрамы бар, осы салаға арнайы мамандандырылған жоғары оқу орындары шұғылдануы керек.

III
111

Ш

Подготовкой кадров в области телекоммуникаций, наиболее наукоемкой отрасли экономики, должны заниматься преимущественно специализированные вузы, способные создать необходимую материальную базу, имеющие квалифицированный профессорско-преподавательский состав, могущий создавать и обновлять учебно-методические разработки, включая компьютерные программные продукты.

шш
111

Mainly specified institutions of higher education which are able to create the necessary material basis and which have qualified teaching staff capable of creating and renewing of teaching and methodological elaborations including computer programmes, should deal with the preparation of the specialists in the field of telecommunications, the most sciencefilled ai-ea of economy.

Телекоммуникации стали неотъемлемой и важнейшей частью экономической и социальной инфраструктуры страны, а подготовка современных грамотных и квалифицированных специалистов для нее в необходимом количестве и по широкому спектру специальностей - актуальнейшей проблемой телекоммуникационных компаний и высшей школы.

Проложен и введен в эксплуатацию казахстанский участок Транс-Азиатско-Европейской волоконно-оптической линии связи. Национальным оператором связи ОАО "Казахтелеком" осуществляется замена аналогового оборудования на цифровое. Полностью завершена цифровизация международных и междугородных станций. Техническую базу сетей телекоммуникаций

составляют более 600 городских, около 3 тысяч сельских телефонных станций, обслуживающих свыше двух миллионов линий, 19 автоматических международных телефонных станций, разветвленная сеть кабельных, опτικο-волоконных систем. В организациях образования, здравоохранения, офисах крупных предприятий и организаций всех отраслей экономики, центральных и местных органах государственного управления установлены и эксплуатируются местные АТС, локальные компьютерные сети и компьютеры с электронной почтой и выходом в интернет. Бурно развиваются новые виды связи: сотовая, пейджинговая, транкинговая, спутниковая, IP-телефония.

Нынешнее состояние с подготовкой кадров в области телекоммуникации, к сожалению, не удовлетворяет потребностям предприятий и организаций ни по количеству, ни по номенклатуре специальностей и специализаций, ни тем более по качеству. Причин тому много, но главные из них достаточно известны: материальная база высших учебных заведений не обновлялась более 10 лет из-за полного отсутствия государственного финансирования этих статей затрат вузов, отток наиболее перспективных квалифицированных кадров преподавателей и научных сотрудников из вузов в коммерческие структуры из-за очень низкой заработной платы.

В настоящее время в Казахстане подготовкой специалистов с высшим образованием в области телекоммуникаций, кроме нашего специализированного вуза, занимаются еще 10 университетов и инсти-

тутов, в т.ч. 5 государственных: КазНТУ, КазАТК, КарГТУ, Северо-Казахстанский университет и даже Акмолинский аграрный университет, а также 5 негосударственных: УНАТ-вуз, Казахско-американский университет, Карагандинский институт системотехники и бизнеса, Казахский институт информационных технологий и управления, Центральноазиатский университет кино и телевидения. Анализ показывает, что делается это практически при отсутствии необходимых приборов, учебно-лабораторного оборудования, современных персональных компьютеров, квалифицированных преподавателей по профилю подготовки, учебников, учебно-методических разработок, научно-технических журналов, не говоря уже о научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах.

Отрасль телекоммуникаций одна из самых наукоемких отраслей экономики. Мало того, что в ней используются сложнейшие техника и технологии, они еще и очень быстро обновляются. Все это накладывает определенные трудности в подготовке кадров. Необходимо современное, весьма дорогостоящее учебно-лабораторное оборудование, учебно-методическое обеспечение, которое чуть ли не ежегодно требует обновления. Лекции приходится читать зачастую с научно-технических периодических изданий, нередко еще и не переведенных даже на русский язык, не говоря о казахском. Соответствовать этим требованиям должен и профессорско-преподавательский и учебно-вспомогательный персонал, что весьма не просто при многократной разнице в окладах тех

же преподавателей и специалистов их профиля на предприятиях, в организациях и компаниях телекоммуникационной отрасли. Остроту проблемы квалифицированных преподавателей можно характеризовать следующими цифрами: в Казахстане нет ни одного доктора наук по специальностям телекоммуникации. Более того, кроме нашего и КазНТУ в других вузах нет ни одного кандидата наук в области телекоммуникаций (В КазНТУ - один Ниеталин Ж). В большинстве вузов среди преподавателей нет даже просто обладателей дипломов с высшим образованием в области телекоммуникаций. И тем не менее эти вузы получили лицензию на образовательную деятельность в области телекоммуникаций!

На наш взгляд, подготовка специалистов, по крайней мере по наукоемким техническим специальностям, должна осуществляться преимущественно в специализированных вузах, способных создать необходимую материальную базу, имеющих квалифицированный профессорско-преподавательский состав, могущий создавать и обновлять учебно-методическую литературу и документацию, включая программные продукты.

Образование, построенное исключительно на бюджете финансирования, может существовать либо при развитом социализме, либо при развитом капитализме.

В наших условиях переходной экономики и хронического недофинансирования из государственного бюджета вузы должны научиться зарабатывать внебюджетные средства. В рынке зарабатывать можно

только тем вузам, качество образовательных услуг которых отвечает требованиям заказчиков. Т.о., в первую очередь вуз должен готовить хороших специалистов, отвечающих требованиям сегодняшнего рынка труда. Только в этом случае выпускники вуза будут востребованы предприятиями и организациями и они захотят платить за обучение студентов в этих вузах, захотят принять их на практику, заинтересованы будут в формировании контингента студентов из нужных регионов, где находятся подразделения этих предприятий и компаний, в укреплении материальной базы вуза, его учебно-методического обеспечения. Если вуз специализированный, то и предприятия охотнее платят деньги в полной уверенности в том, что их средства пойдут на развитие и укрепление именно их специальностей и специализаций. За счет их средств не будут содержаться другие, не востребованные специальности, но зачастую сохраняемые вузом только по той причине, что за ними "стоят" уважаемые и заслуженные профессора и академики.

Важно и другое. Кроме подготовки специалистов, необходимо развивать переподготовку и повышение квалификации специалистов. Дело это очень трудное, но весьма доходное. Предприятия и организации хотят за 1-2 недели обучить своих работников работать на новой технике, освоить новую технологию или появившуюся новую методику расчета каких-то важных показателей. Овладение работниками появившихся НОУ-ХАУ сулит компании определенные дивиденды, и она готова заплатить за это хорошие

деньги, поскольку самостоятельно сделать это либо долго и очень дорого, либо вовсе не под силу. Поэтому вуз должен определить тематику таких актуальных курсов, разработать хорошие программы к ним, организовать их на высоком уровне. Последнее означает, что лекторы должны иметь высочайшую квалификацию. Курсанты - не студенты. Это, как правило, руководители подразделений, зачастую - Президенты и Вице-президенты компаний, в крайнем случае - главные и ведущие специалисты. Им нужен полный раздаточный материал (они конспектировать не будут), нужен кофе - брейк через каждые 2-3 часа работы, нужны очень приличные жилищно-бытовые условия, нужна культурная программа на выходные.

Если преподаватели в состоянии предложить востребованные курсы, то это квалифицированные преподаватели. Им и заплатить по тройной ставке не грех. Как показала практика, они не только сами зарабатывают, но останутся немалые деньги и на развитие института, т.е. этот бизнес значительно доходнее традиционной подготовки кадров с пятилетним сроком обучения. Более того, общение с производителями позволяет лучше узнать вузовским работникам их сегодняшние проблемы, установить более тесные взаимоотношения, скорректировать планы научных исследований, номенклатуру специальностей и специализаций, планы подготовки и переподготовки специалистов.

Очевидно, что в деле подготовки, переподготовки кадров и повышения квалификации специалис-

тов усилий только высшей школы недостаточно. Необходимо понимание и производителей, и органов госуправления отраслей, для которых готовятся специалисты. Не секрет, что в технических вузах учатся дети бедных родителей. Дети богатых родителей хотят быть экономистами, финансистами, банковскими работниками, юристами, еще и международниками и платят деньги сами за свое обучение. В технических вузах договора с физическими лицами составляют не более 30 %, за исключением случаев, когда стоимость обучения в вузе занижена чуть ли не до уровня, позволяющего лишь "нарисовать" оценки и выдать диплом. Остальные учатся по договорам с юридическими лицами. И это правильно. Во всем цивилизованном мире любая компания, желающая удержаться в рынке, до 5% расходной части своего бюджета направляет на подготовку, переподготовку и повышение квалификации своих специалистов. Чем лучше высшая школа будет готовить кадры, тем лучше предприятиям, но сделать это за государственный счет в условиях переходной экономики невозможно. Надо потратиться и потратиться разумно. Лучше заплатить подороже в специализированный вуз и получить хорошего специалиста, чем подешевле в региональный (через дорогу) и получить полуграмотного.

Что делает наш вуз для того, чтобы готовить хороших специалистов в области телекоммуникации'?

Во-первых, после непросто-го обретения вновь самостоятельности в 1997 году путем выделения из КазНТУ мы сократили в 2 раза уп-

руководительский аппарат и в 1,5 раза производственно-обслуживающий персонал. Вместо 5 проректоров оставили 2^х, вместо 13 отделов - 3 (учебно-методический, финансово-административный и эксплуатационно-хозяйственный), в каждом из которых большинство работников выполняют обязанности нескольких специалистов. Например бухгалтер, он и экономист, и плановик, и расчетчик, он и оператор ЭВМ, и аналитик-прогнозист.

Начальник ФАО заменил начальников планово-финансового отдела, отдела кадров, канцелярии, архива, юридического, а начальник УМО - начальников учебной части, студенческого отдела, редакционно-издательского, аспирантуры. Зато им дали надбавку к заработной плате за счет внебюджетных средств.

Профессорско-преподавательскому составу, напротив, сохранили учебную нагрузку до 700 часов, строго по Закону об образовании, действовавшему еще до 1999 года, в то время как в других вузах подняли ее до 1000 часов. Зато у руководства института появилось моральное право спрашивать с преподавателей качественное проведение занятий, написание учебных пособий и методических разработок.

Разработали и ввели рейтинговую систему оценки труда ППС, где учитывается качество и количество учебной, методической, воспитательной и научной работы, результаты анонимного анкетирования самих ППС, зав. кафедрами и деканов о работе каждого преподавателя, а также результаты анонимного анкетирования студентов "Преподаватель глазами студен-

тов". Теперь каждый семестр надбавка к окладу преподавателей за счет внебюджетных средств зависит от рейтинга каждого преподавателя и объема заработанных средств кафедрой. Преподавателю не надо бегать и читать лекции в трех-четыре местах, можно заработать в собственном вузе. Не надо брать и взятки. И руководство института создает условия для исключения мздоимства со студентов. В частности, в анкете "Преподаватель глазами студентов" есть пункты: встречались ли Вы со случаями мздоимства со стороны преподавателей? Если да, то можете ли назвать фамилию? Можете ли назвать сумму? И если в анкетах упоминается несколько раз один и тот же преподаватель и наша проверка подтверждает данные факты, то мы расстаемся с этим преподавателем.

Для исключения мздоимства в нашем институте категорически запрещено брать деньги (товары, продукты и пр.) со студентов ни под каким предлогом. Отстающим студентам, студентам 1^{го} курса, имеющим пробелы в базовом образовании, дополнительные консультации даются бесплатно. Преподаватели получают оплату за это из почасового внебюджетного фонда. Все книги, учебные пособия, методички выдаются в комплекте бесплатно. Даже за бланки дипломов и их заполнение платит институт и со студентов деньги не собираются.

В деле воспитания высококультурного человека самое сильное воздействие оказывает пример преподавателя-воспитателя, его дела (больше чем слова) и окружающая среда: условия учебы, условия про-

живания, отношение преподавателей, сотрудников и руководства института к студентам. Студенты, в силу своей молодости и ранимости души, очень тонко чувствуют отношение к ним окружающих. Когда они видят, что их наставники искренне стремятся помочь им овладеть знаниями, что средства, оплаченные ими или предприятием за их учебу, идут на улучшение их жилищно-бытовых условий, обновление учебно-лабораторного оборудования, приобретение и создание новых учебно-методических разработок, ремонт учебных помещений и общежитий, приобретение учебной мебели, организацию их интересного досуга, то их словами воспитывать практически не приходится.

Это же можно сказать и о преподавателях и сотрудниках. Если руководство института открыто и коллегиально обсуждает и утверждает все статьи доходов и расходов, ежегодно представляет подробные отчеты о количестве приобретенного оборудования, компьютеров, мебели с указанием их стоимости, для какого подразделения приобретено, из каких заработанных ими средств, где сделан ремонт, на какую сумму, во сколько при этом обошелся один квадратный метр отремонтированной площади и соответствует ли это утвержденному год назад плану-графику ремонта, почему и за сколько отремонтировали отопительную систему, что это дало в плане улучшения условий учебы студентов и работы преподавателей и сотрудников, сколько при этом сэкономлено средств за коммунальные платежи и за сколько лет окупятся вложенные средства, как растет заработная пла-

та у руководящего состава, у ППС, УВП, обслуживающего персонала, когда, сколько и кому планировали и дали премию, материальную помощь, то благоприятный климат и атмосфера творчества в коллективе считайте обеспечены.

Вместе с тем, о том, что мы такие грамотные, квалифицированные, умелые и могущие все и вся и чуть ли не даром, надо рассказать нашим потенциальным заказчикам, а лучше - показать, поскольку лучше один раз увидеть, чем сто раз услышать. Еще лучше - сделать и делать, на первых порах, приходится действительно даром.

В этой связи нами только в прошедшем учебном году проведены более 10 специальных презентационных мероприятий для будущих абитуриентов, в т.ч. 2-ая Республиканская научная школа и соревнования научных проектов школьников по линии РНПЦ "Дарын", в которой приняли участие победители областных соревнований из 40 школ республики. Центром маркетинга и профессиональной ориентации разработаны и изданы новые рекламные плакаты и буклеты института, разработан минутный рекламный видеоролик, который прокатан по телеканалу "Хабар" более 40 раз. выступления на телевидении и радио руководства института, проведены презентации института для предприятий телекоммуникации, включая Казахтелеком, НЦРС. Siemens. ASTEL, АЛСИ, Logicom ряд независимых операторов связи; для предприятий энергетики, включая КЕГОС, АПК, AES, КазНИИ Энергетики, КазНИПИ Энергопром и др; для директоров МЭСов во главе

с Вице-президентом КЕГОС, Симпозиум, посвященный ноу-хау концерна Siemens в области телекоммуникации, ряд научно-практических семинаров под эгидой Ассоциации АСТРАКО, объединяющей организации в области транспорта и коммуникации; первый научно-практический семинар "Актуальные проблемы охраны труда и окружающей среды", две международные научно-технические конференции.

Все это значительно повысило интерес наших заказчиков кадров к выпускникам института, увеличилось число заявлений абитуриентов, поданных не только в наш институт, но и на наши специальности в других регионах республики. В результате 100-процентное распределение выпускников ежегодно обеспечивают около 200 предприятий - заказчиков.

Серьезный научный потенциал нашего института в области энергетики был признан после того, как мы разработали и успешно внедрили ряд работ в области методологии формирования тарифов на электрическую и тепловую энергию. Первые из них были сделаны бесплатно. Их высокий уровень подтверждается хотя бы тем, что только в прошедшем году они 8 раз обсуждались на совещаниях у Первого Заместителя Премьер-Министра РК Ахметова Д.К., 12 раз в Минэнерго и минеральных ресурсов, 4 раза в Агентстве РК по регулированию естественных монополий с участием руководителей РЭКов, КЕГОСа, круп-

нейших электростанций, Казахстанской электроэнергетической ассоциации, иностранных компаний. Внедрение только одной методики тарифообразования по межрегиональным электрическим сетям КЕГОСа за 3 квартала прошедшего года дало экономический эффект свыше 1 млрд. тенге.

Впервые за 25 лет существования института мы получили право проведения технической экспертизы потерь тепла в тепловых сетях и электрической энергии в электрических сетях всех классов напряжения, включая сверхвысокое. При нашем институте открыт докторский совет по электроэнергетике, начаты курсы повышения квалификации, появились заказы на проведение научно-исследовательских работ, наши сотрудники вошли в Экспертный совет Агентства РК по регулированию естественных монополий и за полтора года работы выполнили свыше 10 экспертных заключений по энергетике и телекоммуникациям.

Не секрет, что уровень развития высшего технического образования республики во много определяет темпы социально-экономического развития страны. В этой связи данному вопросу необходимо внимание не только Министерства образования и науки, но и отраслевых министерств, дня предприятий которых осуществляется подготовка инженерных кадров, проводятся научные изыскания, создаются новые технологии, современные методики, передовая техника.

II УДК 629.1.02

VI

ДОҢҒАЛАҚТЫ ТРАКТОР ҚОЗҒАЛТҚЫШТАРЫ ТЕҢСЕЛУІНЕ

II КЕДЕРГІ КҮШІ

Узун/33:

ЦI А. Нұржауов, Г. Ибрагимова

•ШШШ-

ШШ
ШШ

С. Торайыров атындағы Павлодар мемлекеттік

университеті

III

Мақалада доңғалақты тракторлар қозғалтқыштарының теңселуіне

!§! кедергі күшті анықтаудың әдебиет көздеріндегі берілген әдістерден ерекше

й)Ш жолы көрсетілген

ШШ.

"

В статье представлен метод, отличный от существующих методов

у {::' определения силы сопротивления качению колесных движителей.

• The article presents the method, which differs from the existing methods of

|tl§| determination of force of resistance to the wheeled propellers rolling.

Трактор доңғалақтарына, демек, трактор қозғалысына, кедергі күштің негізгі бөлігі топырақтың деформациялануынан пайда болады. Трактордың өз қозғалысына кедергі күші басқа бір трактормея тартылып қалыптасқан қозғалысы кезінде анықталады. Демек оның барлық доңғалақтары жетектегі доңғалақ қозғалысы режимінде қозғалыста болады. Сондықтан қойылып отырған мәселені шешу үшін жетектегі доңғалақ қозғалысын қарастырамыз.

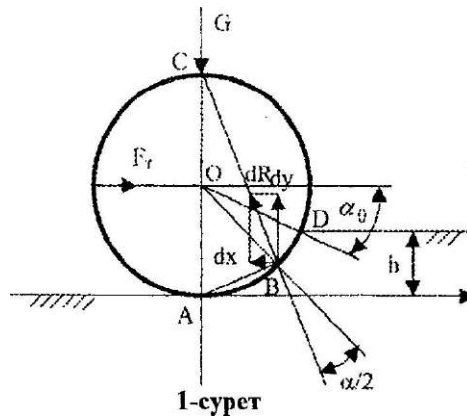
Осы уақытқа дейін жүргізілген зерттеулер жұмыстарында [1,2,3] доңғалақ әсері нәтижесінде грунтта пайда болатын сг күш кернеуі оның вертикаль бағыттағы Н деформациясына тәуелді болады деп қарастырылған. Шын мәнінде доңғалақ құрсауының

грунтқа шгш қайсыбір В нүктесінің белгілі бір қозғалыс бағыты болады (1-ші сурет). Грунтта пайда болатын а кер!*уінің сан мәні осы £ нүктесінің жүріп өткен I жол ұзындығына байланысты. Осы жол ұзындығының у вертикаль және х горизонталь құраушылары төмендегіше өрнектежді:

$$I \quad j/ = r(\cos a - \cos a_0), \\ r(a_0, - \sin a, + \sin a - a). \quad (1)$$

Бұл жерде a₀ - доңғалақ құрсауының қайсыбір В нүктесінің грунтқа енуінің бастапқы бұрыштық координатасы, r - доңғалақ радиусы.

Доңғалақ da элементар бұры-



шына айнапғанда F_t нүктесі құраушылары dy және dx болатын dl жол ұзындығына жылжиды. Ал, доңғалақ құрсауының H нүктесінің басып өтетін l жол ұзындығы, демек грунт деформациясының өзгеруі заңын былайша ернектей аламыз:

$$l = \int \sqrt{dx^2 + dy^2}$$

Грунтта пайда болатын σ күш керн^інің сан мәні l деформациясына тура пропорционал болады деп ұйғарсақ, онда

$$\sigma = k \int \sqrt{dx^2 + dy^2} = \frac{3}{2} \sigma_0 l + \sigma_0; \quad (2)$$

бұл жерде σ_0 - күш кершүінің бастапқы мәні;

k - топырақтың көлемдік езілу коэффициенті

$a = a_0$ болғанда $a \sim \frac{1}{3} k r \cos \alpha$

Доңғалақ құрсауының $r da$ ұзындығы бар бөлігіне әсер ететін элементтер күш:

$$dR = a b r da \cos \frac{\alpha}{2};$$

бұл жерде B - доңғалақ ені.

Егер осы шаманы a_0 мш ноль арасындағы шектерде интегралдасақ, онда грунт табанынан доңғалаққа эсер ететін Ц күшін табамыз:

$$R = \frac{2}{\sqrt{3}} kbr(a_0 + \sin \alpha_0); \quad (13)$$

dR элемштар күшінің эсер ету бағыты ft нүктесін оның A іждік айналыс осімен қосатын $/l$ ft түзу сызығына перпендикуляр болады. Сондықтан dR

күшінің горизонталь және вертикаль құраушылары $dx = dR \sin \alpha$ және

$dy = dR \cos \alpha$. Ал, R күшінің құраушыларын төмшедегіш тауып аламыз:

$$\frac{dR \sin \alpha}{2} = \frac{2}{\sqrt{3}} kbr^2 (1 - \cos^3 \alpha) \quad (4)$$

$$\frac{dR \cos \alpha}{2} = \frac{2}{\sqrt{3}} kbr^2 \sin^2 \alpha \quad (5)$$

Доңғалақтың қалыптасқан қозғалысы кезінде кедергі күш $F_c = X$ және вертикаль жүк $Q = Y$ болғандықтан, оның $/$ теңселу коэффициентін табу үшін төмшедегі формула келіп шығады:

$$\frac{F_c}{G} = \frac{1 - \cos^3 \alpha_0}{3 \sin \alpha_0} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{2}{3} \quad (6)$$

Доңғалақ ізінің тереңдігі

$$h = r(1 - \cos \alpha_0).$$

Ал бұл өрнектердегі a_0 бұрышының, сан мәні төмендегі теңд^ддің шешімі болып табылады:

$$\sin \frac{\alpha}{2} \left(1 - \frac{1 - \sin \frac{\alpha}{2}}{2} \right) = \frac{K \cdot \mu}{8kbr^2} \quad (8)$$

(7) теңдеуін графика түрінде шешу онша қиынға түспейді.

Доңғалақтың қалыптасқан қозғалысы кезінде грунт реакциясының R тең әсерлі күші оның O геометриялық центріне бағытталған болады (2-ші сурет). Сондықтан L күшінің әсер ететін E нүктесінің бұрышты координатасын

табылған X және Y құраушылары арқылы анықтасақ, онда $\sin \alpha = \frac{X}{r}$. Ал тік бұрышты координаталар системасында R күшінің әсер ететін нүктесінің орны төмендегі формулалармен анықталады:

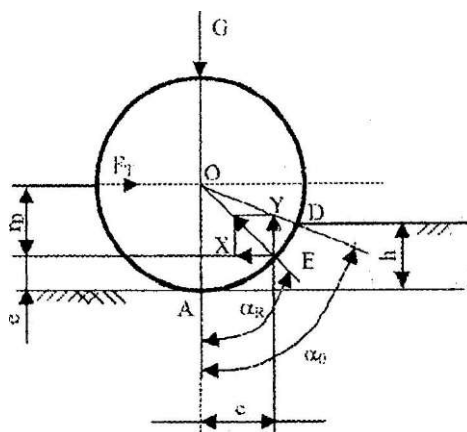
$$c = r \sin \alpha \arctg \frac{1 - \cos^3 \alpha}{3 \sin^2 \alpha - (1 - \sin^2 \alpha)}, \quad (9)$$

$$e = r - 1 - \cos \alpha \arctg \frac{1 - \cos^3 \alpha}{3 \sin^2 \alpha - (1 - \sin^2 \alpha)} \quad (10)$$

Доңғалақтың r_D динамикалық радиусы

$$r_D = r \cos \alpha \arctg \frac{1 - \cos^3 \alpha}{3 \sin^2 \alpha - (1 - \sin^2 \alpha)} \quad (11)$$

[1,2,3] әдебиет көздерінде ұсынылған формулалар доңғалақ ізі тереңдігі (h), оның теңселу коэффициенті (μ) және теңселуге кедергі F_c күшінің доңғ-



2-сурет

алақ параметрлері мен грунт қасиеттерінен қандай төселділікте болатынын аналитик түрде талдауға мүмкіндік береді. Бірақ осы формулаларды қолданып табылған h_x , h_y және F_c шамаларының сан мәндері олардың кептеген тәжірибелер нәтижесінде анықталған мәндерідей әлдеқандай алшақ жатады. Бұл турасында аталған шамалардың сан мәндерін табу үшін (6) - (8) формулаларын қолданған жөн. Мысалы, j21 кітабында ұсынылған деректерді пайдаланып, тың жер үшін $k = 0.07 * 10^7$ Н/м^г деп және $\gamma = 0.205$ м, $\gamma a = 0.427$ м, $G = 57907$ деп алып j2j әдебиет көзіндегі формулаларды қолданып есептесек, онда h тереңдігінің сан мәні 0,1239 м-ден 0,1625 м-ге дейінгі аралықта орналасады. Ал, f теңселу коэффициенттерімен, сәйкес мәндері 0,19-ға және 0,32-ге тең, яғни тәжірибе нәтижелерінен табылған $f = 0,03 - 0,07$ сан мәндерінен 2,7 - 6,5 есе артық

болып шығады (Б1 және J2] кітабында 1.2 - жәде 4.1 таблицаларын қара). Ал, шді f теңселу коэффициентінің сан мәнін (6) - (7) формулаларын пайдаланып тапсақ, онда $f = 0,025$, яғни тәжірибе нәтижелеріне жақын шығады. Ал трактор доңғалағы ізінің тереңдігі $h = 0,002$ м, яғни іс жүзінде кездесіп отыратын мәнінг өте таяу жатады.

ӘДЕБИЕТ:

1. Львов Е.Д. Теория трактора. - М.: Машиностроение, 1962.
2. Тракторы: Теория: Учебник для студентов вузов по специальности "Автомобили и тракторы" / В.В.Гуськов и др.; Под общей редакцией В.В.Гуськова, - М.: Машиностроение, 1988.-376с.: ил
3. Анилович В Я., Водолажченко О.Т. Конструирование и расчет сельскохозяйственных тракторов: Справочное пособие / Под редакцией В.П.Кашубы. - М.: Машиностроение, 1976.-156 с.

УДК 621.873:62-112.81:539.4:519.711

111
 III!
 U
 щй
 Ж

МЕТОД АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАСЧЕТА КРАНОВЫХ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ С ТРЕЩИНОПОДОБНЫМИ ДЕФЕКТАМИ

М.Р. Нургужин, Т.Я. Кацага

ишш Карагандинский государственный технический
 Ж университет

III
 pt1
 II
 i11

Бұл жұмыста имитациялық модельдеу мен механикалық күйрету негізінде дәнекерлгу арқылы жасалған көтергіші металконструкцияларды есептеудің автоматтандырылған әдісі сипатталады.

ш
 ;

В работе приведен метод автоматизированного расчета сварных крановых металлоконструкций на основе имитационного моделирования и механики разрушения.

II11

The work presents the method of automated calculation of welded crane metal constructions on the basis of simulating modelling and mechanics of destruction.

Известно, что разрушение машиностроительных конструкций в процессе эксплуатации связано (до 90%) с разрушением сварных соединений. В настоящее время сварка является доминирующим технологическим процессом в области производства металлоконструкций. Вместе с тем, использование сварочных технологий при производстве конструкций имеет ряд особенностей, без учета которых не могут быть получены надежные и экономичные сварные конструкции. Это характерная форма сварных соединений, вызывающая концентрацию напряжений и деформаций, влияние термического цикла сварки на свойства

основного металла, высокие сварочные остаточные напряжения, значительные пластические деформации, возможность образования при сварке дефектов.

Опыт эксплуатации сварных крановых металлоконструкций подтверждает выше сказанное [1]. Несмотря на большое разнообразие видов разрушения, систему их классификации можно сделать на учете трех составляющих: характер разрушения, причина разрушения, место разрушения [2]. Используя эту систему и опираясь на статистические данные [1], можно определить наиболее характерные виды разрушения сварных крановых металлокон-

струкций:

- 1) упругая деформация, вызванная действием внешних нагрузок (расчет на прочность и устойчивость);
- 2) пластическая деформация (потеря строительного подъема при длительной эксплуатации в процессе взаимодействия рабочих и остаточных напряжений и деформаций);
- 3) хрупкое разрушение при низких температурах;
- 4) малоцикловая и многоцикловая усталость;
- 5) коррозия под напряжением и старение металла в зоне свар-

ных соединений.

С учетом этого, были выявлены основные факторы, снижающие несущую способность сварных крановых металлоконструкций (см. рис. 1). Необходимость учета указанных факторов, а также осознание того, что во всех реальных конструкциях изначально существуют трещиноподобные дефекты, требует разработки новых методов, позволяющих исследовать распространение трещин в условиях как монотонных, так и циклических нагружений с учетом влияния остаточных напряжений и деформаций.

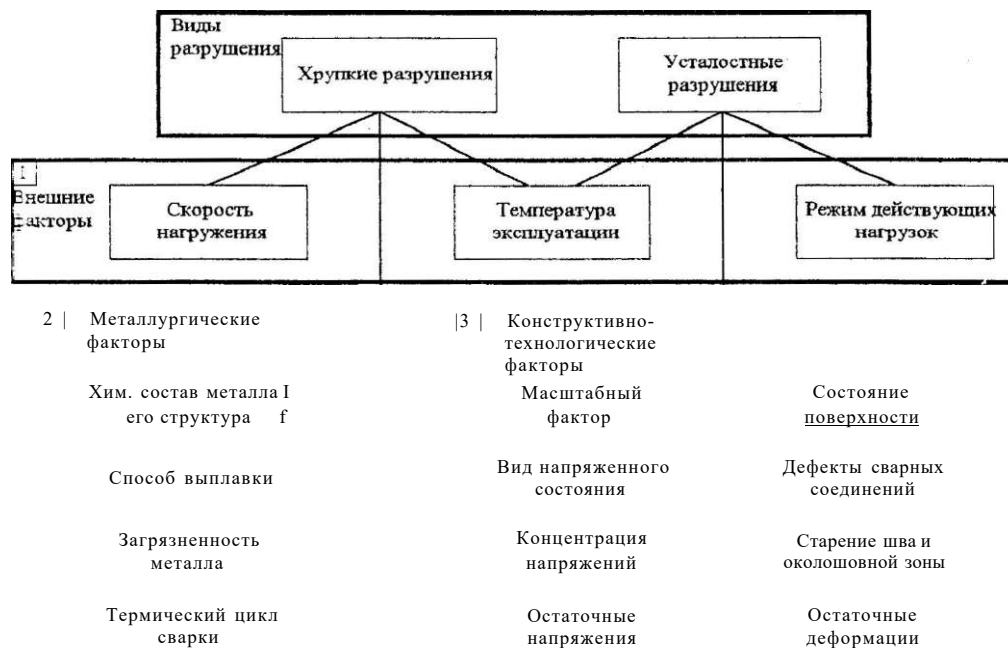


Рис. 1. Факторы, снижающие несущую способность сварных металлоконструкций

Обзор существующих методов расчета показывает, что наиболее серьезное признание получила концепция "соответствие назначению" ("fitness for purpose"), в рамках которой предложены процедуры

анализа, основанные на сочетании численных расчетов и стандартных испытаний материалов с привлечением современных подходов механики деформирования и разрушения И-



Рис. 2. Схема распределения ресурса для поврежденных крановых металлоконструкций

Предлагаемый в данной работе подход к оценке несущей способности крановых металлоконструкций базируется на следующих положениях.

1. Система "грузоподъемная машина - совокупность технологий" представляет собой многоуровневую систему, адекватный анализ которой достигается с помощью метода, основанного на понятии типовая Q - схема, реализующая особенности непрерывно-стохастического процесса обслуживания. В результате моделирования системы оценивается режим работы машины.

2. Определение ожидаемых нагрузок на конструкцию осуществ-

ляется на основе анализа динамических процессов, протекающих в элементах конструкции, представленной как система с дискретно-распределенными параметрами.

3. Учет технологических факторов реализуется на основе описаний реальной геометрии сварного соединения и определении остаточных сварочных напряжений и деформаций.

4. Конструктивное соответствие реального изделия и его модели реализуются на основе применения метода конечных элементов (МКЭ).

5. Предельное состояние изделия в момент исчерпания несущей способности при действии статисти-

ческих нагрузок оценивается на основе двухпараметрических критериев в терминах коэффициента интенсивности напряжений (КИН) для квазихрупких разрушений и J -интеграла для вязких состояний мате-

риалов.

Остаточный ресурс в условиях действия переменных нагрузок вычисляется на основе модифицированного уравнения Элбера [4]

$$\frac{d\tilde{u}}{dN} = C_j K_j^m + \kappa; \quad (1)$$

при $\kappa^{TM} + \kappa; > 0$,

где C_j , K_j , κ - экспериментальные характеристики материала по данным В.И. Труфякова [4];

$\frac{d\tilde{u}}{dN}$ - скорость роста усталостной трещины;

K_j - размах КИН;

κ_{max} и κ_{min} - коэффициент интенсивности максимальных и остаточных напряжений, соответственно.

Функция $\kappa(K_j, \kappa)$ учитывает влияние остаточных напряжений и задается в виде

$$\kappa(K_j, \kappa) = e^{-\kappa s} \quad (2)$$

где $s = \frac{\kappa_{max}}{\kappa}$;

В основу оценки напряженно-деформированного состояния узлов крановых металлоконструкций в процессе термосилового нагружения было положено следующее:

1) расчет напряжений и деформаций проводился на основе неизоэнтальпийной теории течения, так как эта теория наиболее полно описывает процесс деформирования тел при сложном нагружении;

2) принималась модель степенного и билинейного упрочнения тела, удовлетворяющего критерию текучести Мизеса;

3) использовался МКЭ как численный метод интегрирования дифференциальных уравнений неизоэнтальпийной теории течения и нестационарной теплопроводности.

Расчет параметров трещиностойкости сварных соединений осуществлялся путем решения задач теории упругости и пластичности методами граничных и конечных элементов на основе энергетических подходов.

Выше перечисленные методы легли в основу методики расчета характеристик живучести крановых металлоконструкций с трещиноподобными дефектами. В данной работе под живучестью будем понимать сохранение несущей способности элементами конструкции при возникновении в них трещин, размеры которых не превышают задан-

ных значений. Основными характеристиками живучести являются: остаточная прочность (разрушающее напряжение σ_{uc}); длительность роста трещины G (остаточный ресурс) и периодичность осмотров $T_{осм}$. Числовые значения этих характеристик взаимосвязаны.

Металлоконструкции грузоподъемных машин проектировались, по существу, по принципу безопасности ресурса, в соответствии с которым в конструкциях практически не допускалось возникновение трещин за период проектного (назначенного) ресурса. Поэтому продление ресурса поврежденных трещинами конструкций за пределами проектного может быть обеспечено за счет их живучести при распространении трещин до безопасных размеров (см. рис. 2) [5].

При использовании критериальных подходов механики трещин прогнозирование ресурса может быть основано на детерминированных или вероятностных расчетах. В принципе для прогнозирования остаточного ресурса и анализа возможности продления проектного ресурса при наличии трещин целесообразно привлекать оба подхода с целью получения более корректного обоснования надежности полученных результатов прогнозирования. Однако при анализе остаточного ресурса крановых металлоконструкций в условиях недостатка статистических данных по параметрам моделей с доверительными границами, применяемыми в инженерных расчетах, по возможным сценариям

аварий в силу сложности конструкций и редкости аварийных ситуаций детерминированные подходы представляются более перспективными [6]. При этом детерминированная модель может служить основой для вероятностных расчетов.

Для анализа возможности продления ресурса при сохранении требований к безопасности необходимо обоснование области безопасных состояний поврежденных трещинами конструкций по критериям механики разрушения и живучести. В рамках детерминированного подхода это достигается введением в критерий предельного состояния коэффициента запаса по трещиностойкости t_0 и коэффициента живучести m_N .

Структура оценки характеристик живучести крановых металлоконструкций приведена на рис. 3. Здесь представлен последовательный подход к методологии определения живучести. В блоках схемы 1-6 сконцентрированы базовые концепции безопасной эксплуатации крановых металлоконструкций по техническому состоянию.

В качестве примера использования предлагаемой методики расчета характеристик живучести крановых металлоконструкций приведены результаты расчета фактических запасов прочности при действии статической нагрузки и остаточного ресурса при действии динамических нагрузок элементов металлоконструкции мостового крана грузоподъемностью $Q - 12,5$ м,



Рис. 3. Структурная схема оценки живучести по критериям механики разрушения

пролетом $L = 16,5$ м, эксплуатируемого в литейном цехе.

В соответствии с п.п. 1 и 2 методики были определены рабочие параметры крана, геометрия металлоконструкции, характеристики материалов (таблица 1), сформирована

на карта описания модели системы "машина совокупность технологий" и матрица одновременно невозможных событий. На основе визуального осмотра и дефектоскопии определены размеры дефектов, их местоположение (таблица 2).

Таблица 1

Геометрические параметры и механические свойства материала металлоконструкции

Наименование	Значение	Наименование	Значение
Пролет (L) , м	16,5	Материал	Ст.3
База крана (H_k) , м	4,4	Предел текучести, МПа	240
База тележки $(H_{\text{тг}})$, м	1,5	Предел прочности, МПа	390
Колея крана (L_t) , м	2,0	Вязкость разрушения (K_{Ic}) , МПа $\sqrt{м}$	22
Длина скоса (λ) , м	1,5		
Высота главной балки, м	0,96	Параметры уравнения Элбера; C , X_{AK-th} , МПа/м	σ^{-13} 4,0 2,0 6,0
Ширина главной балки, м	0,40		
Высота концевой балки, м	0,60		
Ширина концевой балки, м	0,40		
Толщина поясов, м	0,006		
Толщина стенок, м	0,005		

Таблица 2

Расчетные схемы и параметры нагружения

№ п/п	Описание дефекта (таблица 1)	Расчетная схема	МПа	σ_{max} , МПа	δ_{mm} , Мпа	МПа
1	Непроплавление в стыковом шве нижнего пояса $H = 2$ лш ($\lambda/2$)	Образец с центральной трещиной	156,0	95,0	30,0	80,0
2	Трещина в нижнем поясе главной балки у стыкового шва, $l_0 = 10$ лш ($1/2$)	Образец с центральной трещиной	156,0	95,0	30,0	80,0
3	Трещина в стенке главной балки в зоне приварки кронштейна крепления механизма подъема, $l_0 = 15$ лш ($M(L/4)$)	Образец с центральной трещиной	105,0	70,0	25,0	100

Примечание: 1. Значение σ_p определены для II случая нагружения [1].
2. Значения σ_{Tmax} и $\sigma_{T1п} - D^{13}$ I случая нагружения.
3. Величины нерелаксированных остаточных напряжений определены на основе результатов исследований.

На основе метамоделирования определена группа режима работы крана 7К и величина коэффициента эквивалентности ($p_0 = 0,8$).

С целью определения нагруженности элементов осуществлен макроанализ крановой металлоконструкции (рис. 4.). В результате для указанных элементов с трещинами определены расчетные схемы напряжения от внешней нагрузки и нерелаксированные остаточные напряжения (таблица 2).

При оценке статической тре-

щиностойкости использовался двухпараметрический критерий в терминах КИН, при определении остаточного ресурса - модифицированное уравнение Элбера. Параметры уравнения и вязкости разрушения даны в таблице 1.

Результаты расчета характеристик живучести металлоконструкции мостового крана представлены в таблице 3 и на рис. 5. Полученные данные позволяют заключить,

1. Учет остаточных напряжений приводит к существенному уточнению характеристик живучес-

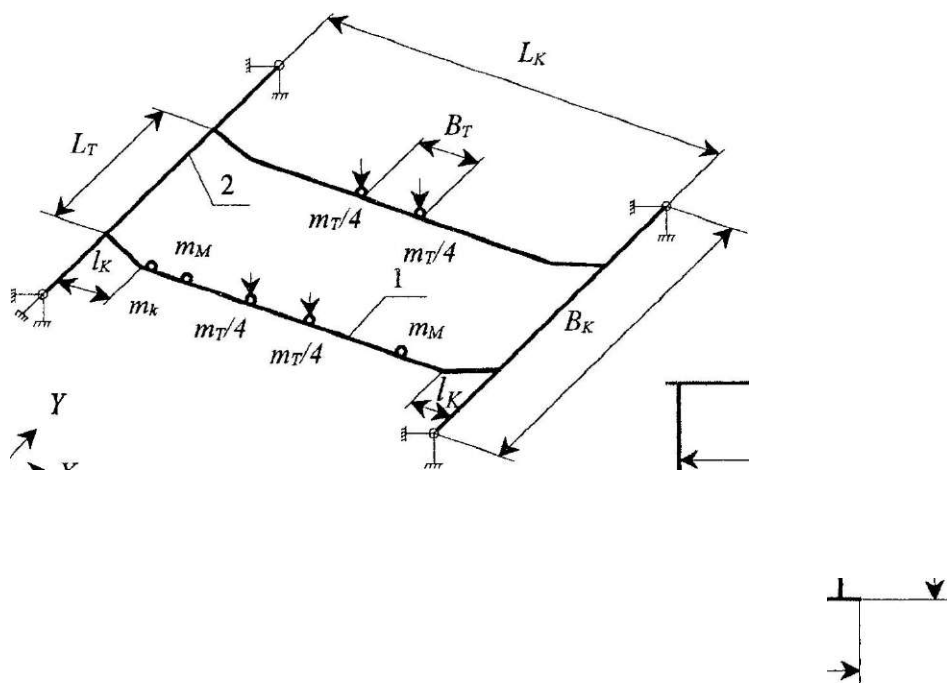


Рис. 4. Трехмерная модель металлоконструкции мостового крана (а) и схема сечения (б) главной (1) и концевой (2) балок: L_K - пролет; B_K - база крана; B_T и B , -пролет и база тележки; l - длина скоса главной балки; H -высота; j_i - ширина i - ой балки; 5 и 8,, -толщины пояса и стенки; Ш... - 2860 кг; $m \sim 850$ кг - масса кабины, Ш_{к1} - 350 кг - масса механизма передвижения крана

Таблица 3

Расчетные величины характеристик живучести

Наименование	Обозначение	Варианты расчетов		
		1	2	3
Коэффициент безопасности по длине трещине	m_0	1,789	1,789	1,789
Коэффициент живучести	Ψ	10,24	10,24	10,24
Критическая длина трещины мм	K	2,4	15,4	20,6
Разрушающее напряжение, МПа		199	209,95	154
Фактический запас прочности	ψ	1,27	1,34	1,46
Остаточный ресурс, цикл	N	106060	42913	89444

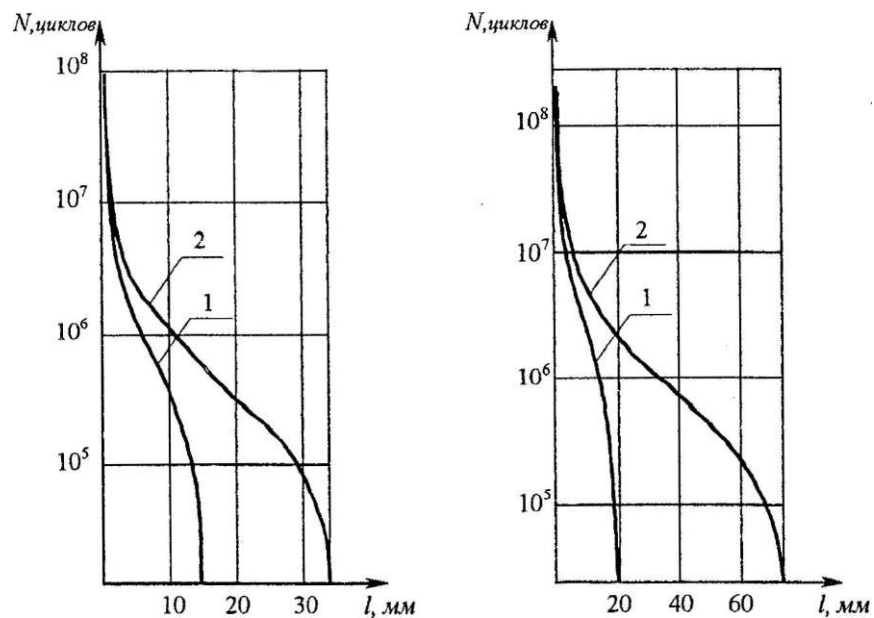


Рис. 5. Диаграмма живучести: а - случай 2; б - случай 3 (табл. 2):

- 1 - с учетом остаточных напряжений;
- 2 - без учета остаточных напряжений

ти; разрушающего напряжения σ_c и остаточного ресурса N (рис. 4). Так, например, для случая 2 (табл. 2) величина разрушающих напряжений при учете остаточных напряжений уменьшилась на 14,3 % ($\sigma = 244$ МПа, $\sigma = 209$ МПа), фактический коэффициент запаса составил

$P_a = 1,34$, остаточный ресурс-42913 циклов.

2. Сверхнормативный срок службы крана в годах определяется случаем 2 (табл. 2) и составляет 2,3 года при односменной работе, ($N_f = 18000$ циклов).

3. Повторное обследование следует проводить через два года и число межинспекционных осмотров принять равным 8

ЛИТЕРАТУРА

1. Нургужин М.Р. Анализ разрушений сварных крановых металлоконструкций // Труды Университета (Караганда). - 1997. - Вып.2. - С.71-77,
2. Коллинз Дж. Повреждение материала в конструкциях. Анализ, предсказание, предотвращение. - М.: Мир, 1989. - 624с.
3. Нургужин М.Р., Даненова Г.Г., Вершинский А.В. Автоматизированный анализ разрушения сварных конструкций // Автоматическая сварка. - 1996. - №10. - С. 10-14.
4. Прочность сварных соединений при переменных нагрузках / Под ред. В.И. Труфякова. - Киев: Наукова думка, 1990. - 256с.
5. Махутов Н.А., Алымов В.Т., Бормас В.Ю. Инженерные методы оценки и продления ресурса сложных технологических систем по критериям механики разрушения // Заводская лаборатория. - 1997. - Т.63, №6. - С.45-51.
6. Матвиенко Ю.Г. Детерминированный анализ безопасности, живучести остаточного ресурса по критериям механики трещин // Заводская лаборатория. - 1997. - Т.63, №6. - С. 52-58.

УДК 628.95: 621.3.017.3

ицц
i l l
т
щ

К ВОПРОСУ О ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК И УСТАНОВОК ИНФРАКРАСНОГО НАГРЕВА

С.И. Гамазин, А.Б. Кувалдин

Московский энергетический институт

Е.В. Птицына

Павлодарский государственный университет

им. С. Торайгыроеа

Ш

Мәсәләде жарықтандыру қондырғылары мен инфрақызыл сәулелер арқылы қыздыру қондырғыларын жаңа ЭМтр режимін қолдану физикасы және техникасының көздері туралы әдебиетке шолу жасаман. Күрделі токтарды қолдануға байланысты жаңа ғылыми бағыттың дамуының божнсамдары мен міндеттері қарастырылған.

рщ

В статье представлен обзор литературных источников по физике и технике применения токов сложной формы для питания осветительных установок и установок инфракрасного нагрева, рассмотрены перспективы и задачи нового научного направления.

щ

I I

The article presents the review of the references on physics and engineering of application of currents of the complex form for a feed of lighting installations and installations of infra-red heating, the prospects and tasks of the new scientific direction are considered.

Основными направлениями повышения эффективности осветительных установок являются: разработка и применение экономичных типов источников света, светильников, пускорегулирующей аппаратуры; рациональное размещение светильников и построение осветительных сетей; нормализация режимов напряжения в осветительных сетях; применение рациональных режимов

работы осветительных установок. Экономическая и технологическая эффективность низкотемпературных электропечей определяются не только свойствами нагреваемого материала и формой изделий, но и электрическим режимом установки.

В настоящее время для питания осветительных установок используется не только переменный ток промышленной частоты. Схемы

с импульсным питанием ламп накаливания находят применение в устройствах специального назначения: для лазерных установок размерной обработки; для регулирования яркости ламп в фототехническом полиграфическом оборудовании; для обеспечения безынерционности включения сигнальных ламп; для управления яркостью свечения новогодних гирлянд и рекламных панно; в системах управления освещением лестничных клеток и др. [1-4].

Установлено снижение потребляемой мощности температурными источниками света при питании их однополярными импульсами, амплитуда напряжения которых выше номинального напряжения питания ламп, а скважность импульсов определяется амплитудой напряжения импульсов U , и номинальным напряжением ламп:

Отмечено увеличение срока службы источников света при регулировании момента времени подачи напряжения на лампу [6] и стабилизации тока нагрузки при колебаниях питающего напряжения, обеспечении автоматического плавного пускового режима [7]. Повышение стабильности потока излучения установлено при использовании схем, содержащих регулируемый источник питания и цепь электрической обратной связи [8]. Доказано, что регулирование светового потока газоразрядных ламп возможно путем многократной коммутации тока источника света в течение одного полупериода

питающего напряжения [9], изменением среднего значения тока в лампе при регулировании момента зажигания лампы от начала каждого полупериода питающего напряжения, а также величины тока при регулировании момента гашения лампы [10].

В [11] достигнуто повышение КПД и экономия электроэнергии при автоматическом регулировании уровня освещенности в соответствии с дневным светом. При этом освещенность регулируется изменением частоты напряжения, подводимого к лампе, с помощью маломощного сигнала постоянного или переменного тока, то есть на основе магнитного регулирования. Устройство питания разрядной лампы током высокой частоты выполнено по схеме самовозбуждающегося инвертора на активных элементах (транзисторах), управление которыми осуществляется с помощью обмоток обратной связи, расположенных на сердечнике насыщающегося трансформатора.

Представляет интерес способ повышения светоотдачи люминесцентных ламп низкого давления и маломощных металлогалогенных ламп путем регулирования частоты питающего напряжения с помощью преобразователя частоты [12]. Так, при частоте 35кГц отмечено улучшение условий перезажигания ламп, повышение на 15% срока службы катодов, уменьшение в 30-35 раз массы дросселей и размеров пускорегулирующей аппаратуры, уменьшение в 2,5 раза потерь в ПРА, снижение пульсаций излучения и повы-

шение коэффициента мощности источников света. В экспериментальных зависимостях градиента потенциала, удельной мощности столба от частоты наблюдаются минимумы значений этих величин в диапазоне частот 500-1000Гц. Реализация подобного способа возможна при использовании дорогих источников питания - полупроводниковых преобразователей частоты. Ограниченное применение способа в осветительных приборах с разрядными лампами низкого давления также является его недостатком. При этом механизмы явлений, возникающие в источниках света при регулировании частоты питающего напряжения, не исследованы. Это не позволило разработать рекомендации по оптимизации их режимов электропотребления.

В этом плане представляют интерес результаты исследований, излагаемые в [12-25]. Доказано [12,13], что в разрядных источниках света интенсивность оптического излучения определяется интенсивностью процессов электро- и фотолюминесценции. Мощность излучения положительного столба обусловлена мощностью излучения резонансных линий (открытых Р. Вудом в 1904 г), прохождение которых в поглощающих парах металла или газа вызывает ослабление потока излучения и определяет, главным образом, эффективность преобразования подводимой электрической энергии в оптическое излучение. Возбуждение люминофора под воздействием ультрафиолетового излучения разрядной трубки обуславливает затем

превращение ультрафиолетовой энергии в инфракрасную. Экспериментально подтверждено, что выход резонансного излучения можно увеличить, подбирая не только давление паров ртути, но и частоту питающего напряжения.

В 1938-40 гг. В.А. Фабрикантом было открыто явление «фотонного умножения». Экспериментально была подтверждена возможность увеличения энергетического КПД преобразования электрической энергии в световую: при возбуждении люминофоров линий 185нм ртутного разряда низкого давления происходит «размен» крупного поглощаемого фотона на 2-3 более мелких фотона люминесценции [14]. Согласно [15], такими устойчивыми люминофорами, обуславливающими квантовый выход больше единицы, считаются щелочно-галоидные люминофоры. Помимо устойчивых люминофоров для осуществления «фотонного умножения» необходимо, чтобы энергия возбуждающих фотонов была не менее 15эВ. Однако энергии линий 185нм ртутного разряда низкого давления для этого недостаточно.

На возможность существования индуцированного излучения указал в 1916 - 18 гг. А. Эйнштейн. Согласно [16], вынужденное излучение в точности совпадает с направлением распространения внешнего излучения, вызвавшего переход. Это же относится к частоте, фазе и поляризации вынужденного и вынуждающего излучения. В.А. Фабрикант доказал возможность существования среды не ослабляющей, а

усиливающей проходящее через нее излучение [17], что нашло отражение в способе усиления электромагнитного излучения (ультрафиолетового, видимого, инфракрасного, радиодиапазонов волн), основанного на использовании явлений индуцированного испускания [18]. А.М. Прохоров предложил поместить активную среду в оптический резонатор, что позволило перейти от режима усиления к режиму генерирования. Практическое использование в квантовых генераторах в качестве усиливающей среды плазмы высокочастотного газового разряда позволило создавать лучи света огромной интенсивности, обладающие острой направленностью [16]. Однако в электрических источниках света данный способ не нашел применения.

В 30-х годах блестящую идею о возможности усиления света на фотодиссоциативных переходах «разлетных» молекул высказал австрийский физик Ф. Хоутерманс. Физические же принципы лазеров на фотодиссоциативных переходах молекул были разработаны в 1972 г. Это послужило основой для создания мощных эксимерных и эксиплексных лазеров [19]. При этом необходимо отметить научный вклад спектроскопистов трех отечественных школ: С.Э. Фриша (г. Санкт-Петербург), Н.А. Прилежаевой (г. Томск), М.А. Ельяшевича (г. Минск). В настоящее время известны не только газовые лазеры, но и лазеры на парах металлов, плазменные лазеры, лазеры на растворах органических соединений. В [20] до-

казывают, что резонансные лазерные воздействия - эффективный метод управления состоянием газа и плазмы.

Известны и другие способы усиления электромагнитных колебаний, основанные на взаимодействии электронного потока с пространственно-периодическим магнитным полем [21]; на взаимодействии электронного потока, распространяющегося вдоль магнитного поля, при котором периодически изменяют по амплитуде внешнее электростатическое поле вдоль оси потока [22]; на параметрическом взаимодействии электронного потока, распространяющегося вдоль магнитного поля, при котором периодически изменяют по амплитуде внешнее электростатическое поле вдоль оси потока (магнитное поле модулируют с пространственным периодом, равным периоду изменения электростатического поля) [23].

Известен способ усиления электромагнитных колебаний, где энергию модулированного электронного потока используют для возбуждения настроенной в резонанс с частотой усиливаемых колебаний ионно-электронной плазмы дугового разряда, являющейся выходной частью устройства. С целью получения одновременного детектирования усиливаемых колебаний применяют помещенные около плазмы коллекторы - электроды [24]. Совместное действие высокочастотного и низкочастотного напряжения на неоновую лампу тлеющего разряда используют в устройствах радиоприема для доведения лампы до по-

рога ионизации, которая происходит лишь при наложении проходящих сигналов.

Исследованиями процессов в температурных источниках света установлено, что теоретически возможная световая отдача вольфрама может составлять 50лм/Вт. В настоящее время практически достигнутое значение этого показателя в современных температурных источниках света составляет только 25лм/Вт [25].

Обзор литературных источников подтверждает целесообразность применения токов сложной формы для повышения эффективности установок, работающих на принципе теплового излучения и излучения столба разряда. Однако современные теории теплового излучения, излучения столба разрядов низкого давления и высокой интенсивности не содержат анализа механизма явлений при воздействии тока сложной формы на газоразрядную плазму и электронную плазму металлов. Более того, процессы в температурных и разрядных источниках света, установках инфракрасного нагрева рассматриваются на качественном уровне, так как их формализация для таких нелинейных объектов достаточно сложна и связана с принятием упрощений и допущений. При этом световые и электрические характеристики источников света и установок получены экспериментальным путем. Всесторонне исследованы светотехнические параметры при изменении амплитудных значений токов и напряжений. На основе этих характеристик

и положений теории излучения разрядов разработаны современные методы инженерного расчета осветительных установок и низкотемпературных печей. Однако экспериментально установлено и влияние формы тока (напряжения) на светотехнические величины. По аналогии с другими системами выявлено наличие минимумов в кривых приэлектродных (прикатодных и прианодных) падений напряжения и удельной мощности столба дуги, а также увеличение светоотдачи и срока службы в определенном диапазоне частот для разрядных источников света. Это свидетельствует о едином механизме явлений в различных системах при воздействии на систему токов полигармонического состава, что открывает новые возможности для снижения электропотребления и повышения эффективности работы осветительных установок и установок инфракрасного нагрева.

В этом плане представляют интерес совместные разработки по повышению эффективности осветительных установок и установок инфракрасного нагрева, проводимые совместно кафедрами электроснабжения промышленных предприятий Московского энергетического института и производства и распределения электроэнергии Павлодарского государственного университета им. С. Торайгырова. Достигнуто увеличение светоотдачи не только разрядных, но и температурных источников света с питанием током сложной формы. Однако теоретическое и экспериментальное доказательство возможности усиления в

системах электромагнитных колебаний предполагает разработку новых способов получения токов сложной формы и управления ими для достижения рациональных режимов работы электроприемников. Для этого также необходимо знание общих закономерностей, которым подчиняются процессы в газоразрядной плазме и электронной плазме металлов при протекании токов сложной формы, что предполагает проведение дальнейших исследований. Это

в свою очередь позволит решить другие технические задачи: разработать новые источники питания электроприемников током сложной формы с регулируемым гармоническим составом и средств измерения электрических параметров, характеризующих работу оборудования при протекании токов полигармонического состава, а также системы управления технологическими процессами.

ЛИТЕРАТУРА

1. А.с. 629653 (СССР). МКИ Н 05 В 39/02 // Н 02 М 1/08. Устройство для регулирования яркости ламп накаливания / С.Г. Варшавский // Бюллетень изобретений. 1978. №39.
2. А.с. 1798933 (Россия). МКИ Н 05 В 39/02, Осветительное устройство / А.Н. Филиппов, В.М. Сидоркин // Бюллетень изобретений. 1993. №8.
3. А.с. 1292210 (СССР). МКИ Н 05 В 37/02 // Н 02 J 3/18. Облучательная установка / П.В. Гаврилов, В.Г. Волков, Е.Д. Днеков, Ю.П. Кравченко // Бюллетень изобретений. 1987. №7.
4. А.с. 9305280607 (Россия). МКИ И 05 В 39/09. Прерыватель указателей поворотов / А.Г. Карасев, С.Л. Макаров, Ю.А. Смуров // Бюллетень изобретений. 1993.
5. Пат. 2094962 (Россия). МКИ Н 05 В 39/09. Способ электропитания ламп накаливания / Л.Н. Касимов, Е.С. Шаньгин // Бюллетень изобретений. 1997.
6. А.с. 1467802 (СССР). МКИ Н 05 В 39/02. Способ питания ампер накаливания от сети переменного тока / С.М. Вугман, В.Д. Дудинов, Н.П. Киселева, В.С. Литвинов, О.М. Муратов // Бюллетень изобретений. 1989. №11.
7. А.с. 788453 (СССР). МКИ Н 05 В 39/00. Устройство для питания ламп накаливания / В.В. Зайцев // Бюллетень изобретений. 1980. №46.
8. А.с. 1372634 (СССР). МКИ Н 05 В 39/04. Стабилизированный источник светового потока / А.В. Гохман, Ю.С. Григорьев // Бюллетень изобретений. 1988. №5.
9. Булатов О.Г. Тиристорные схемы включения высокоинтенсивных источников света. М.: Энергия, 1975.
10. А.с. 876652 (СССР). МКИ Н 05 В 39/04. Способ регулирования светового потока газоразрядных ламп / А.З. Аксельрод, В.В. Барсуков, А.М. Евсюков, Е.А. Попов, В.А. Попова // Бюллетень изобретений. 1981. №39.
11. Пат. 1831774 (СССР).

- МКИ Н 05 В 37/02. Система освещения и устройство питания переменным электрическим током потребителя мощности, преимущественно газоразрядных ламп, таких как флуоресцентная трубка / Пеер Хербслеб, Келль Хербслеб, Курт Халберг, Калд Аге Енсен // Бюллетень изобретений. 1993. №28.
12. Рохлин Г.Н. Разрядные источники света,- 2-е изд., перераб. идоп.-М.: Энергоатомиздат, 1991.- С.442-445,606.
13. Иванов А.П. Электрические источники света. Лампы газового разряда,- М.: Госэнергоиздат, 1948.
14. Бутаева Ф.А., Фабрикант В.А. Влияние параметров разряда на интенсивность резонансных о о линий ртути 1850д и 2537 д //Журнал технической физики. 1948. Т. 18, вып.9,С.1127-1135.
15. Пляскин П.В., Федоров В.В., Буханов Ю.А. Основы конструирования электрических источников света.- М.: Энергоатомиздат, 1983.
16. Савельев И.В. Курс общей физики. Т.3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. М.: Наука. Гл. редакция физ.- мат. лит., 1982.- С.148-153.
17. Фабрикант В.А. Механизм излучения газового разряда // Тр. Всесоюз. Электротехнического института. Электронные и ионные приборы / Под ред. П.В. Тимофеева.- М.: Госэнергоиздат. 1940. Вып.41 .С.236-296.
18. Открытие №12 (СССР). Способ усиления электромагнитного излучения (ультрафиолетового, видимого, инфракрасного и радиодиапазонов волн), основанный на использовании явлений индуцированного испускания / В.А. Фабрикант, М.М. Вудынский, Ф.А. Бутаева // Бюллетень открытий и изобретений. 1951.
19. Гудзенко Л.И., Яковленко С.И. Плазменные лазеры. -М.;Атомиздат, 1978. -256с.
20. Гаврилюк А.П., Краснов И.В., Полютов С.П., Шапарев Н.Я. / Известия ВУЗов. №8, 1999. - С. 96-105 (ISSN 0021-3411).
21. Журнал технической физики. 1975, Т.46, С.3800.
22. Журнал технической физики. 1972, Т.42, С.2264.
23. А.с. 698121 (СССР). МКИ Н 03 F 9/00. Способ усиления электромагнитных колебаний / Г.Г. Асеев, Г.Г. Кузнецова, Н.С. Репалов, Н.А. Хижняк // Бюллетень изобретений. 1979. №42.
24. А.с. 24017 (СССР). МКИ Н 03 F 21/00. Описание для радиоприема/ А.И. Яковлев//Заявлено 29 апреля 1929 г. в НКЭП. Опубликовано 30 ноября 1931 г.
25. Электротехнический справочник. В 3 т. Т.3: В 2 кн. Кн.2. Использование электрической энергии / Под общ. ред. профессоров МЭИ: И.Н. Орлова (гл. ред.) и др.-

- УДК 658.512:693.542/.548 (574.25)

gj

К ВОПРОСУ О ПАВЛОДАРСКОМ ВАРИАНТЕ ИНТЕНСИВНОЙ РАЗДЕЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

mm

Шк. М.К.Кудерин, Г.И.Авдеев, В.Ф.Стрельцов

Павлодарский государственный университет
им. С. Торайгырова

I

Мақалада бетонды цорытпаны даярлау жэие оның технологиялық сызбаларын эрі қарай жетілдіру туралы жеделдетілген бөлектік технологияның (ЖБТ) теориялық және тәжірибелік тұжырымдамасы берілген.

II

В статье изложено теоретическое и экспериментальное обоснование интенсивной раздельной технологии (ИРТ) приготовления бетонной смеси и дальнейшее совершенствование ее технологической линии.

III

The article considers theoretical and practical description of the intensive separate technology of concrete mix preparation and further improvement of its technological line.

ЖО
mm

Научные предпосылки к освоению ИРТ.

Практическое освоение интенсивной раздельной технологии (ИРТ) приготовления бетонной смеси в Павлодарском регионе началось еще в 1987-1990 гг. По решению Госстроя СССР это направление как ресурсосберегающее было включено в программу основных государственно-отраслевых задач. Теоретическое обоснование следует из полиструктурной теории композиционных строительных материалов, в том числе бетона. Первичный принцип ИРТ - принцип раздельности - означает раздельное формирование

микро- и макроструктуры композита в режимах, близких к оптимальным. Применительно к бетону этот принцип реализуется в предварительном приготовлении цементного теста с включением модификаторов, наполнителей или мелкозернистых заполнителей в быстроходных аппаратах по интенсивному режиму с последующим получением бетонной смеси в обычных смесителях.

При введении ИРТ наблюдаются 4 ступени в использовании компонентов бетонной смеси.

Первая ступень - традицион-

ное применение различных марок цемента, песка, воды и щебня или керамзита.

Вторая ступень - дополнительное применение оптимального наполнения цементного теста.

Третья ступень характеризуется использованием различного рода модификаторов, в первую очередь пластификаторов.

Четвертая ступень - одновременное использование наполнителей и пластификаторов.

Имеются данные, что именно четвертая ступень использования компонентов бетонной смеси при ИРТ позволяет снизить, по сравнению с обычной технологией, нормативный расход цемента вдвое.

Опыт показывает, что оптимальное значение дисперсности и количества наполнителей зависит от их природы, дисперсности цемента и назначения бетона. Рекомендуемые значения удельной поверхности различных наполнителей составляют (см²/г): кварцевого песка - 900...1200; известняка - 1500...2500; электрофосфорных шлаков - 1000...1500; доменных шлаков - 600...3000; ваграночных шлаков - 1000...2000; барханных песков - 1000...2000; апатитсодержащих пород - 1000...1500; золы-унос ТЭЦ - 2000...3000; керамзитовой пыли - 3000...3500; вулканического стекла - 800...1500; глиежей - 1000...1500.

Поверхностная активность дисперсных частиц наполнителей целенаправленно изменяется добавками модифицирующих веществ при механическом измельчении до требуемой дисперсности. В качестве

модификаторов эффективно использовать известные гидрофобизаторы, ПАВ и другие материалы в следующем количестве (в % к наполнителю по массе): сланцевую смолу - 0,2...0,6; хлопковую смолу - 0,3...0,5; мылонафт - 0,4...0,6; ГКЖ -11 - 0,1...0,3; фурфурол - 0,4...0,6; АЦФ-ЗМ-0,1...1,5; анилин-0,1...0,3; С-3-0,3...2,0; ЛСТ - 0,4...1,2; графит 1,0...2,0; серу - 0,5...1,0; цемент - 0,5...5,0.

Для экономии цемента желательно по возможности заменить его наполнителем в смеси. При прочих равных условиях рациональная степень наполнения зависит от водосодержания смеси и увеличивается с повышением В/Ц.

Основу ИРТ составляет приготовление наполненного цементного теста или мелкозернистой смеси в интенсивном гидродинамическом режиме в быстроходных смесителях. Сущность происходящих при этих механических, физических и физико-химических явлений нуждается в тщательном изучении и идентификации. Тем не менее можно констатировать, что основными факторами, обуславливающими снижение потребности цемента или адекватное увеличение прочности, являются общая гомогенизация и повышение однородности смеси, дезагрегирование и диспергирование цементных частиц, улучшение смачиваемости и повышение растворимости зерен цемента, десольватация гидратирующихся зерен. В итоге повышается степень гидротации на 15-20%, т.е. более плотно используется его потенциальная вяжущая способ-

ность. Определенная роль, очевидно, принадлежит трибохимическому эффекту. Как показывают исследования, интенсивные гидромеханические воздействия на новообразования способствуют процессу кластерообразования (агрегирования) частиц гелевой составляющей с вывобождением физически связанной воды, улучшая водный баланс гидратирующейся смеси. Максимальное водоотделение проб цементного теста наблюдается после 50-60 с

скоростного перемешивания смеси.

Теоретическое обоснование ИРТ к моменту освоения ее в Павлодарском регионе подтвердилось исследовательскими данными, полученными и опубликованными Ташкентским автомобильно-дорожным институтом. В качестве активатора они использовали роторно-пульсационный аппарат. Активации подвергалась лишь цементно-водная суспензия. Полученные результаты приведены ниже (см. Таблицу).

Таблица
Изменение прочностных свойств бетона от соотношения твердой и жидкой фаз водной суспензией цемента после активации.

Расход компонентов на приготовление 1м ³ бетонной смеси с ВИ-0.3 и добавкой СЛБ 0.07%				Соотношение Т : Ж по весу	Плотность водной суспензии цемента, г/см	Прочность бетона в образцах ЮхЮжЮг см, кгс*си
цемент кг	песок кг	щебень кг	водная суспензия цемента, л			
*550 200	500	1250	224	1:0,8	1,61	910
*550 160	500	1250	215	1:1,0	1,51	880
*550 133	500	1250	202	1:1,2	1,45	780
*550 114	500	1250	196	1:1,4	1,40	740
Контроль без активации						
550	500	1250	215	1:1,0	1,51	700

*В знаменателе указано количество активированного цемента из общего расхода.

Из таблицы видно, что с повышением концентрации цемента в активированной водной суспензии при изменении Т:Ж от 1:1,4 до 1:0,8, возрастает в бетоне количество вво-

димого активированного цемента от 114 кг до 200 кг на 1 м³ (при неизменном общем расходе 550 кг), соответственно возрастает и прочность бетона от 740 кгс/см² до 910

кгс/см², что по сравнению с контрольным результатом, полученным без активации цемента, дает повышение прочности бетона на 30%.

Таким образом, и теоретическое, и экспериментальное обоснование ИРТ было получено, настало время производственного, промышленного освоения ее.

Промышленное освоение ИРТ

Первый опыт действительно широкомасштабного внедрения ИРТ был связан с конструкцией смесителя-активатора (в дальнейшем активатор) СА 400/500, разработанного КузНИИшахтстроем. К сожалению, в этой конструкции быстро выявились недостатки как надежного, так и эксплуатационного порядка: верхний привод, затрудняющий подачу компонентов смеси; прилипание смеси к крышке и стенкам, недостаточно полное перемешивание, несовершенство узла выгрузки смеси, «зарастание» труб подачи цемента и песка, неудачное решение узлов и подшипников, неудовлетворительная герметичность, невозможность перехода от режима ИРТ к обычной технологии в случае отказов активатора, ручное управление, малый объем активации и многие другие.

Однако технологическая оправданность и эффективность ИРТ была доказана и широко освещалась в печати.

Стали появляться новые, более совершенные конструкции активаторов с обязательным промышленным внедрением. Активаторы этих предприятий отличались от базового СА 400/500 размерами, конструкциями различных узлов, режимами работ, повышением мощ-

ностей приводных электродвигателей и т.д. Однако, несмотря на улучшения, все они несли основные недостатки базовой модели и не смогли стать образцами, пригодными для серийного производства.

Павлодарский регион, хотя отставал в области ИРТ от передовых достижений, тем не менее развернул в этом направлении многие свои научно-инженерные подразделения на активнейшее решение как теоретических, так и практических задач. Теоретическая сторона дела сосредотачивалась в Павлодарском государственном университете. Лидерами в производственном внедрении ИРТ, безусловно, являлись в то время (1989-1990 гг.) конструкторы специально созданного для этой цели СКТБ в ПКТИ «Казэнергопроект». Работая по внедрению ИРТ, они пришли к твердому и, очевидно, единственно правильному убеждению в том, что техническое решение проблемы должно исходить из следующих стратегических выводов:

" конструктивные разработки должны опираться исключительно на функциональную предназначенность узлов и механизмов, а не на «возможности» технологии изготовления, преимущественно старой и кустарной;

- необходимо верхний привод активатора заменить на нижний;
- должно быть иное решение составляющих корпуса активатора и в первую очередь его смесительной камеры;
- необходимо иное решение конструкции затворов, трасс подачи, системы самоочистки, системы управления и контроля;
- активатор с его блок - приставкой должен легко вписываться

в любые действующие по ординарной (обычной) технологии линии по приготовлению бетонной смеси.

Правильность этих выводов была доказана созданием Павлодарского варианта ИРТ, который прекрасно вписался в действующую технологию бывшего Ермаковского ЗЖБК, успешно прошел государственные приемочные испытания с решением межведомственной комиссии о серийном производстве и

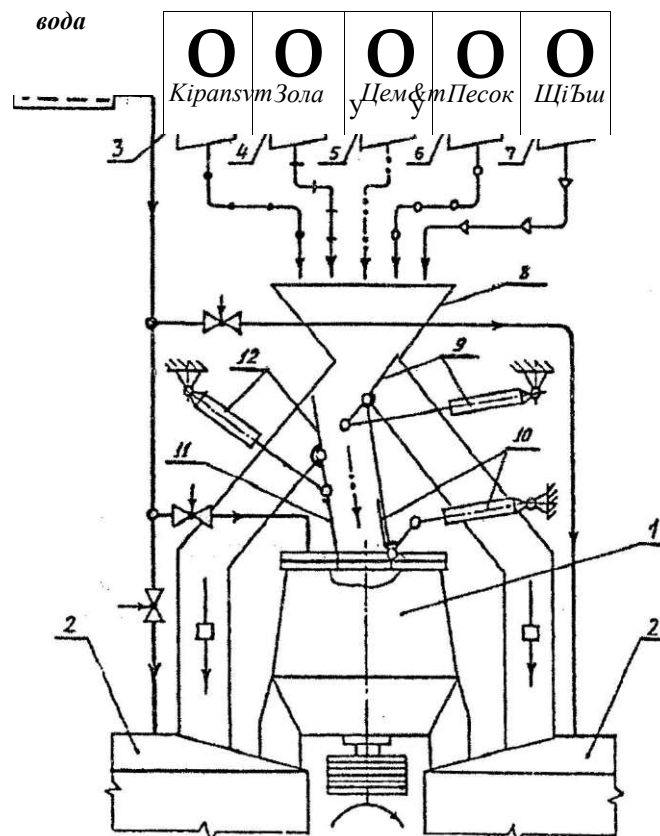


Рис. 1. Комбинированная структурная схема приготовления бетонной смеси по интенсивной раздельной технологии

1- смеситель-активатор; 2 - бетоносмеситель; 3,4,5,6,7 - дозаторы твердых компонентов бетонной смеси; 8 - конус подачи компонентов бетонной смеси; 9 - затвор левый; 10 - затвор крышки активатора; 11 - приемник компонентов бетонной смеси, поддерживающих активации; 12 - затвор правый.

признан лучшим в СССР (см. рис. 1).

Блок-приставка Павлодарского варианта ИРТ содержит уникальный активатор (поз. 1), приемник компонентов бетонной смеси, подлежащих активации (поз. 11) с правым и левым затвором (поз. 9 и 12), трубопровод подачи воды, системы пневмо- и электрообеспечения. Все остальное, без каких-либо изме-

нений, относится к линии, действующей по обычной технологии.

Уникальность активатора в том, что, в отличие от базовой модели и всех известных конструкции, он имеет 2-х камерный корпус с обратными конусами, нижний привод с шестиручьевой клиноременной передачей, механизм самоочистки и пневмозащиту подшипниковых уз-

лов и люков сброса готовой смеси.

Общетехнические данные активатора

Общий объем загрузочной камеры, л.	1000
Объем по загрузке, л.	700
Мощность электродвигателя, кВт.	37
Производительность, м ³ /час.	25
Габаритные размеры, мм.	2340 _x 2280x2800
Масса, кг.	3500
Управление	полуавтоматическое

При работе технологической линии в режиме ИРТ только на второй ступени использование компонентов повышения прочности бетона колеблется от 25 до 40% в зависимости от его марки и технических характеристик смеси.

Перевод технологических линий с обычного режима на ИРТ и наоборот осуществляется при помощи 3 месяца.

Дальнейшее развитие Павлодарского варианта ИРТ

Конструкторы Павлодарского варианта ИРТ по замечаниям

щи поворота тумблера на пульте управления.

Годовой экономический эффект применительно к программе Ермаковского ЗЖБК на 1990 год составил:

- в натуральном выражении - 7350 тонн;
- в денежном выражении - 29 млн. 400.000 тенге;
- срок окупаемости -

межведомственной комиссии доводят и улучшают отдельные детали и узлы блок-приставки с ее активатором и становятся калькодержателя-

ми еще более совершенной технологической линии ИРТ.

Так был найден новый подход к решению проблемы - использование виброволновых процессов. Этот подход как нельзя лучше продолжает развитие Павлодарского варианта ИРТ.

Виброволновые процессы, обнаруженные при испытании космической техники, несут в себе огромную энергию и позволяют надеяться на необычайно высокую эффективность при их использовании. Для участия в создании волновых генераторов был заключен и выполнен соответствующий договор с Московским институтом машиноведения им. Благонравова, решены многие другие вопросы и разработана технологическая схема виброволновой активизации бетонной смеси (см. рис. 2). По этой схеме было намечено изготовление опытной, по сути научно-исследовательской установки, которая позволила бы дать ответы на такие вопросы, как:

1) какова эффективность волновых генераторов (поз. 8-9)? Павлодарского активатора (поз. 7) при работе на водоцементной суспензии? Ионизатора (поз. 5)? Виброактиватора песка (поз. 6)?

2) возможно ли создание отдельного виброволнового смесителя? И если возможно, то какова его эффективность?

3) какова эффективность разного вида местных добавок?

Предполагая возможности получения необходимых данных на

виброволновой установке (рис. 2), ученые конструкторы ПГУ пришли к выводу о целесообразности перехода от интенсивной раздельной технологии (ИРТ) просто к интенсивной технологии, осуществляемой в едином скомпонованной конструкции бетоно- и др. рода смесителей (см. рис. 3). Это позволило бы добиться не только высокой экономической эффективности и значительно снизить металлоемкость оборудования, но и создать семейство смесителей нового поколения с введением их в технологии как на крупных промышленных предприятиях так и на уровне малых предприятий и других производств.

Основные параметры новых виброволновых смесителей приведены в таблице (см. рис. 3). Принцип их работы заключается в следующем: при включении смесителя, вначале он работает в режиме активатора (рабочие органы поз.11 и 10)-активируются водоцементная суспензия с химическими добавками, зола, часть песка и другие необходимые компоненты; затем смеситель при помощи механизма переключения режимов (поз.2), входящего в состав планетарного редуктора (поз. 1), переводится на обычный режим перемешивания с подачей остальных компонентов смеси (щебня, керамзита, песка и т.п.); рабочими органами при обычном режиме являются лопасти (поз. 7 и 13), которые получают высокочастотные колебания от волновых генераторов (поз. 6), размещенных в стойках лопастей, установленных в виброизоляторах (поз. 4); источником пита-

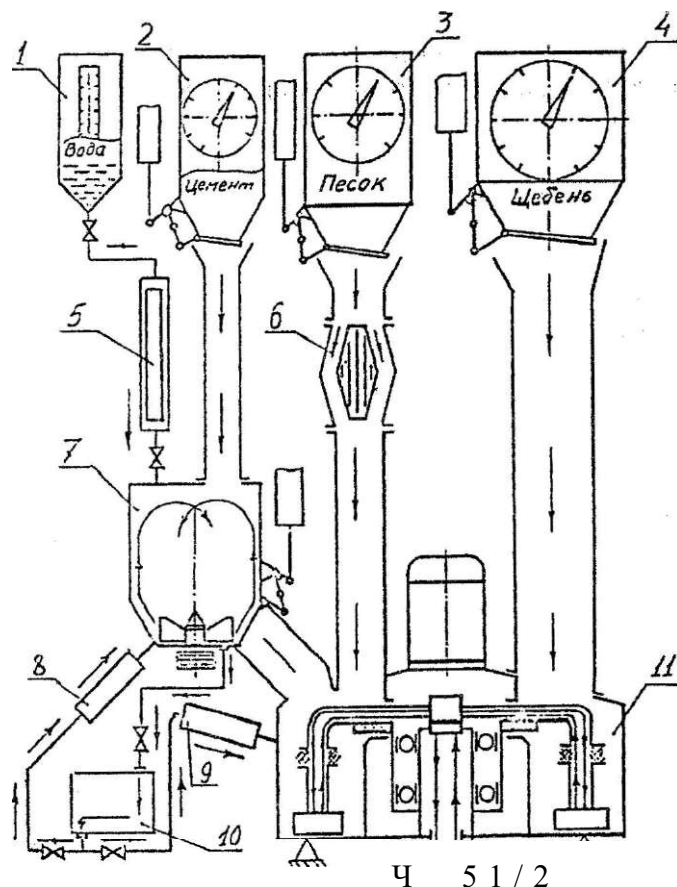


Рис. 2. Технологическая схема виброволновой активации бетонной смеси
1, 2, 3, 4 - дозаторы; 5 - ионизатор; 6 - виброактиватор песка; 7 - активатор водоцементной смеси; 8, 9 - генератор волновой; 10 - бетононасос; 11 - волновой бетоно-смеситель; 12 - маслонасос.

ния волновых генераторов (поз. 6) является маслонасос (поз. 20), перекачивающий индустриальное масло по замкнутому контуру; готовая смесь выгружается открытием затвора (поз. 12); водоцементная суспензия с химическими добавками

готовится в объемном кавитационном активаторе (поз. 17)*, рабочими органами которого являются зубчатые диски (поз. 18 и 19); из кавитационного активатора водоце-

* Указанная подготовка водоцементной суспензии с ионизатором воды (поз. 16), активатором (поз. 17), растворонасосом (поз. 21) и волновым генератором (поз. 15) требуется лишь в опытном экземпляре бетоносмесителя, в промышленном - она упрощается.

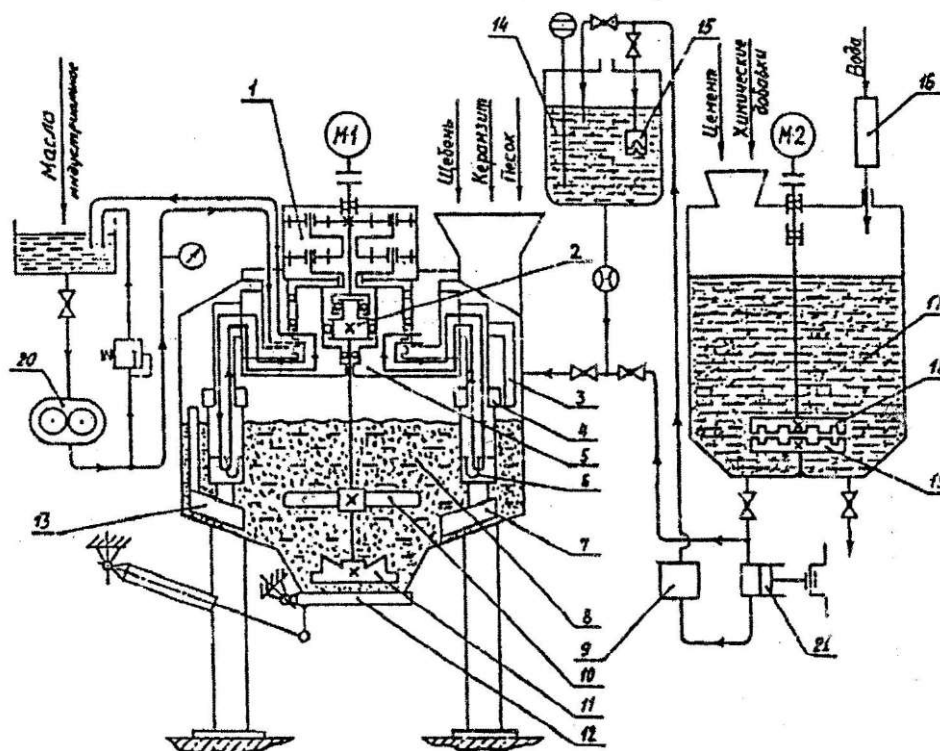


Рис. 3. Комбинированная структурная схема бетоносмесителя-активатора с виброволновой установкой

1- редуктор планетарный; 2 - механизм переключения режимов; 3 - скребок; 4 - виброизолятор; 5 - диск; 6, 15 - гидродинамический; 7, 13 - лопасть; 8 - бетоносмеситель-активатор; 9 - фильтр; 10 - крыльчатка; 11 - ротор-активатор; 12 - затвор; 14 - дозатор объемный; 16 - ионизатор; 17 - активатор цемента кавитационный; 18 - ротор - зубчатый; 19 - диск зубчатый неподвижный; 20 - маслонасос; 21 - растворонасос.

ментная суспензия растворонасосом (поз. 21)* подается через волновой генератор (поз. 15) в дозатор объемный (поз. 14); цикл от подготовки до выгрузки готовой смеси повторяется.

Из вышеизложенного следует, что Павлодарский вариант ИРТ находится на 3-х стадиях развития.

На 1-й стадии можно приступить к немедленной промышленной реализации ИРТ, на 2-й - требуется

создание виброволновой установки с проведением на ней научно-исследовательских испытаний. На 3-й стадии необходимы разработка, изготовление и испытание опытного образца виброволнового бетоносмесителя нового поколения.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Информационный вестник "Павлодарский вариант ИРТ" Павлодар 1996г.

УДК 621.387.143

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МАЛОЭРОЗИОННЫХ ПУСКОВЫХ РЕЖИМОВ ПОЛЫХ КАТОДОВ ВАКУУМНЫХ ПЛАЗМОТРОНОВ

IЖ
III

|Ш А.В.Чередниченко, Л.К.Павленко, М.В.Чередниченко

s Новосибирский государственный технический
% 1 университет

А.П.Кислов

Павлодарский государственный университет

I им. С.Торайгырова

• >, | Қуысты вакуумды плазматрондардың қосқыштарын
|tl эксперименталдыц зерттеу мінздемесі сипатталған. Катодтардың
ш эрозияға ушырауның кей бір жолдары сипатталған, Олардың режесидік
көрсеткіштерге байланысты өзгеруі қарастырылған.

II Рассматриваются результаты экспериментальных исследований
III пусковых характеристик полых катодов вакуумных плазматронов.
9У//УУУ? Приводится анализ зависимостей интенсивности эрозии катодов от
§§§f режимных параметров и конструктивного исполнения вакуумных
рщр плазматронов.

I , The results of experimental researches of starting characteristics of hoi-
tow cathodes of vacuum plasmatrons are considered in this paper. The analysis of
111 intensity dependencies of erosion of cathodes upon schedule parameters and
constructive performance of vacuum plasmatrons is presented in the article.

1. Постановка задачи

Возможности использования вакуумных плазматронов в различных технологических процессах, таких как переплав и рафинирование реакционных металлов и сплавов, обработка порошковых материалов (сфероидизация, плакирование и т.д.) предопределило и значительное количество их конструктивных ре-

шений [1]. Однако общей и важнейшей характеристикой всех вакуумных плазматронов, независимо от конкретной конструкции, является ресурс непрерывной работы полового катода.

На сегодняшний день не существует четкого определенного критерия качества термокатада.

Например, в работе [2] в качестве такого критерия использовалось отношение работы выхода % к удельной теплоте испарения материала — $u_j \setminus i$. Качество работы катодов определялось по минимуму этого соотношения. Несмотря на простоту, этот критерий дает только очень приближенные сравнительные характеристики катодов. Это связано с упрощенным представлением эрозионных процессов, которые в действительности носят более многоплановый характер.

Для создания более приемлемого описания рассматриваемых процессов логично использовать критерий, называемый удельной эрозией q [3, 4]. Он определяется как скорость уноса массы катода на единицу тока, протекающего через катод [$кр./Кл$].

2. Исследование характеристик тлеющего разряда с полым катодом в пусковых режимах

Известно, что электротехнологическое использование вакуумных плазмотронов осуществляется в дуговых режимах. Для вывода плазмотронов в эти режимы катод должен быть разогрет до температуры начала интенсивной термоэмиссии на его рабочей поверхности. Взаимодействие плазмы с поверхностью катода определяет его эрозионные характеристики.

Эрозия катода по определению является нестационарным процессом. Наибольшая эрозия характерна для наиболее неустойчивого режима — режима запуска катода. Запуск разряда с полым катодом и

Интегральные эрозионные характеристики вакуумных плазмотронов определяются, в основном, рабочей температурой катода, поверхностной плотностью тока и параметром $u_j \setminus i$. Первые два параметра имеют сложную зависимость от тока разряда, расхода плазмообразующего газа, геометрии катода и др. Помимо этого, они обладают ярко выраженной зависимостью от продольной координаты катода. Вследствие этого, теоретический расчет эрозионных характеристик не может быть выполнен с требуемой точностью. Величину удельной эрозии можно определить экспериментальным путем. Именно этот параметр имеет особое значение для оценки качества и длительности непрерывной работы катода.

вывод его в рабочий режим осуществлялся с помощью источника питания, имеющего максимальное рабочее напряжение 500 В. При включении источника питания и подаче плазмообразующего газа между анодом и катодом возникает тлеющий разряд [5].

Среди существующих способов поджига дуги с полым катодом наиболее благоприятным является запуск и вывод разряда в рабочий режим через аномальный тлеющий разряд, так как эрозия катода при таком режиме может быть сведена к минимуму. В то же время, такой режим крайне неустойчив, а при зна-

чительном отклонении параметров от заданной величины "срывается" в дуговой разряд с контрагированным пятном на внутренней поверхности трубки катода. При этом катодное пятно быстро перемещается по поверхности полости катода в сторону торца и в случае цилиндрической поверхности, как правило, переходит на катод до держатель.

Анализ результатов экспериментов с катодами, выполненными из цилиндрических трубок, показал, что при реализации режимов нормального тлеющего разряда обеспечивается устойчивость режимов горения разряда при внутренних диаметрах трубок свыше 12 мм, при длине не менее 80 мм. При этом в полной мере реализуются режимы горения, соответствующие правой ветви кривой Пашена [5] вблизи ее минимума. Измерение токов с наружной поверхности трубки (катода) и давления газов в этой области подтверждают вывод, сделанный в [5], что в этой области развитие процессов определяется левой ветвью кривой Пашена и, следовательно, наблюдается несамостоятельный разряд при напряжениях ниже порога зажигания нормального тлеющего разряда. Для указанных геометрических соотношений ($\delta > 12 \text{ мм}$, $l > 80 \text{ мм}$) катодов нормальный тлеющий разряд можно было плавно переводить в режимы аномального разряда с интегральным током выше 10 А. Методика проводимых экспериментов соответствовала работе [5]. Напряжения зажигания нормального тлеющего разряда в атмосфере аргона для катодов, выпол-

ненных из тантала или вольфрама, лежали в диапазонах от 220 В до 260 В, что вполне соответствует диапазону изменения напряжений на экспериментальных кривых Пашена [5], полученных для стержневых катодов.

Существенное снижение напряжения горения нормального тлеющего разряда (более чем в 2 раза) обнаружено при уменьшении внутреннего диаметра трубки катода ниже 12 мм. Для исследуемого диапазона параметров тлеющего разряда в [5] получено значение протяженности (ширины) прикатодного темного пространства $rf=0,7410^2 \text{ м}$ для конфигурации разрядного промежутка "стержень-плоскость". Это дает возможность предположить, что при уменьшении диаметра полости катода ($d < 2d$) дальние от поверхности катода границы темного пространства смыкаются, что и приводит к снижению напряжения существования самостоятельного тлеющего разряда.

Установленный экспериментально факт снижения напряжения горения самостоятельного разряда при уменьшении диаметра внутренней полости катода существенно повлиял на конструктивное исполнение промышленных катодов к позволил обеспечить оптимальные режимы разогрева катодов больших диаметров. На рис.1 приведен эскиз промышленного полого катода специальной конструкции с диаметром полости d_k , имеющего конусный переход к горловине с диаметром d_r .

Величина диаметра горловины d_r в значительной мере опреде-

ляет начальное напряжение горения тлеющего разряда. На рис.2 приведена зависимость напряжения горения тлеющего разряда от диаметра горловины, полученная из серии экспериментов по методике, изложенной в [5]. Как видно из характеристики, с уменьшением этого диаметра существенно снижается напряжение горения, уменьшается вероятность появления дуговых привязок на наружной поверхности катода. Обозначим напряжение зажигания разряда в полости катода $U^{ол}$. Для режима разогрева катода рабочее давление в камере электропечи устанавливается не выше $p \sim 10^{-3}$ мм.рт.ст. Это давление определяет развитие процессов на наружной поверхности катода, и, следовательно, напряжение зажигания

разряда на этой поверхности $U^{ар}$ будет определяться левой ветвью кривой Пашена с параметром $pAd < 0,1$ (см-мм.рт.ст.). Режим разогрева катода аномальным тлеющим разрядом выбирается таким образом, чтобы обеспечить диапазон напряжений $U^{ол} < U^{ар}$ с кратностью $U^{ол} / U^{ар} < 0,7$. При таких условиях в пусковых режимах снаружи катода самостоятельный разряд возникать не может, что способствует проведению разогрева катода только за счет разряда в полости катода с меньшей вероятностью возникновения контрагированных пятен.

Построение алгоритма управления рабочими режимами разогрева катодов основывается на исходном значении энергии запуска $Q_{зан}$, необходимой для повышения температуры катода T_K массой m_K до температуры появления термоэмиссии с учетом зависимости удельной изобарной теплоемкости материала катода C_K от температуры, т.е.

$Q_{ШП} = C_K(T_K) \cdot T_K(T_K - T_0)$. Непрерывный контроль вводимой в разряд энергии $Q_{зан} = I \cdot U_K(T_K) \cdot T$ позволяет проводить вычисление текущей температуры катода с учетом известной зависимости $U_K = F(T_K)$. Устройство запуска катодов в рабочий режим включает систему слежения и стабилизации тока источника питания, обеспечивающую отключение тока в цепи на время, необходимое для ликвидации возникающих дуг с контрагированными ка-

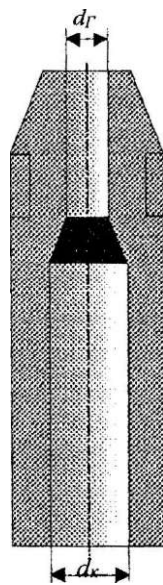


Рис. 1. Схема полового катода с сужающейся горловинной

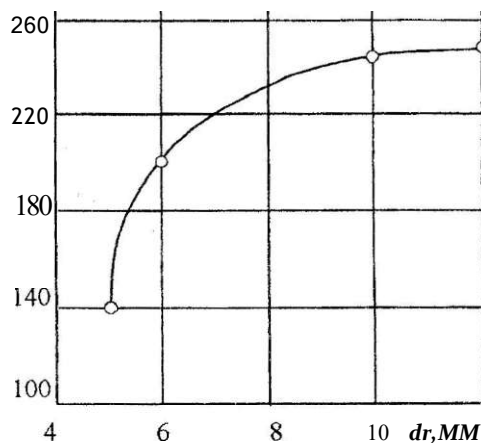
$$u^{TM}|_B$$


Рис.2. Зависимость напряжения зажигания тлеющего разряда от диаметра горловины катода

тодными пятнами (t_{omwl}). По величине это время должно быть меньше тепловой постоянной времени остывания катода (t_m), т. е. $t_{omkl} \ll t_m$. Это обусловило высокую стабильность разогрева катодов и позволило обеспечить уровень эрозии катодов в

пусковых режимах не более 1410^9 кг/Кл.

На рис. 3 приведена зависимость рабочего напряжения на катоде от температуры катода $U_K = F(T_K)$ и его изменение во време-

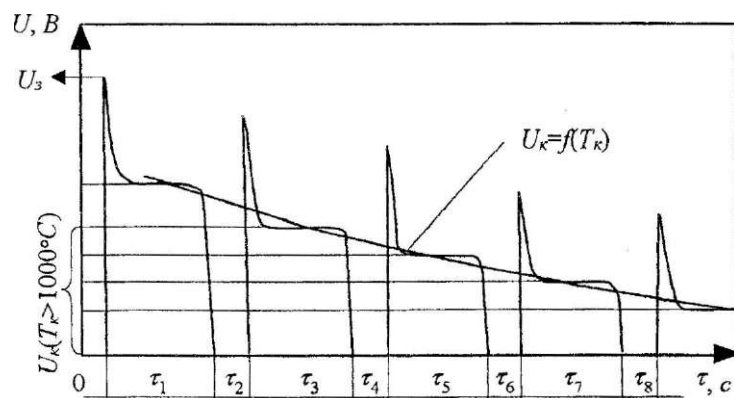


Рис.3. Зависимость напряжения на катоде от времени при увеличении температуры катода

ни. Напряжение на катоде в диапазоне времени t , соответствует режиму горения аномального тлеющего разряда при температуре до 1000°C . При возникновении в этот период контрагированных катодных пятен, что сопровождается резким увеличением тока, система защиты катода отключает источник питания на время, достаточное для деионизации межэлектродного (прикатодного) промежутка и распада плазмы вблизи катода, но недостаточное для значительного понижения температуры катода. Этот режим аналогичен показанному на рис.3 в периоды времени t_2, t_4, t_6 и т.д. При достижении температуры катода $T = 1000^\circ\text{C}$ рабочее напряжение на разряде снижается в соответствии с зависимостью $U_K \sim f(T_K)$, полученной на основании анализа кривых Пашена. Снижение напряжения на катоде $U_{T_1} > U_{T_2} > U_{T_3}$ и т.д. может проводиться без отключений, если источник питания позволяет это осуществлять. В этот период разогрева катода существенно увеличивается коэффициент вторичной эмиссии g ,

что способствует возникновению микропробоев в прикатодной области с возникновением локальных микродуговых разрядов, перемещающихся по внутренней поверхности катода. При токах порядка 10 A появление микро дуговых разрядов в прикатодной области не приводит к дестабилизации аномального тлеющего разряда и существенному увеличению эрозии поверхности катодов из-за их многочисленности и относительно малых токов в единичных микродугах. По мере разогрева катода до температуры появления тока термоэмиссии разряд скачком переходит в режим дугового разряда с полым катодом, который характеризуется диффузионной (распределенной) катодной привязкой с прикатодным падением потенциала $20\text{--}30\text{ В}$. При увеличении рабочего тока до 10 kA напряжение на разряде повышается до $90\text{--}100\text{ В}$. Оптимизация пусковых режимов полых катодов позволяет сократить время запуска катодов до $1\text{--}2$ минут при сохранении величины эрозии катодов не выше $MO^{19}\text{ кг/Кл}$.

3. Исследование влияния процессов в столбе тлеющего разряда на пусковые режимы плазмотронов с полым катодом

Как показали исследования процессов, происходящих при запуске разряда с полым катодом, на режим запуска может существенно влиять структура течения плазмообразующего газа в пространстве между катодом и анодом. При подаче газа в полость катода на выходе из последней образуется сверхзвуковое истечение, характером которого оп-

ределяется интенсивность запуска. В экспериментах с цилиндрическим катодом наблюдалось, что разряд зажигался при возникновении ударной волны вблизи поверхности анода. Так, при малом расходе газа и большом расстоянии между катодом и анодом, когда ударная волна отсутствует, разряд не зажигается даже при увеличении напряжения

выше минимума кривой Пашена [5]. При сохранении малого расхода и межэлектродного расстояния разряд можно зажечь, увеличивая давление в камере печи. Однако при этом практически не удастся избежать дуговых привязок на наружной поверхности катода и катододержателя, что крайне нежелательно.

При оптимальном расстоянии между полым катодом и анодом и минимальном расходе газа, при котором возникает тлеющий разряд, форма его приобретает колоколообразный вид, который принято назы-

вать диффузным. С повышением расхода газа вблизи выходного отверстия катода образуются боковые ударные волны, и тлеющий разряд начинает сжиматься, т.е. частично контрагироваться. При дальнейшем увеличении расхода плазмообразующего газа ударная волна начинает отходить от анода и разряд переходит из диффузной формы в контрагированную. Этот процесс перехода можно увидеть на рис.4. На фотографиях также видны ударные волны и замыкающая ударная волна вблизи анода.

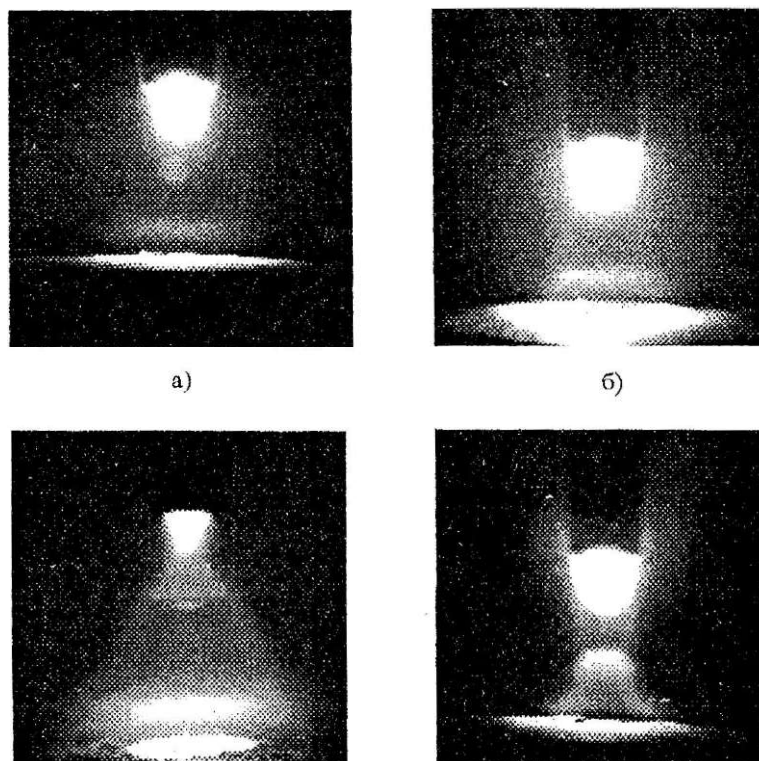


Рис.4. Процесс перехода столба тлеющего разряда от диффузной формы в контрагированную при увеличении расхода газа через катод:
 а) $G=33,2 \cdot 10^{-6} \text{ кг/с}$; б) $G=4810^{-6} \text{ кг/с}$; в) $G=64,8 \cdot 10^{-6} \text{ кг/с}$; г) $G=94 \cdot 10^{-6} \text{ кг/с}$

Обычно в режимах запуска маломассивных катодов ток разряда не превышает 10—15 А. Поэтому электродинамика не играет существенной роли и контрагирование разряда имеет в большей степени тепловую природу. Напряжение на разряде по мере разогрева катода падает до 60—70 В. При этом катодное пятно сосредотачивается в месте перехода полости от большего диаметра к меньшему. Дальнейшему продвижению пятна вглубь полости препятствует поток плазмообразующего газа, истекающего из горловины. Образующаяся в этом случае плазма разогревает поверхность катода до появления тока термоэмиссии. Напряжение на разряде при этом уменьшается до 20—30 В, а сам разряд переходит в стабильно горящую дугу при низком напряже-

нии, т.е. выходит в рабочий режим.

После зажигания разряда роль плазмообразующего газа сводится к созданию достаточно высокой плотности носителей зарядов в полости катода. При малой плотности катодная привязка контрагирует в локальное катодное пятно, так что разряд начинает гореть в парах материала катода, а при большой плотности разряд также контрагирует в локальное катодное пятно вследствие тепловых эффектов. Таким образом, в пусковом режиме для существования тлеющего разряда имеется некоторый оптимум расхода плазмообразующего газа, зависящий от конструкции катода, расстояния между катодом и анодом и рабочего давления в камере электропечи.

4. Пусковые режимы массивных полых катодов

Существенным ограничением изложенного способа запуска полых катодов в режимы дугового разряда является снижение удельной плотности теплового потока на катодах тлеющего разряда с увеличением площади рабочих поверхностей катодов. Как было установлено [6], для повышения мощности разряда необходимо увеличивать диаметр полости катода. При этом увеличивается масса катода m_k и интегральная энергия запуска $Q_{ан}$. При увеличении катодов до размеров, имеющих диаметр полости более $6 \cdot 10^2$ м, зажигание тлеющего разряда и вывод катода в устойчивый рабочий режим оказывается практически невозможным.

Разработанные технические решения для организации пусковых режимов катодов большого диаметра и массы основываются на результатах исследований характеристик зажигания и развития самостоятельных разрядов в полых катодах малых размеров. В частности, была исследована каскадная схема массивного катода, в полости которого устанавливается вспомогательный пусковой катод. На рис.5 показан вспомогательный катод (1), установленный в катододержателе (2) и находящийся в полости рабочего катода (3). Вспомогательный катод имеет небольшие размеры и легко выходит в рабочий режим. Истека-

ющая из его полости плазма способствует возникновению разряда с поверхности основного катода. Температура вспомогательного катода за 10—15 с достигает термоэмиссионного диапазона, что способствует интенсификации нагрева основного катода. При этом эрозия основного катода в пусковом режиме не превышает $(1-2) \cdot 10^{-9}$ кг/Кл.

Описанный порядок вывода в рабочий режим полых катодов большой мощности является методом, практически определяющим научную сущность направления технического развития таких конструкций. Обеспечение работоспособности массивных полых катодов во многом определяется умением обеспечивать их вывод

в рабочий режим. Сущность этих методов следует из основных принципов реализации и поддержания эффекта полого катода.

При исследовании пусковых режимов значение удельной эрозии определялось следующим образом. Измерялась полная потеря массы катода Δm_k за многократные разогревы катода путем взвешивания до и после каждого опыта, длительность которых менялась от 40 до 60 минут. Рассчитывалась расходная потеря массы по выражению: $m_{\text{пуск}} \sim I^n \cdot t_{\text{cp}}$, где Δm_k — потеря массы за n -с количество запусков; $t_{\text{cp}} = (h \cdot t_1 + t_2 + \dots + t_n) / n$ — среднее время одного запуска.

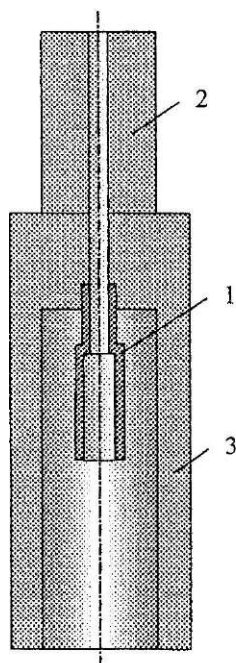


Рис.5. Схема размещения основного и вспомогательного катодов

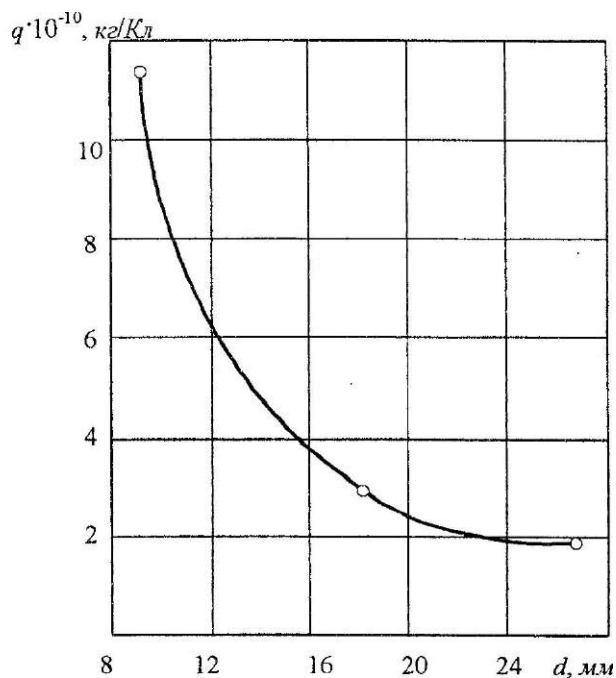


Рис.6. Зависимость пусковой эрозии от диаметра полости катода

Так как рабочий ток / известен, то значение удельной эрозии вычислялось как $q = m_{\text{эроз}} / I \cdot t$. Исследование пусковых режимов показало, что на величину удельной эрозии при запуске катода существенно влияет диаметр полости (рис.6), что хорошо согласуется с результатами, полученными в работе [6]. Как видно из графика, удельная эрозия

уменьшается с ростом диаметра полости, причем значительное уменьшение эрозии наблюдается при малых диаметрах. Использование способов, позволяющих запустить катод практически любой конструкции и на любую мощность в течение 40-100 с, привело к тому, что в оптимальных режимах доля пусковой эрозии в общем объеме потери массы катода стала несущественной.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чередниченко М.В., Зырянов С.А., Чередниченко А.В., Павленко Л.К. Анализ развития конструкций вакуумных плазменных электропечей / Сб. научн. тр.: Экологически перспективные системы и технологии.—Новосибирск: Изд-во НГТУ,—2000.—№ 1(4).
2. Кудинцев Г.А., Мельников А.И., Морозов А.В., Никонов Б.П. Термоэлектронные катоды.—М.: Энергия, 1966.
3. Жуков М.Ф., Коротеев А.С., Урюков Б.А. Прикладная динамика термической плазмы.—Новосибирск: Наука, 1975.
4. Нейман В. Приэлектродные процессы в газовом разряде высокого давления // Экспериментальные исследования плазмотронов.—Новосибирск: Наука, 1977.
5. Чередниченко А.В. Пусковые режимы полых катодов вакуумных плазмотронов в тлеющем разряде.—Научный вестник НГТУ.—2000,—№ 1(8).
6. Чередниченко В.С., Чередниченко М.В. Вакуумные плазменные электропечи с полыми катодами: Учеб. пособие — Новосибирск: Изд-во НГТУ, 1999.

If УДК 621.3.18:621.3.035.4
уШШЫ

ПРИМЕНЕНИЕ ТОКОВ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ ГРАФИТИЗАЦИИ И ОБЖИГА

? "3
шш

Ф.К. Бойко, Е.В. Птицына

Павлодарский государственный университет

щй им, С. Торайгырова

С.А. Киряев

|1| АООТ «Челябинский электродный завод»

ШЛ

Мақалада графиттің кристалдың құрылымының қалыптасуына курделі токтарды оң әсерін тәжірибе жүзінде зерттеудің нәтиже/врі, I f f f j температураны көтвру жылдамдыгы және кедергілі нештердің электр ill энергиясының меншікті иығыны талңыланган,

Us,, В статье рассматриваются результаты экспериментальных исследований позитивного влияния токов сложной формы на формирование

ЩШ кристаллической структуры графита, скорость подъема температуры и fill удельный расход электроэнергии в печах сопротивления.

ш ЩШ The results of the experimental research of the positive influence of the complex-shaped currents on the formation of the crystal structure of graphite

ЩМ and the speed of the temperature rise and the specific consumption of electric §§§§! energy in resistance furnaces are presented in the article.

Технология получения искусственного графита относится к сложным высокотемпературным процессам: графитизация осуществляется в электрических печах сопротивления прямого нагрева. Непосредственное формирование кристаллической структуры графита начинается при температурах свыше 2200°C. Высокотемпературной обработке подвергаются электроугольные изделия для дуговых сталепла-

вильных печей, электролизных установок, электрических машин и т.д. Загрузка печи представляет собой чередование рядов электродных заготовок и углеводородной шихты, окруженной слоем теплоизоляционной шихты. Скорость подъема температуры в печи регулируется во избежание появления в заготовках термических напряжений, приводящих к образованию трещин. Управление процессом графитизации осу-

ществляется по электрическим параметрам. График ввода энергии определяет продолжительность технологического процесса и его энергоемкость. Критерием скорости ввода энергии является требование достижения конечной температуры обработки при обеспечении высокой термостойкости заготовок.

При увеличении скорости подъема температуры можно снизить потери тепла и удельный расход электроэнергии электротехнологической установки. В этом плане представляют интерес успехи японских исследователей, достигнутые в разработке материалов с малым объемным изменением при температуре выше 1200°C, что позволило снизить энергоемкость процесса графитизации на 15% за счет сокращения времени кампании с 60 до 45 часов [1].

Эффективное управление технологическим процессом графитизации в условиях больших скоростей ввода энергии предполагает знание взаимосвязей между электрическими характеристиками и формированием температурного поля. Однако до сих пор проблема измерения высокотемпературных полей в углеродной среде не решена даже для обычных режимов работы печей сопротивления. Кроме того, установки прямого нагрева работают с низким коэффициентом мощности, особенно в начальный период кампании. Для его повышения на действующих установках применяют статические компенсаторы, подключаемые через дополни-

тельные повышающие трансформаторы. При этом мощность повышающих трансформаторов сопоставима с мощностью главного печного трансформатора. Все это делает установку громоздкой и сложной в эксплуатации.

В настоящее время развивается новое направление, позволяющее повысить эффективность электротехнологических установок (ЭТУ) за счет изменения электрического режима, а именно применения токов сложной формы (ТСФ).

Известны положительные результаты применения ТСФ для питания дуговых сталеплавильных печей (ДСП), индукционных и сварочных установок, в электрохимических и электрофизических процессах обработки материалов и т.д. [1]. Отмечено улучшение качества сварного шва при использовании ТСФ в дуговой сварке. Установлено снижение уровня шума и объема выброса газов, уменьшение расхода ферросплавов и электродов, улучшение условий горения дуги при переводе ДСП емкостью 0,6-2,5 тонн с переменного на постоянный ток. При использовании полигармонического напряжения с возрастающими амплитудами ряда Фурье для питания установок индукционного нагрева отмечено не только расширение зоны нагрева индукционными токами, но и осуществление одновременного нагрева по всей глубине заготовки. При нестационарных режимах работы электрохимических систем установлено снижение работы выхода, уменьшение при-

электродного падения напряжения, напряжения на ванне [6-9]. Результаты, достигнутые в работах [6-11], свидетельствуют и об улучшении технико-экономических показателей работы электрохимических установок: повышении скорости осаждения, улучшении структуры и качества осадков; возрастании выхода осаждаемого на катоде металла; изменении процессов кристаллизации; использовании растворов с меньшей концентрацией поверхностно-активных веществ (ПАВ) и более низкой температурой нагрева; снижении удельного расхода электроэнергии по сравнению с процессом на постоянном токе. Применение ТСФ в электрофизических методах обработки материалов позволяет производительно обрабатывать изделия сложной формы независимо от прочностных характеристик материалов [5].

В технологической схеме производства электроугольных изделий процесс обжига предшествует процессу графитизации. Его основное назначение - формирование формы заготовок. Попытки объединить эти режимы в один, с целью снижения трудоемкости данного производства, пока не дали положительных результатов в основном из-за различного назначения шихты в указанных процессах.

Позитивные результаты применения ТСФ в электротехнологии обусловили интерес к исследованию режимов работы установок прямого и косвенного нагрева с питанием ТСФ. Исследование элект-

рических режимов печей сопротивления проведено в центральной заводской лаборатории Челябинского электродного завода. Эксперименты выполнены на физических моделях промышленных печей сопротивления прямого и косвенного нагрева, соответственно для режимов графитизации и обжига заготовок, в сравнении обычного и нового (с питанием ТСФ) электрических режимов. В качестве источника питания при обычном режиме использовался однофазный трансформатор типа ОСУ-40/0,5-0,4. Для реализации нового электрического режима в схеме предусматривалось дополнительное подключение устройства для регулирования формы напряжения на зажимах электроприемника. Графики ввода энергии при обжиге и графитизации задавались главным технологом. В экспериментах использовали электродные заготовки из кокса и антрацита, отпрессованные в лабораторных условиях. Физические параметры заготовок измеряли до и после процессов обжига и графитизации. В ходе экспериментов измеряли температуру заготовок и нагревательных элементов, скорость подъема температуры в нагревательных элементах, ток и напряжение в сети и на зажимах электроприемника, мощность и энергию, потребляемые из сети, осциллографировались формы кривых тока и напряжения во вторичной цепи трансформатора. Конечная температура термообработки отпрессованных «зеленых» заготовок в режиме обжига составила

1000°C, а в режиме графитизации - 2400°C. Проведено десять кампаний графитизации и шесть кампаний обжига «зеленых» заготовок.

Экспериментально подтверждено снижение удельного расхода электроэнергии в среднем на 7% при графитизации электродных заготовок в режиме с питанием ТСФ при незначительной модернизации источника питания печи. Получены регулировочные характеристики, устанавливающие взаимосвязь между мощностью, потребляемой из сети, уровнем напряжения, подводимого к нагрузке, током управления в устройстве для регулирования формы напряжения.

Исследованием установлено, что снижение уровня напряжения на зажимах печи сопротивления и потребляемой из сети мощности наблюдается при вполне определенной форме питающего напряжения, то есть амплитудах и составе гармоник. Разумно предположить, что это обусловлено снижением приэлектродных падений напряжения и падений напряжения в контактных узлах электродов при воздействии ТСФ. Экспериментально подтверждено, что для осуществления процесса графитизации в оптимальном электрическом режиме необходимо обеспечить регулирование формы питающего напряжения в соответствии с графиком ввода энергии, с учетом состава исходного сырья, параметров используемой шихты и др.

Отмеченные положительные эффекты применения ТСФ для про-

цесса графитизации имели место и при обжиге «зеленых» заготовок. Экспериментально установлено, что скорость подъема температуры в нагревательных элементах установок также зависит от формы питающего напряжения. При обычном режиме работы установки скорость подъема температуры в нагревательных элементах из нихрома составила 20°C/мин. В новом режиме наблюдалось увеличение значения этого параметра до 40°C/мин. Замедление роста температуры также было различно для обычного и нового режимов. При значении тока в сети 35А замедление роста температуры в нагревательных элементах в обычном режиме наблюдалось при температурах 230°C, а в новом режиме - при 260°C. При токе 25А подобное замедление роста температуры было отмечено при 100°C и 130°C соответственно. Следовательно, появляется возможность управлять температурным полем печи сопротивлением прямого и косвенного нагрева в функции частоты тока, задавая в соответствии с графиком ввода энергии скорость подъема температуры, увеличивать коэффициент мощности установки без использования дорогостоящих статических компенсаторов, особенно в начальный период кампании, регулировать время температурной обработки изделий.

В табл. 1 представлены физико-механические показатели электродных заготовок, подвергавшихся обжигу в печах сопротивления при обычном и новом электрических ре-

жихах. Результаты свидетельствуют, что на процесс формирования кристаллической структуры графита оказывает влияние не только температура, но и частота тока. Так, при одинаковой продолжительности обжига (9 часов) и скорости подъема температуры (конечная температура нагрева 1000°C) обжиг с использованием ТСФ позволил получить заготовки с кристалличес-

кой структурой графита. Удельное электрическое сопротивление (УЭС) заготовок при этом составило 101 мкОм-м против 51 мкОмм для обычного режима. Следовательно, качество и структуру изделий в технологическом процессе можно повышать, регулируя частоту питающего тока. При этом появляется возможность снизить конечную температуру обработки изделий.

Таблица 1

Режим обжига	Физико-механические показатели электродных заготовок				
	$D_{к3еп.}, \text{ г/см}^3$	$O_{к.обож.}, \text{ г/см}^3$			УЭС мкОмм
обычный	1,68	1,49	9,5	2,6	51
новый	1,67	1,46	9,9	3,3	101 !

Выводы по работе:

1. Экспериментально подтверждено, что применение ТСФ в электротехнологических процессах графитизации и обжига позволяет получать определенные положительные энергетические и технологические эффекты: снижение удельного расхода электроэнергии, повышение коэффициента мощности, улучшение качества и структуры искусственного графита, снижение конечной температуры обработки изделий, сокращение длительности процесса нагрева.

2. Позитивные результаты

применения ТСФ свидетельствуют о возможности изменений в технологической схеме производства угольных изделий за счет совмещения режимов графитизации и обжига в единый процесс, что безусловно позволило бы снизить его энергоемкость и трудоемкость и в перспективе вести речь о сокращении технологического цикла.

3. Применение ЭТУ с питанием ТСФ выдвигает задачи, связанные с разработкой эффективных источников питания и управления технологическим процессом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Санников А.К., Самов А.Б. Производство электродной продукции.- М: Металлургия, 1985.-129с.
2. Миронов Ю.М., Миронova А.Н. Сравнительный анализ применяемых различных родов тока на ДСП. -Сталь. -1996. №11.
3. Долматов Н.В. Индукционный нагрев в полигармоническом электромагнитном поле: (УДК 621.314.2). Монография. -Магнитогорск: МГМА, 1997. Ус. печ. л. 6,74 (ISBN 5-8954-021-1)
4. Роговой М.Д. Исследование и разработка оборудования для полуавтоматической сварки пульсирующим током / Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. техн. наук. - Санкт-Петербург: Институт сварки России, 1997.-17с.
5. Справочник по электрохимическим и электрофизическим методам обработки / Под общ. ред. В.А. Волосатова. -Л.: Машиностроение, 1988.-718с.
6. Черненко В.И., Рысаков А.А. Влияние параметров реверсивного тока на процесс электроосаждения меди // Журнал электрохимии. -1968, т.4. вып.5. -с.519.
7. Костин НА. Некоторые аспекты совместного применения импульсных токов и поверхностно-активных веществ при электроосаждении меди // Журнал электрохимии. -1990, №1, . - с.96-99.
8. Кошев В.Н., Поддубный Н.П. Влияние параметров электрохимического процесса на равномерность гальванических покрытий в случае реверсирования наложенного тока // Журнал электрохимии. - 1978, №10.-С.1485.
9. Untersuchung und Anwendung von dem nightsinusformigen Strom in den Electrolysenanlagen / A. Kuvaldin, F. Wojko, E. Ptizyna. 40 Internationales Wissenschaftliches Kolloquium. 18-21.09.1995. Band 3. - Technische Universitat Pimenau, 1995, 183—188с.
10. Кувалдин А.Б., Бойко Ф.К., Птицына Е.В. Эффективность использования токов сложной формы для питания электротехнологических установок // Электротехника. -1995. №5. с.36-38.
11. Бойко Ф.К., Птицына Е.В. Исследование процесса электролиза при питании током, форма которого имеет сложную форму / Промышленная энергетика, 1996, №2. - 23-26с.

УДК 622.272.4

К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТРАБОТКИ РУДНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ

IIIIII
IIII

III Б.У. Раскильдинов, Х.А. Юсупов, Э.И. Альзамарова

IIIIII Казахский национальный технический университет

IIII

IIII

им. К. Сатпаева

IIII

IIII

IIII

IIII

IIII

IIII

IIII

IIII

IIII

IIII

IIII

IIII

IIII

IIII

IIII

IIII

IIII

IIII

IIII

IIII

IIII

IIII

IIII

IIII

IIII

IIII

IIII

IIII

IIII

IIII

IIII

IIII

IIII

IIII

IIII

IIII

IIII

IIII

IIII

IIII

IIII

IIII

IIII

IIII

Әртурлі қалыңдықты кен орындарын қазу жүйелерінің қауіпсіздігін және технологиялық шарттарын оңтайлау параметрлерін ескеріп, унемділігін артыратын методика ұсынылады.

Предлагается методика повышения экономичности, учитывающая оптимальные параметры условий безопасности и технологии разработки месторождений полезных ископаемых.

The article offers the methods for increasing the effectiveness of processing of natural resources deposits. The methods consider the optimal parameters of the technology and safety of processing.

Эффективность отработки рудных месторождений определяется выбором системы разработки и ее конструктивных технологических параметров, от которых зависят показатели отбойки и выпуска горной массы. В свою очередь на показатели отбойки влияют методы ведения буровзрывных работ, а именно: кон-

струкции шпуровых или скважинных зарядов, типы взрывчатых веществ, параметры БВР.

Критерием оптимальности для выбора рациональных технологических параметров в условиях рыночной экономики целесообразно принять прибыль

$$P_p = (C_{\text{тов}} - C_{\text{мз}}) \cdot \text{---} > \text{max}, \quad (O)$$

где $C_{\text{изв}}$ - извлекаемая ценность конечного продукта из 1 т руды, тг/т; $C_{\text{тз}}$ - суммарные технологические затраты на получение конечного продукта из 1 т руды, тг/т; $k_{\text{п}}$,

$k_{\text{р}}$ - коэффициенты потерь и разубоживания руды.

Извлекаемая ценность конечного продукта определяем по формуле

$$C_{нзв} = \frac{ab \cdot k - V_{об} - U_{мп}}{XV} P_{оли}, \text{ т/т} \quad (2)$$

где ab, am - содержание полезного компонента соответственно в массиве и в металле; k_k - коэффициент изменения качества.

$V_{об}, U_{мп}$ - соответственно извлечение при обогащении и металлургическом переделе; $P_{оли}$ - рыночная цена 1 т металла, тг/т.

$$1-с,, \quad (3)$$

Суммарные технологические затраты на получение конечного продукта равны

$$C_{тз} = C_{доб} + C_{общ} + C_{пер}, \text{ тг/т}, \quad (4)$$

где $C_{доб}$ - себестоимость добычи, определяемая суммой затрат на подготовительно-нарезные и очистные работы; $C_{общ}$ - общешахтные затраты; $C_{пер}$ - затраты на переработ-

ку, которые рассматриваем как функции от варьируемых параметров.

В общем виде себестоимость добычи можно представить как

$$C_{доб} = C_{отб} + C_d + C_{пн}, \quad (5)$$

где $C_{отб}$ - затраты на отбойку руды, тг/т; C_d - затраты на доставку руды,

тг/т; $C_{пн}$ - затраты на подготовку и нарезку блоков, тг/т.

$$C_{отб} = C_b + C_{вв} + C_z + C_{вв}, \quad (6)$$

где C_b - затраты на бурение; $C_{вв}$ - затраты на первичное дробление; C_z - затраты на зарядание; $C_{вв}$ - затраты на вторичное дробление.

При выемке тонких и весьма тонких рудных тел с подрывкой боковых пород коэффициент разубоживания необходимо определять с учетом содержания полезных ком-

понентов в боковых породах:

если боковые породы не содержат полезных компонентов, то

$$j = \frac{(Bo - mp) \cdot up + mp \cdot ur}{mp \cdot ur}$$

если боковые породы содержат полезные компоненты, то

$$\frac{[(bo - mp) \cdot up] + mp \cdot ur \cdot kr}{(Bo - mp) \cdot ur + mp \cdot ur - ar} \quad (8)$$

где W_0 - допустимая ширина очистного пространства, м; m - средняя мощность рудного тела, м; $\rho_{п,р}$ - плотность вмещающих пород и руды, т/м³; $a_{п,р}$ - содержание полезного компонента во вмещающих породах и рудном теле, % или г/т.

Допустимая ширина очистного пространства - оптимизируемая величина в зависимости от варианта системы разработки, вынимаемой мощности, коэффициента заполнения выработанного пространства, коэффициента разрыхления пород.

Для величины прибыли получим многопараметрическую функцию от оптимизируемых параметров, которыми в зависимости от

применяемой системы разработки будут: длина и сечение выработки: длина, ширина и высота блока; сетка расположения шпуров или скважин; диаметр шпуров или скважин; высота этажа или уступа; глубина шпуров. На рациональные параметры накладываются линейные ограничения. Для обеспечения безопасности ведения горных работ учитываются функциональные ограничения, соответствующие технологическим требованиям (горное давление, выход негабарита и рудной мелочи, удельный расход ВВ).

Предполагаемый подход можно применять при отработке рудных залежей любой мощности и различными системами разработки.

1. Техничко-экономическая оценка извлечения полезных ископаемых из недр / Под.ред. Агошкова М.И., М: "Недра", 1974,312с.

2. Раскильдинов Б.У. Оптимизация параметров системы подземной разработки полезных иско-

паемых/ Вестник КазНТУ Алматы,1998,№1-2. С.38-42.

3. Юсупов Х.А. Экономико-математическая модель системы с селективной выемкой/ Вестник КазНТУ Алматы, 1998, №1-2.с.51-53.

УДК 621.316:3

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ НАПРЯЖЕНИЕМ 380В СЕЗОННЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

Б.Б. Утегулов

Павлодарский государственный университет
им. С.Торайгырова

В.В. Ткаченко

Костанайский государственный университет
им. А.Байтурсынова

Бұл жұмыс фазалық сымның талсымдалуы сараптауға және өткізгіш материалдың үнемділігін анықтауға арналған. Өткізгіштің үнемділігі кей жағдайларда 60%-ке дейін баратындығы және өткізгіштер к^имасы негүрлым үлкейтілсе, материалды үнемдеу де солгүрлым жозарылайтындығы дәлелденген.

В работе выполнен анализ возможного расщепления фазного провода и определена экономия проводникового материала. Определено, что в некоторых случаях экономия проводникового материала может достигать 60%. Экономия проводникового материала увеличивается с ростом сечений проводников.

The article presents the analysis of the the possible splitting of the phasic wire and the definition of the economy of the conducting material. It is determined that in some cases the economy of the conducting material can reach up to 60%. The economy of the conducting material increases with the enlargement of the cross-sections of the conductors.

Выбор проводников на ответвлениях от пусковой аппаратуры к электроприемникам в электроустановках до 1000 В выполняется, как правило, по условию допустимого нагрева. Если длина линий не велика (не более 20 м), то это условие

является определяющим.

Ответвления к электроприемникам могут выполняться как с одним проводом на фазу, так и с несколькими проводниками в фазе, при этом расход проводникового материала будет различным.

Из уравнения нагрева проводника в установившемся режиме можно выразить требуемое сечение проводника в расщепленной фазе, если известно сечение одного целого проводника в фазе:

$$S_n = \frac{S_1}{n \cdot \sqrt[3]{n}}, \quad (1)$$

где S - сечение одного проводника в фазе;

n - количество проводников в расщепленной фазе;

S - сечение одного проводника при расщеплении фазы на n проводников.

Так как расход проводникового материала пропорционален сечению проводников линии, то в случае выполнения фазы линии одним проводником масса линии составит t , а в случае выполнения фазы n проводниками

Таким образом, при расщеплении фазы линии на n проводников, при соблюдении той же температуры поверхности общий расход проводникового материала уменьшается в $n^{1/3}$ раз.

С учетом ограничений к количеству проводников, прокладываемых в одной трубе, приведенных в ПУЭ, для наиболее часто встречающегося случая прокладки ответвления

к трехфазному электродвигателю, когда линия выполнена алюминиевыми проводниками, выполнен анализ возможного расщепления фазного провода и определена экономия проводникового материала. Определено, что в некоторых случаях экономия проводникового материала может достигаться 60%. Экономия проводникового материала увеличивается с ростом сечений проводников.

Недостатком расщепления фазного провода на несколько является увеличение стоимости монтажа и усложнение обслуживания, кроме того, с уменьшением общего сечения линии будет увеличиваться ее сопротивление, следовательно, и потери электрической энергии. Такой способ прокладки целесообразно применять для электроприемников с малым числом часов использования, например для сезонных потребителей.

Число часов использования максимальной нагрузки, при котором будет эффективно производиться расщепление проводов, можно определить из положения, что приведенные расчетные затраты при нерасщепленной фазе должны быть больше расчетных приведенных затрат варианта с расщепленной фазой.

$$Z_1 - Z_2 > 0. \quad (3)$$

Выразим приведенные затраты по вариантам без учета затрат на обслуживание.

$$Z_1 = k_1 + 3I^2 R_1 r - 4Z_2 - 10^{-3}; \quad (4)$$

$$Z_2 = // \cdot k_2 + 3I^2 R_{2r} \cdot \alpha_3 \cdot 10^{-3}, \tag{5}$$

где $//$ - нормативное отчисление от стоимости,

Выразим стоимость и сопротивление линий через сечение:

$$// = E_{II} + \text{КЮ}; \tag{6}$$

$$k = (a + B - F) - L; \tag{7}$$

k - стоимость электропроводки с сечением Γ^{\wedge} ;

$$t_i = \frac{\text{£}}{F'} \tag{8}$$

I - расчетный ток линии, А;
 R - сопротивление линии с сечением F_j ;
 T - время максимальных потерь, час.;
 $\text{Ц}_{,,}$ - стоимость потерь электроэнергии, тенге/кВт-ч.

где B - постоянные коэффициенты;
 F - сечение проводника, мм^2 ;
 L - длина линии, м;
 r - удельное сопротивление материала проводника, $\frac{\text{Ом} \cdot \text{м}}{\text{мм}^2}$.

Тогда разница приведенных затрат по вариантам будет равна

$$\Delta Z = // \cdot b - L \cdot (F - F_2) - 3I^2 \cdot \alpha_3 \cdot \text{ц} \tag{9}$$

отсюда время максимальных потерь

с учетом выражения (10)

$$\frac{// \cdot b - L \cdot F_2 - \text{ц}}{3I^2 \cdot \alpha_3} = T_{\text{max}} \tag{10}$$

Для сельских потребителей зависимость T от T_{max} имеет вид [11]

При T_{max} меньше указанного значения расщепление фазных проводов становится эффективным.

$$T = 0,69 \cdot T_{\text{max}} - 584, \tag{11}$$

ЛИТЕРАТУРА

отсюда

$$T_{\text{max}} = \frac{T + 584}{0,69} \tag{12}$$

1. Будзко И.А., Гессен В.Ю. Электроснабжение сельского хозяйства. - М. Колос. 1973. - 527 с.

УДК 583.1

mm
III СИНТЕЗ УСТОЙЧИВЫХ РЕЖИМОВ
РАБОТЫ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ
ВИБРОИСТОЧНИКОВ

*IIII**IIII*
*1997II***С.К. Ельмуратов, А.Ф. Ельмуратова***Павлодарский государственный университет**им. С.Торайгырова**III*
*III**Мақалада қайтымды байланысты гидравликалық вибротетіктердің
нозгалысының динамикасы мен тұрақтылығының аналитикалық
зерттеулерінің нәтижесі берілген.**mm*
III
*III**В статье приведены результаты аналитических исследований по
динамике и устойчивости движения гидравлических виброисточников без
обратной связи.*

• I

*The article presents the results of analytical research on dynamics and
sustainability of movement of hydraulic vibrators without feedback.*

Динамика рассматриваемой системы "вибратор - конструкция - среда" определяется динамикой вибратора, к поршню которого приведены масса всей системы и внешние силы, действующие на систему, вследствие чего основной задачей исследований становится задача выявления устойчивых режимов работы исполнительного механизма виброисточника. Сложность явлений, протекающих в гидравлических механизмах, и множественность параметров, влияющих на работу приводов, требуют применения различных методов расчета статических и динамических характеристик гидравлических приводов в конкретных условиях их использования. В насто-

ящее время широкое применение в проектировании таких систем нашли аналитические и графоаналитические методы расчета, используемые, как правило, на первом этапе, когда выявляются основные качественные характеристики, выбирается приближенная структура и примерные значения параметров проектируемой гидравлической системы, обеспечивающие заданные техническими условиями показатели качества работы.

На втором этапе проверяется справедливость сделанных допущений и упрощений, а также уточняются значения параметров, при которых требования, предъявляемые к системе, удовлетворяются оп-

тимальным образом. Этот этап требует, возможно, более полного описания динамических свойств системы и влияния внешних воздействий, расчеты, проводимые на основе уточненных описаний, как правило, сложны и трудоемки и могут быть выполнены только с использованием современной вычислительной техники. На стадии проектирования вычислительная техника весьма эффективно используется для расчета значений различных параметров системы, при которых обеспечивается заданное качество работы; для математического моделирования проектируемых систем, когда динамические свойства достаточно точно описаны, а условия работы системы приближаются к реальным; для автоматизации процесса проектирования, когда в ЭВМ вводятся исходные данные и технические требования, а на выходе получают результаты в виде цифровых значений параметров, графиков и чертежей. Широкие возможности вычислительной техники позволяют решать нелинейные задачи численными методами, выявлять режимы устойчивых движений и проводить анализ динамических свойств рассматриваемой системы.

Для синтеза устойчивых режимов движения рассматриваемой системы "вибратор - конструкция - среда" создана программа моделирования процесса. Программа строится по блочному принципу, что облегчает программирование групп уравнений, описывающих динамику привода вибратора, позволяет ши-

роко использовать процедуру при описании физико-механических свойств гидравлического вибратора испытываемой конструкции и среды. Кроме того, это обеспечивает простоту замены менее подробно описанных блоков на более подробные и наоборот.

На рис 1 приводится схема программы построения процессов в системе "вибратор - конструкция - среда".

Входные блоки 1-3 программы служат для подготовки решения задачи. В блоке 1 предусмотрены описания массивов идентификаторов для получения значений интегрируемых функций, формирование рабочих массивов для программы интегрирования, задания массивов параметров системы, обеспечивающих ход решения при помощи стандартной программы интегрирования.

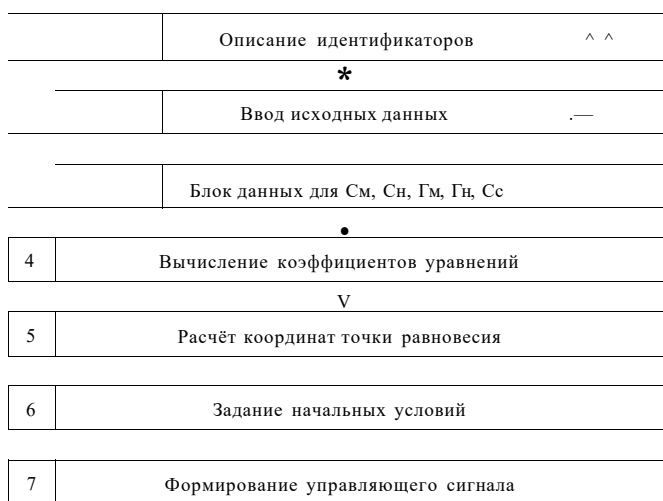
В блоке 2 вводятся те исходные данные, которые остаются неизменными в процессе расчетов: конструктивные параметры машины, геометрические размеры испытываемой конструкции и т.д.

Блок данных 3 содержит набор значений, которые будут использоваться для синтеза устойчивых режимов. Для рассматриваемой задачи это жесткостные характеристики системы. Обращение программы к этому блоку происходит по мере отбрасывания неустойчивых режимов движения.

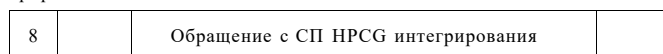
В блоке 4 вычисляются коэффициенты дифференциальных уравнений движения.

Вход

Подготовка к интегрированию



Интегрирование



II

9 Описание правой части уравнения

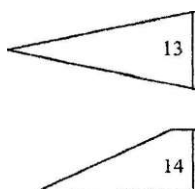
10 Условия устойчивости выполняются?



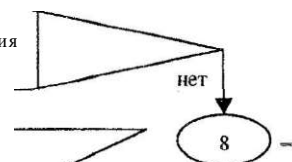
Вывод информации о переменных и причине неустойчивости

GD

12 Останов интегрирования



13 Условия окончания интегрирования выполняются?



да

14 Вывод информации (таблицы, графики)

15

Конец

Рис. 1. Схема программы построения процессов с помощью ЭВМ

Координата точки равновесия системы рассчитывается по формулам в блоке 5.

В блоке 6 формируются начальные условия движения. В нелинейных системах начальные условия существенным образом влияют на характер всего движения, поэтому их выбор необходимо производить с учетом условий устойчивости.

Формирование управляющего сигнала по прямоугольному или синусоидальному закону осуществляется в блоке 7. Здесь же задается движение с обратной связью или без таковой.

В блоке 8 организуется цикл для численного интегрирования уравнений с помощью стандартной программы HPСG, в которой вычисления ведутся по формулам модифицированного предиктор-корректор метода Хемминга. Для выбора начального шага интегрирования вычисления в первых трех точках ведутся методом Рунге-Кунта четвертого порядка точности.

Блок 9 является внешним блоком стандартной программы интегрирования и содержит операторы задания правых частей системы уравнений.

В блоке 10 проверяются условия устойчивости на каждом шаге

интегрирования. В случае выполнения условий устойчивости интегрирование продолжается, в противном случае управление программой передается блоку 11.

В блоке 11 выводится информация о значениях переменных и причине неустойчивости движения. После этого интегрирование прерывается (блок 12) и управление передается в блок 3 для нового набора данных.

Для устойчивых режимов в блоке 13 задается оператор перехода к выполнению остановки процесса интегрирования.

Вывод информации об устойчивых режимах движения производится с помощью стандартных программ печати массивов фазовых координат, значений ускорений, перепада давления на поршне исполнительного механизма виброисточника, графическая информация с использованием СП МОГТ и СМОГ (блок 14).

Созданная программа расчетов на ЭВМ позволяет выявлять устойчивые режимы движения системы и исследовать динамику этих режимов, анализируя реакции выходных параметров системы на изменение входных величин в широком диапазоне их значений.

Устойчивые режимы движения системы без обратной связи при прямоугольном управляющем сигнале

Синтез устойчивых режимов движения системы "вибратор-конструкция-среда" и исследование динамических свойств проводится на

примере при заданных конструктивных параметрах вибрационного источника:

$$S = 2 \cdot 10^2 \text{ м}$$

$$K, = 0,0439$$

$$j\mu = 0,6$$

амплитуда управляющего сигнала
 $X_0 = 75 \cdot 10^{-4}$ м.

Подводимое давление P_0 ,
 давление на сливе $P_{сл}$, приведенном

$$20 \text{ мПа} \quad P_{сл} = 0$$

$$C_c = 10^7 \text{ Н/м} \quad \gamma = 12 \cdot 10^3 \text{ Н-с/м.}$$

Устойчивые режимы выявляются в диапазоне приведенной жесткости системы ($10^6 - 10^8$) Н/м. Исследования проводятся в области низких частот от 1 Гц до 15 Гц для значений приведенной массы системы, лежащей в пределах ($20 \cdot 10^3$ - $120 \cdot 10^3$) кг.

На рис.2-3 приводятся зоны существования устойчивых режимов работы системы, построенные в плоскости параметров - приведенной

коэффициенте вязкости γ и коэффициенте жесткости геологической среды равны следующим значениям:

жесткости системы и частоты управляющего сигнала для различных значений приведенной массы.

На рис.4 приведены амплитудно-частотные характеристики устойчивых режимов при $C = 10^7$ Н/м для различных значений приведенной массы.

На рис.5 приведены частотные характеристики кинематических параметров системы - скорость и ускорение.

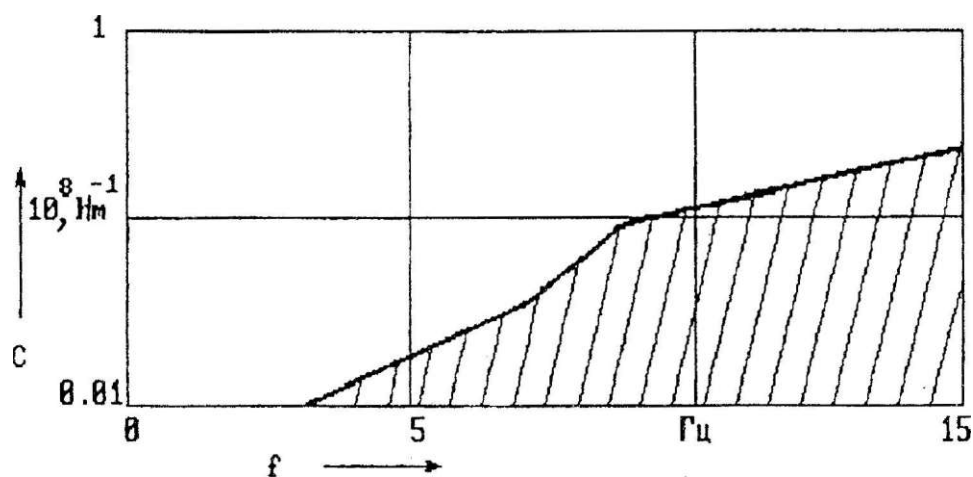


Рис.2. Зона существования устойчивых режимов в плоскости параметров для

$$m = 20 \cdot 10^3 \text{ кг}$$

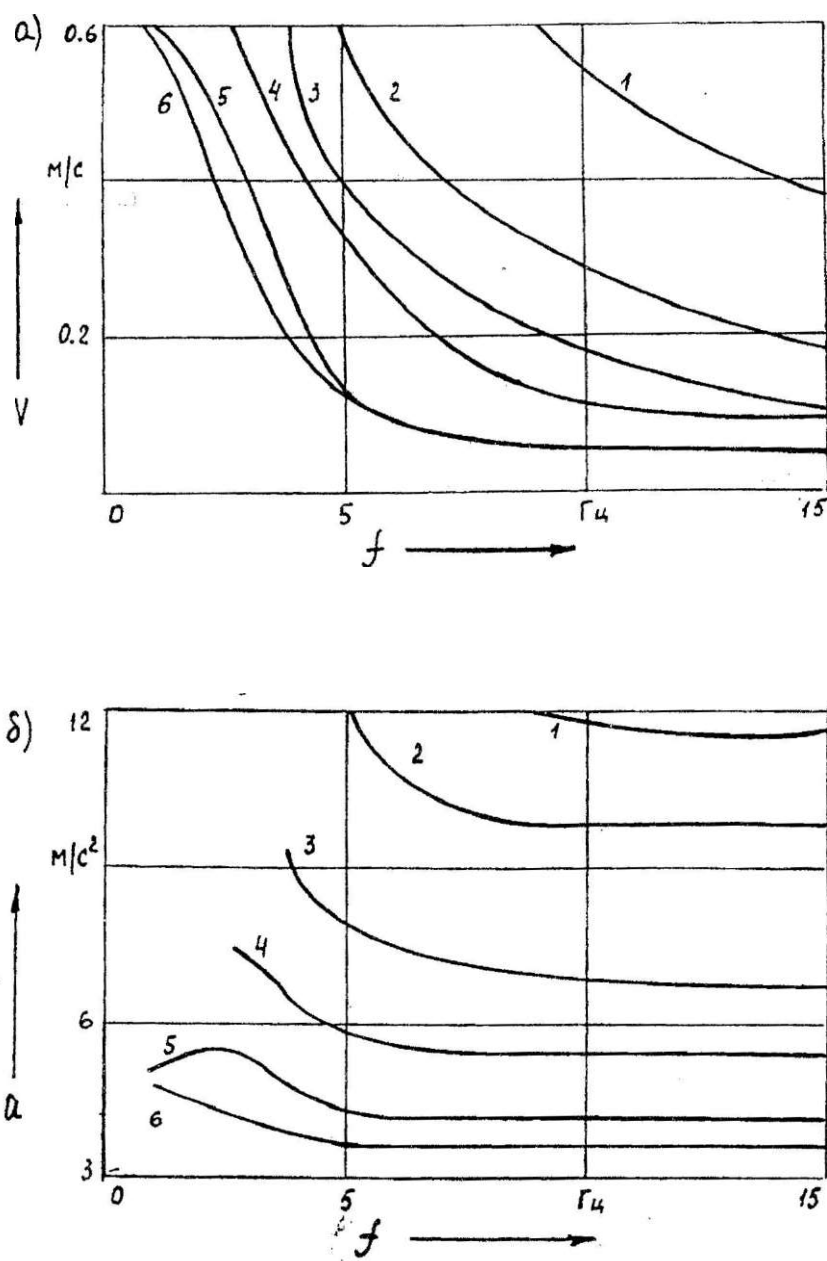


Рис.5. Зависимость скорости (а) и ускорения (б) от частоты управляющего

сигнала при $c = 10^7 \frac{\text{Н}}{\text{М}}$
 1 - $m = 20 \cdot 10^3$ кг; 2 - $m = 40 \cdot 10^3$ кг; 3 - $m = 60 \cdot 10^3$ кг
 4 - $m = 80 \cdot 10^3$ кг; 5 - $m = 100 \cdot 10^3$ кг; 6 - $m = 120 \cdot 10^3$ кг

I УДК 621.365.3

МЕТОДЫ ВЫРАВНИВАНИЯ '< ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ В ТОКОВЕДУЩИХ ПРОВОДНИКАХ ПРОИЗВОЛЬНОЙ КОНФИГУРАЦИИ

Яр

";; А.И. Алиферов

/ Новосибирский государственный технический
' ~ университет

fg§§ Т.В. Хацевская

, ' Павлодарский государственный университет
% им. С.Торайгырова

ЩШ Мақалада металдан жасалган еркін конфигурациялы токжеткізгіш
' бұйымдардың температуралық өрістерін теңдестіру әдістерінің
классификациясы жасалып, қалыңдығы әртүрлі жылу оқшаулағыштармен
Щ I магнитөткізгіштерді пайдаланудың теңдестіруге ықпалы жөнінде
9Ш тәжірибелік жолмен алынған деректі нәтижелер келтірілген.

1111 В статье представлена классификация методов выравнивания
ЯШ температурного поля в токоведущих металлических изделиях произвольной
ЩФ конфигурации и приведены результаты исследований выравнивающего
эффекта с помощью разнотолщинной теплоизоляции и магнитопроводов.

The article presents the classification of the methods of levelling of the
§|i tetnperature field in current-directing conducting metal pieces of arbitrary
configuration. The results of the research of the levelling effect with the help of
ШШ heat insulation of various thickness and magnetic circuits are given in this paper.

1. Классификация методов выравнивания температурного поля

Способы выравнивания температурного поля по сечению токоведущих проводников условно можно подразделить на две группы (рис.1). Первая - обеспечивается изменением режима теплообмена на поверхности проводника; вторая - перераспределением внутренних ис-

точников теплоты в поперечном сечении проводника. Методы первой группы могут выполняться по двум направлениям. Во-первых, путем изменения конвективного или радиационного теплового потока. Во-вторых, изменением типа граничных условий, когда нагреваемое из-

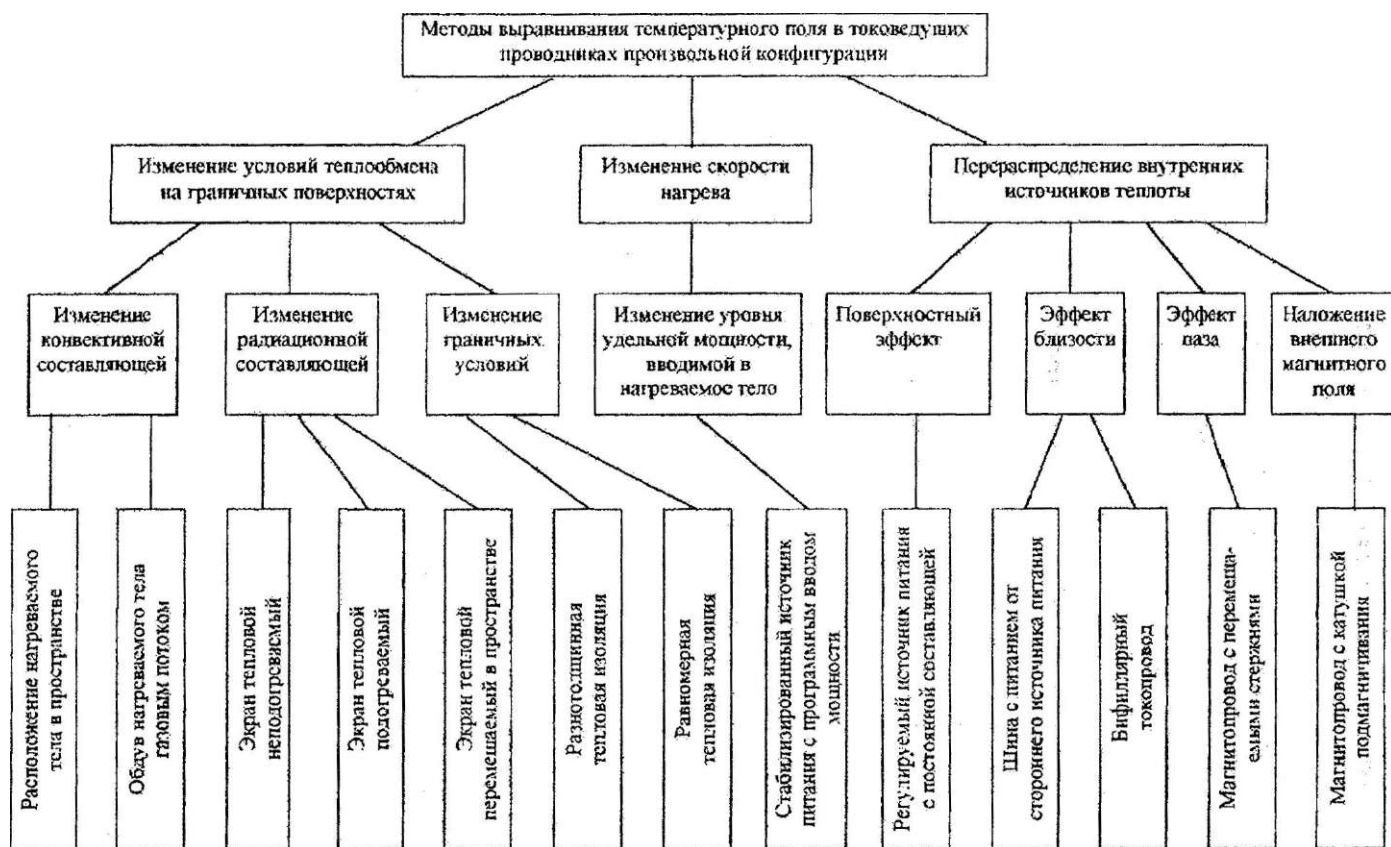


Рис 1. Классификация методов выравнивания температурного поля

делие (токоведущий проводник) покрыто тепловой изоляцией. Воздействовать на конвективный тепловой поток с поверхности изделия можно путем пространственного расположения изделия. При этом на поверхности изделия формируется неравномерный по периметру тепловой поток за счет переменного по периметру коэффициента теплоотдачи. Метод пространственного расположения может использоваться для узкого диапазона геометрических параметров нагреваемой заготовки (при углах $G < 7\pi/8$ и значениях $R_2/R_0 < 0,075$). Радиационный тепловой поток на поверхности изделия можно изменять при помощи: 1) стационарного теплового экрана; 2) экрана, подогреваемого от другого источника электропитания; 3) механически перемещаемого экрана в плоскости нагреваемой заготовки. При нагреве прямолинейных изделий для выравнивания температуры по сечению применяются тепловые экраны, охватывающие всю боковую поверхность нагреваемых заготовок. Их использование уменьшает температурные перепады по сечению заготовок и повышает тепловой КПД. Так, при применении одного экрана уменьшается температурный перепад в 1,2-И,5 раза, а тепловой КПД для скоростей нагрева 1-5°C/с увеличивается с 40% без экрана до 50% с тепловым экраном.

Второе направление первой группы способов выравнивания - это применение равномерной или неравномерной (разной толщины)

тепловой изоляции. Равномерная изоляция применяется для выравнивания температурных перепадов в прямолинейных изделиях, разнотолщинная - в криволинейных. Экспериментальные данные показывают эффективность ее применения при малых скоростях нагрева криволинейных изделий ($\sim 0,1\text{ч-Г C/c}$). Тепловой КПД при скорости нагрева $0,2^\circ\text{C/c}$ удается повысить с 40% при нагреве без изоляции до 60% - с такой изоляцией [1].

Вторая группа методов выравнивания температурных перепадов основана на регулируемом перераспределении внутренних источников с помощью поверхностного эффекта, эффекта близости, эффекта паза или наложением внешнего электромагнитного поля.

При скоростном нагреве ферромагнитных цилиндрических прямолинейных заготовок (скорости нагрева более 10°C/c) эффективно выравнивание температурного поля с помощью регулируемого источника питания с постоянной частью тока: основная энергия для нагрева выделялась в изделии на постоянной части тока, а энергия переменной тратилась на выравнивание температурного перепада по сечению.

Эффект близости можно применять для выравнивания температурных перепадов по ширине плоских токоведущих проводников. Выполненные исследования показали его высокие технические показатели. Эффект близости можно применять также для криволинейных проводников только при малых углах G , когда кольцевой эффект и эффект

близости количественно соизмеримы [2].

С помощью применения эффекта паза (рис. 2) можно компенсировать кольцевой эффект на промышленной и повышенной частоте.

Метод, использующий нало-

жение внешнего электромагнитного поля [3], также является перспективным вариантом выравнивания температуры. Однако его применение требует разработки специальной конструкции магнитопроводов.

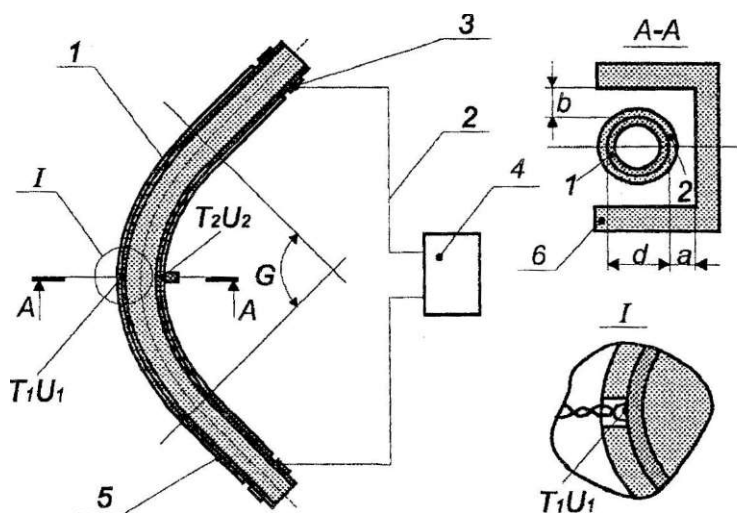


Рис.2. Схема экспериментальной установки

При применении методов, перераспределяющих внутренние источники, используется равномерная теплоизоляция на наружной по-

верхности изделия, повышающая тепловой КПД с 30-40 % до 60-80 %.

2. Исследование выравнивающего эффекта при разнотолщинной тепловой изоляции

На рис. 3 представлено взаиморасположение нагреваемого изделия и разнотолщинной тепловой изоляции.

Выравнивающий эффект такой теплоизоляции исследовался на одномерной тепловой модели, включающей нестационарное уравнение теплопроводности

$$\frac{\partial T}{\partial x} = cL_2 \frac{\partial^2 T}{dR} \quad (1)$$

с граничными условиями

$$2 d R / R^2 \sim q n^2 r r$$

В уравнении (1) приняты следующие обозначения

$Q_v(P) = Q_i - P_i$

и начальным условием $T_{kn} = T_0$.

$$Q_i = \int_0^L (q_v(R, P) - \gamma \frac{dT}{dR}) dR$$

(2) $P_1 = C_{cp} \cdot \gamma \cdot (T_{kn} - T_0) / \dots$

Q_i — мощность внутренних источников на единице длины нагреваемого изделия, Вт/м; P_i — мощность, требуемая на нагрев единицы длины изделия, Вт/м; C_{cp} и γ — средняя за период нагрева удельная теплоемкость и плотность материала нагреваемого изделия, Дж/(кг·град) и кг/л³; T_{kn} — конечная температура нагрева тела за время t_n , °C.

Для ферромагнитных изделий

$$Q_v(P, T_2) = \frac{1}{2tR} \int_0^L (0,68)^2 \dots$$

Для немагнитных изделий:

$$Q_v(P, T_2) = \frac{1}{2tR} \int_0^L (1 - \exp(-\kappa^2(R - R_2))) \dots$$

Введем координату $X = R - R_2$ изменяющуюся в пределах $0 < X < H$, где $H = R_3 - R_2$, тогда распределение температуры по сечению слоя теплоизоляции может быть представлено в виде [4]

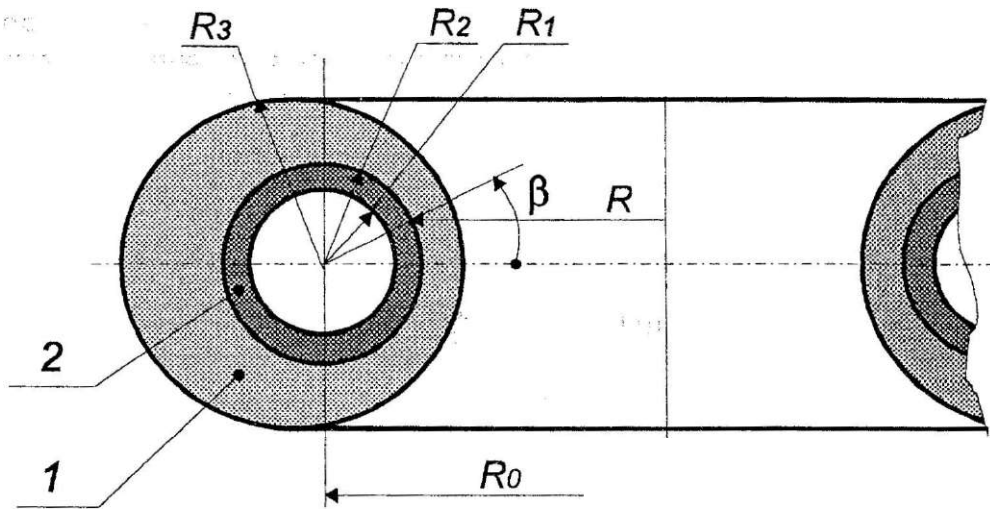


Рис. 3. Взаиморасположение нагреваемого изделия и разнотолщинной тепловой изоляции

$$X = 1 + \frac{0.001}{Mn} \\ H = Bi + tx$$

где

$$\Theta = \frac{q_{n2} - H}{\dots} \quad Bi = \frac{a_{нар(p)} \cdot H}{k}$$

$$Fo = \frac{H^2}{\dots}$$

$$d = \frac{4n + BI^2}{\pi^2(\pi^2 + BI^2 + Bi)}$$

Здесь Θ - модифицированная безразмерная температура; Fo - критерий Фурье; A_n — коэффициент, зависящий от критерия Био Bi и параметра $[j_n]$

$$a_{нар((3))} = \frac{Xn \cdot Nu(j3)}{2(R_2 + H(p))}$$

локальный коэффициент теплоотдачи конвекцией с наружной поверхности [5], $Вт/(м^2 \cdot град)$ T_2 — температура нагреваемого тела, $°C$ T_R — температура наружной поверхности

тепловой изоляции, °С; $H(p)$ —толщина тепловой изоляции в точке поверхности изделия, определяемой координатой D м / Ц—коэффициент теплопроводности материала тепловой изоляции, Вт/(м·град), T_2 —температура поверхности нагреваемого изделия, средняя за температурный интервал, °С.

В силу того, что решение уравнения получено для постоянных значений коэффициентов, которые зависят от температуры, применение разработанной аналитической модели для исследования нестационарного процесса нагрева криволинейных изделий требует поинтервального метода расчета.

3. Выравнивание температурного поля с помощью механически перемещаемых магнитопроводов

Сравнение экспериментальных и расчетных зависимостей показало хорошее их соответствие технологическим параметрам: максимальному температурному перепаду и требуемой скорости нагрева.

На рис.4, представлены расчетные и экспериментальные временные зависимости максимального температурного перепада. Исследовался нагрев труб из хромоникелевой стали, имеющий наружный диаметр $d_x = 0,12$ м, угол изгиба до $G \cdot jd/2$ рад и радиус изгиба $R_0 = 0,64$ м. В качестве тепловой изоляции использовался слой муллитокремнеземистого войлока, армированного тканью КТ-11. В результате расчета получен профиль теплоизоляции, имеющий максимальную толщину $H = 15 \cdot 10^{-3}$ м с координатой $/3-0$, плавно переходящую в максимальное значение $H = 40 \cdot 10^{-3}$ м при $/2 = \text{град}$.

Исследования проводились на изогнутых ферромагнитных трубах (1) диаметром 0,16 м, длиной деформированной части до 3 м и углом изгиба до 90° (рис.2), подключаемых с помощью токопровода (2)

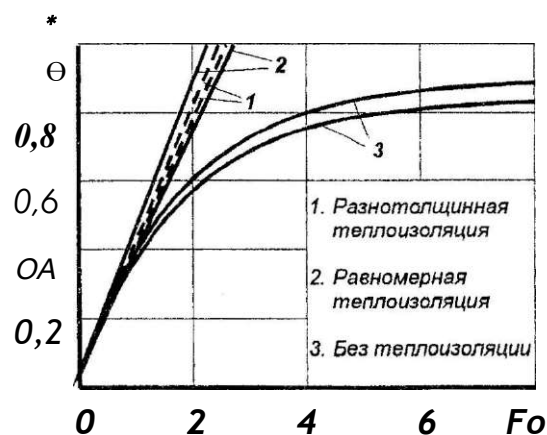


Рис. 4. Зависимость температуры от времени в экстремальных точках поверхности криволинейного изделия

и контактного узла (3) к параметрическому источнику тока (4). Вдоль наружной поверхности исследуемого изделия располагалась равномерная тепловая изоляция (5). Расширенный П-образный магнитопровод (6) устанавливался в среднем сечении изгиба трубы.

Исследовались зависимости $A_{Ц21} \sim 4v_2 \sim \text{Чу}l$ (разности мощности внутренних источников тепла) и $\Delta T_{21} = T_2 - T_1$ (перепадетемпературы) между точками 2 и 1. Измерения

$$\Delta T_{21} = 27,28 + 14,89 \cdot \frac{1,61}{U} + 0,718 \cdot \frac{L-1,33}{U} \quad (3)$$

$$A_{4v_{21}} = 0,587 + \frac{1}{v^u} \cdot a^{0,75} \cdot \pi \cdot 0,13 + 0,0567 \cdot \frac{\Gamma_a^{0,75} \cdot B^{-1,3}}{d} \cdot 10 \text{ Вт/м}^3. \quad (4)$$

Соответствие полученных регрессионных уравнений и данных эксперимента проиллюстрировано на рис.5 и рис.6. Различия между экспериментальными значениями и расчетными по (3) и (4) не превышают 10%, что позволяет рекомендовать данные уравнения для использования в инженерной практике.

4. Выводы

1. Предложена классификация методов выравнивания температурного поля в поперечном сечении нагреваемых изделия произвольной конфигурации при электроконтактном нагреве.

2. Вариантные расчеты показали высокую технологическую и энергетическую эффективность раз-

нольной выполнялись в соответствии с [6]. Обработка экспериментальных данных выполнялась с использованием метода планирования эксперимента [7]. Геометрические параметры магнитопровода изменялись в пределах $\frac{a}{d} = 0,15 + \infty$ и $\frac{b}{d} = 0,2 + \infty$. Нагрев проводился до средней температуры изделия 750°C на промышленной частоте при токе $6,5 \text{ кА}$.

Получены следующие зависимости:

$$\Delta T_{21} = 27,28 + 14,89 \cdot \frac{1,61}{U} + 0,718 \cdot \frac{L-1,33}{U} \quad (3)$$

$$A_{4v_{21}} = 0,587 + \frac{1}{v^u} \cdot a^{0,75} \cdot \pi \cdot 0,13 + 0,0567 \cdot \frac{\Gamma_a^{0,75} \cdot B^{-1,3}}{d} \cdot 10 \text{ Вт/м}^3. \quad (4)$$

Проведенные исследования показали, что применение устройств с изменяемыми магнитными свойствами позволяет при электроконтактном нагреве на переменном токе за счет перераспределения мощности внутренних источников тепла управлять картиной температурного поля в нагреваемом изделии.

нотолщинной тепловой изоляции при электроконтактном нагреве криволинейных трубчатых изделий.

3. Зависимости (3) и (4) позволяют выбирать геометрические параметры магнитопроводов, применяемых при электроконтактном нагреве для выравнивания температурного поля по сечению криволи-

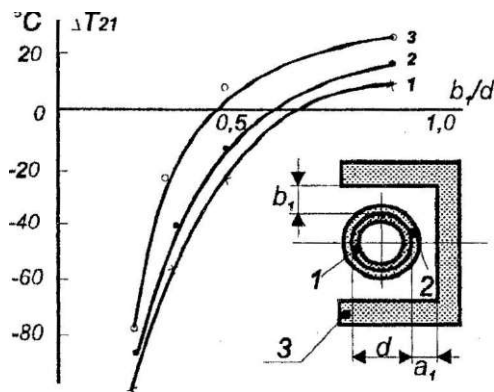


Рис. 5. Зависимость температурного перепада ΔT_{21} от положения стержней магнитопровода: 1 - $a/d = 1,0$; 2 - $a/d = 0,5$; 3 - $a/d = 0,15$

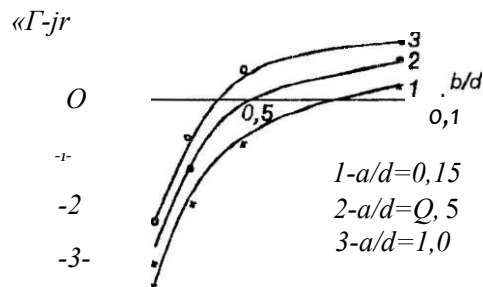


Рис. 6. Зависимость разности мощностей $A_{q,z1}$ от соотношений a/d и b/d

нейных трубчатых изделий.

ЛИТЕРАТУРА

- Алиферов А.И. Эффективность применения разнотолщинной тепловой изоляции при электроконтактном нагреве криволинейных изделий // Экологически перспективные системы и технологии: Сб. науч. тр.: - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 1999. - №3. - с. 127 - 132.
- А. с. 1735387 СССР. Способ электроконтактного нагрева криволинейного участка трубчатых изделий / Алиферов А.И., Сельский С.В., Свенчанский А.Д., Кувалдин А.Б. // Открытия. Изобретения. - 1992. - №19.
- Foster, J.E. Welding system

with welding current scanning. USA Patent №3042788, 1962.

- Лыков А.В. Теория теплопроводности. - М.: Высшая школа, 1967.

- Малинин В.Г. О влиянии числа Прандтля на развитие течения и теплообмена при свободной конвекции около горизонтального цилиндра // Тр. Моск. лес.-техн.ин-та.- М., 1977.-Вып. 97.-С.138-140

- Сисоян Г. А. Электрическая дуга в электрической печи. - М.: Металлургиздат, 1961.

- Ивоботенко Г.А., Ильинский Н.Ф., Копылов И.П. Планирование эксперимента в электромеханике. - М.: Энергия, 1975.

УДК 621.9.066-52

АНАЛИЗ РАЗМЕРНЫХ СВЯЗЕЙ В СТАНКАХ С УСТРОЙСТВОМ ЧПУ

А.Ф. Проскуряков

*Павлодарский государственный университет
им. С. Торайгырова*

Мақалада станокты күйлеу процесінде тағайындалатын өлшемдер желісі сипатталып, ЕББ (ЧПУ) қурылысы бар станоктарды пайдаланудың тиімділігін арттыру мақсатында олардың талдауы жасалған,

В статье рассмотрены размерные цепи, настраиваемые в процессе настройки станка, и выполнен их анализ с целью повышения эффективности эксплуатации станков с устройством ЧПУ.

In the article there have been considered the chains which are adjusted in the process of machine-tools impair and their analysis has been carried out with the aim of rising of the effectiveness of exploitation of machine-tools with the DP'M (digital program management) apparatus.

Появление и последующее интенсивное развитие числового программного управления (ЧПУ) оборудованием и, в частности металлорежущими станками, привело не только к истинно революционным изменениям как отдельных узлов, механизмов, так и в целом станка, но и к развитию отдельных установившихся методов проектирования, настройки станков. Здесь необходимо отметить новые подходы к определению рабочей зоны станка и настройки размерных связей в станках, в основу которых положено понятие координатной системы. В настоящее время в станковедении прочно укрепились такие понятия, как система координат станка

(СКС), система координат инструмента (СКИ), система координат детали (СКД), ноль станка, ноль рабочего органа, исходное положение рабочего органа, плавающий ноль [1]. Между указанными системами координат, характерными положениями этих систем и рабочих органов станка объективно действуют размерные связи, которые настраиваются в процессе настройки станка и реализуются в процессе его работы, обеспечивая тем самым заданное качество (точность) производимой продукции. Однако в современной научной и технической литературе теоретическому и практическому анализу размерных связей в станках с устройством ЧПУ до сих

пор не уделено должного внимания. Результатом этого является тот факт, что специалисты, занимающиеся непосредственно эксплуатацией станков с ЧПУ, руководствуются лишь теми инструкциями, которые предписаны соответствующей технической документацией на станок. Ярким примером тому является выполнение процесса наладки станка, когда наладчик нажимает предписанные инструкцией клавиши не задумываясь над физическими процессами, следующими за отработкой вводимых им таким образом директив в устройство ЧПУ [2]. Не проникая глубоко в анализ размерных связей, а порой и не зная их, нельзя обеспечить и требуемый уровень качества наладки, сокращение трудоемкости наладки, а в конечном итоге и повышение эффективности эксплуатации станков.

На рис. 1 представлена теоретическая модель размерных связей в токарном станке с устройством ЧПУ. Теоретическая модель отражает общепринятые положения и включает в себя:

- систему координат станка XO_cZ , которая является главной расчетной системой и которую по рекомендациям ISO увязывают с базовыми поверхностями рабочего органа станка, несущего заготовку (в данном случае с базовыми поверхностями шпинделя);

- систему координат инструмента XO_HZ , в которой определяются размеры режущих инструментов совместно с элементами инструментальной оснастки и которую также увязывают с базовыми поверхностями

рабочего органа, несущего инструмент (на данном станке с базовыми поверхностями шпинделя револьверной головки);

- систему координат детали $XO Z$, в которой определяются все размеры детали относительно ее базовых поверхностей;

- "ноль станка", под которым понимают характерную точку, соответствующую началу системы координат станка;

- "ноль рабочего органа", который в физическом смысле соответствует одному из возможных фиксированных положений рабочего органа, в данном случае суппорта, и это положение непосредственно привязывается к измерительной системе станка (на рис. 1 это правое и переднее крайнее положения суппорта);

- "плавающий ноль" $Z_{га1}$, под которым понимают возможность переноса системы отсчета координат в какую-либо учебную точку, т.е. фактически перенос начала СКС.

Между указанными системами координат и характерными точками существуют две замкнутые технологические размерные цепи соответственно по оси X

$$P1 - X_{и} - X_{ис} - X_{и} - X_{т}$$

и по оси Z

$$P4 - Z_{H} - Z_{HC} - Z_{H} - Z_{T} - Z_{го1}$$

где параметры $P1$, $P4$ - определяют нулевое положение рабочего органа в СКС;

Хис, ZHC - определяют исходное положение рабочего органа; Хи, ZH - характеризуют размеры режущего инструмента в СКИ; Хт, ZТ - определяют текущее положение рабочего органа по положе-

нию вершины режущего инструмента;

ZRAI. - характеризует одно из множества возможных смещений измерительной системы станка или, что тоже самое, СКС.

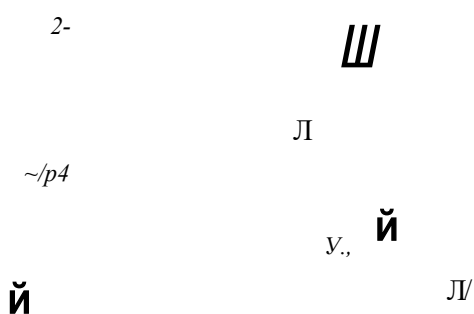


Рис. 1. Теоретическая модель различных связей в токарном станке с ЧПУ

Из рис. 1 следует, что параметры Хи и ZH В представленных размерных цепях являются лишними и могут быть исключены. Однако при последующем переходе к фактически реализуемым цепям в процессе настройки станка они приобретут вполне определенное свое смысловое и физическое значение. В отличие от представленной теоретической модели размерных связей фактическая статическая модель этих же связей претерпевает значительные изменения. Причиной этого является тот факт, что нулевое

положение рабочего органа станка, определяемое датчиками положения, конечными выключателями, на заводе-изготовителе не подвергается точной настройке, т.е. аттестации в соответствии с рис. 1. По этой причине параметр P1, характеризующий в физическом смысле наибольший диаметр обработки, и параметр P4, который при левом крайнем положении суппорта и условии совпадения вершины резца с "нулем станка" равен нулю, определяет в конечном итоге не положение вершины какого-то резца-эталоны в СКС, а

положение некоторой точки O_i . При этом положение этой точки для группы станков одного типоразмера будет различным и описываться некоторой областью P из-за присутствия элемента случайности в принятой методике настройки нулевого положения рабочего органа на заводе - изготовителе (рис. 2). Зна-

чение параметра $P4 = 0$, которое вводится в память устройства ЧПУ, на этапе настройки размерных связей определит смещение положения СКС относительно базовых поверхностей шпинделя, а параметр $P1$ определит положение точки O_i на оси X , не совпадающей с вершиной резца - эталона.

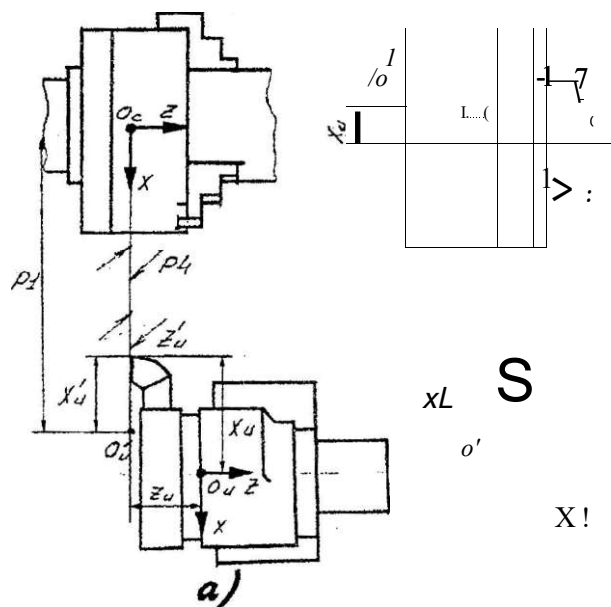


Рис. 2. Влияние нулевого положения рабочего органа на формирование различных связей

Появление в размерных связях некоторой материализованной точки O_i с помощью параметров $P1$ и $P4$, а также принятого метода настройки нулевого положения рабочего органа и приводит к тому, что вылеты инструментов приобретают свое вполне определенное смысловое значение с учетом возможных их типоразмеров, используемых в наладке станка (рис. 2). Необходимо также отметить, что для более сложных станков, например много-

целевых, на которых используется внестаночная настройка инструментальных блоков, вылеты инструментов определяются непосредственно в СКИ относительно ее начала, т.е. точки O_i .

С учетом вышеизложенного фактические размерные связи в рассматриваемом токарном станке примут вид согласно рис. 3.

По оси X :

$P1 - X$ и $c - X$ и $X - T$

и по оси Z

P4 - ZHC - ZH - ZR - ZRAI.

Последующий анализ рассматриваемых размерных связей следует вести в технико-экономическом аспекте, т.е. необходимо, с одной стороны, определить источники погрешностей и как точно должна быть выполнена настройка раз-

мерных связей с целью обеспечения заданной точности обработки изделия. С другой стороны, необходимо установить, каким способом при обеспечении заданной точности настройки можно достичь повышения эффективности дорогостоящего оборудования с устройством ЧПУ за счет сокращения непроизводительно затрачиваемого времени на выполнение наладочных работ.

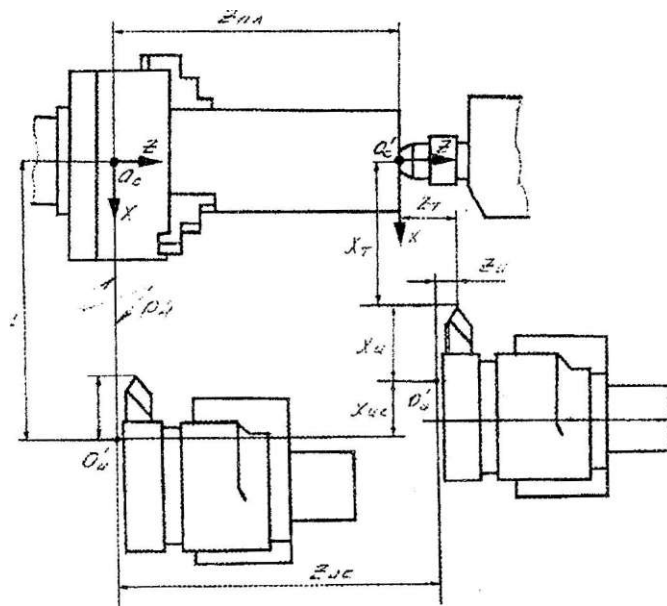


Рис. 3. Фактически настраиваемые различные связи в токарном станке с ЧПУ

С точки зрения технической в представленных размерных цепях замыкающими звеньями являются текущие значения координат X_T , Z_T , т.к. именно эти звенья в конечном итоге определяют точность размеров детали (здесь и далее вопросы точности рассматриваются в статике, без учета динамических процессов). Точность определения этих

звеньев при настройке размерных связей зависит лишь от точности оценки вылетов режущих инструментов X_i , Z_H и значения плавающего нуля Z_{NII} . Остальные звенья размерных цепей, значения которых регламентируются технической (P1, P4) и технологической (ZHC, $X_{ис}$) документацией, следует считать абсолютно точными.

Процесс настройки размерных связей обычно включает в себя ряд последовательно выполняемых процедур.

1. Ввод в память устройства ЧПУ, контроль и редактирование станочных параметров P_i . Эта процедура выполняется при первоначальной наладке станка и в последующем, если по каким-либо причинам массив параметров в памяти устройства ЧПУ нарушен. В результате выполнения процедуры начинается формирование размерных цепей, т.е. устанавливается значение параметров **P1** и **P4**.

2. Настройка измерительной системы станка, или, как иначе ее называют, привязка измерительной системы к СКС. Эта процедура выполняется путем вывода рабочего органа станка в нулевое положение, а в результате параметры P_1 и P_4 устанавливают связь СКС с рабочим органом станка.

3. Выбор и ввод в память устройства ЧПУ значений исходного положения рабочего органа. Это положение выбирает либо сам наладчик, либо он руководствуется технологическим документом - эскизом наладки. По этой процедуре рабочий орган или выводится в исходное положение, и после этого установленные параметры вводятся в память, или, если последние известны из эскиза наладки, то вводятся сразу в память устройства ЧПУ.

4. Настройка размерных связей между СКС и СКИ и между СКС и СКД. Эти процедуры часто именуют как привязку СКИ и СКД к СКС. В физическом смысле они сво-

дятся к определению и вводу в память устройства ЧПУ вылетов инструментов и значения плавающего нуля. Наиболее часто эта процедура выполняется методом пробных проходов, что соответствует решению размерных цепей методом регулировки. В качестве регулируемых звеньев в данном случае используются вылеты инструментов X_i , Z_i , а сам процесс регулировки осуществляется изменением непосредственно их значений или вводом коррекций на эти значения в память устройства ЧПУ.

С точки зрения временных затрат данный метод является наименее эффективным. Временные затраты возрастают при увеличении количества инструментов, одновременно используемых в наладке станка, эти процедуры повторяются в полном объеме при переналадке станка на обработку другой детали, при каждой замене затупившегося инструмента на новый. Все это приводит к снижению эффективности эксплуатации станков с устройством ЧПУ.

В тоже время потери рабочего времени на наладку и переналадку станка могут быть значительно сокращены при простом изменении метода решения размерных цепей, не прибегая к дополнительным экономическим затратам. Один из таких методов может быть построен по следующему принципу. Для некоторого инструмента - эталона, в качестве которого может быть принят один из наиболее часто применяемых типоразмеров, производится аттестация его вылетов при на-

ладке станка. При известных габаритах этого инструмента в результате аттестации размеров X_i и ZH определяется положение точки O_i . Для всех остальных инструментов их вылеты могут быть определены через известные размеры инструментальной оснастки и габаритные размеры этих инструментов на этапе подготовки производства, т.е. на этапе разработки соответствующей технологической документации [рис. 2]. В этом случае отпадает необходимость в выполнении пробных проходов для определения вылетов каждого инструмента, а остается лишь ввести их в память устройства ЧПУ согласно эскизу наладки и карты кодирования инструмента. Если же дополнительно обеспечить стабильность типоразмеров используемых инструментов в наладке станка, то можно перейти в конечном итоге от решения размерной цепи методом регулировки к методу полной взаимозаменяемости. А это практически будет соответствовать тому, что при переналадке станка на обработку другой детали с учетом изменения габаритов заготовки по отношению к предыдущей в память устройства ЧПУ необходимо будет внести соответствующие изменения размеров $X_{ис}$, ZH_c , $ZRRA$ и вылеты новых инструментов при необходимости (ввод новой управляющей программы на размерные

связи не влияет). Процесс ввода этих параметров соответствует затратам в 1-2 минуты.

В целом опыт эксплуатации подобного оборудования показывает, что переход от метода регулировки к методу полной взаимозаменяемости при настройке размерных цепей сокращает время настройки более, чем в 10 раз.

Метод построения и настройки размерных связей практически не претерпевает больших изменений для любых станков с устройством ЧПУ, как одно - так и многоцелевых. Незначительно меняется лишь структура размерных цепей в зависимости от особенностей конструкции станка и программного обеспечения устройства ЧПУ.

Выполненный анализ размерных связей охватывает станки с устройством ЧПУ, на которых не используется внестаночная настройка на размер инструментальных блоков. Однако, как это следует из анализа, и в этом случае существуют пути использования более эффективных методов настройки размерных связей в сравнении с методом регулировки (методом пробных проходов), что значительно снижает непроизводительное затрачиваемое время на наладку, переналадку станков, а в конечном итоге повышает эффективность эксплуатации подобного оборудования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гжиров Р.И., Серебеницкой П.П. Программирование обработки на станках с ЧПУ. - Ленинград. Машиностроение, 1990. - 588 с.
2. Сосонкин В.Л. Программное управление технологическим оборудованием. - М., Машиностроение, 1991.- 509 с.

УДК 621.311.22

! ЗАГРЯЗНЕНИЯ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ I И ИССЛЕДОВАНИЕ МОЮЩИХ РАСТВОРОВ ДЛЯ ИХ УДАЛЕНИЯ

ш

А.И. Глазырин, А.А. Глазырин

||§§ Павлодарский государственный университет
им. С.Торайгырова

II| Мақалада химиялық реагенттер ертінділерін пайдаланып жылу
|ЦЙ жүйесі құрал-жабдықтарын шөгінді ластанудан тазарту технологиялары
|| бойынша өткізілген лабораториялық зерттеулердің нәтижелері берілген.

" Щ В статье представлены материалы по лабораторным исследованиям
и разработке технологий и схем по удалению отложений растворами
р|' химических реагентов.

lg§ The article presents the materials of laboratory researches and elabora-
Щр lions of technologies and schemes for the removal of sediments by the chemical
i , reagents solutions.

Теплоснабжение населения требует высокой степени надежности, которая зависит не только от стабильной работы источника теплоснабжения, но и от надежности передачи тепла приборами отопления, возможностью передачи требуемого количества теплоносителя по трубам к приборам отопления.

За период между отопительными сезонами в местных системах отопления и магистральных трубопроводах накапливается большое количество продуктов коррозии и других загрязнений, которые попадают на поверхности нагрева теплофикационного оборудования, оседают в нагревательных приборах, где скорость теплоносителя за-

метно снижается, осадки (отложения) уплотняются и их трудно, а порой невозможно удалить при промывке водой.

При пуске тепловых сетей в работу в первые 4-6 недель отопительного сезона содержание железа в сетевой воде в 3-5 раз превышает средние сезонные показатели. В этот период нагревательные приборы интенсивно загрязняются оксидами железа. Основной причиной скопления оксидов железа в отопительных системах является стояночная коррозия, которая интенсивнее коррозии в период работы тепловых сетей в отопительный сезон на порядок. Предотвратить коррозию в неработающих местных системах

отопления возможно, для чего необходимо выполнить консервацию их раствором силиката натрия перед остановом на летний период.

Магистральные трубопроводы перед началом отопительного сезона, в лучшем случае, промывают водой или водой с воздухом (гидропневматическая промывка). Часто пуск тепловых сетей в зиму выполняется без проведения промывки магистральных трубопроводов.

Статья посвящена разработке технологии и схемных решений по осуществлению химической очистки систем отопления и магистральных трубопроводов для удаления осадков без их разборки, а также защиты трубопроводов в период их простоя в резерве или ремонте.

Количество загрязнений, поступающих в нагревательные приборы и трубы, зависит от качества воды циркулирующей и подпитывающей систему теплоснабжения. Качество сетевой и подпиточной воды тепловых сетей нормируется. Химический состав исходной воды различный, поэтому в составе сетевой и подпиточной воды могут быть коррозионно опасные составляющие, например SO_4^{2-} , Cl^- , по которым подпитывающая вода не нормируется.

В то же время содержание этих составляющих оказывает значительное влияние на процессы коррозии металла труб системы, а следовательно, на окончательный состав воды в теплосети и, как результат, на количество и состав отложе-

ний в трубопроводах тепловой сети и нагревательных приборах.

Коррозионная агрессивность воды определяется в основном содержанием диоксида углерода CO_2 , кислорода O_2 , сероводорода H_2S оксидов железа и ионов $\text{Cl}^- \sim \text{SO}_4^{2-}$. Свободный диоксид углерода присутствует во всех водах имеющих рН ниже 8,3 - 8,4, при более высоких рН CO_2 находится в воде в различных количествах в составе ионов CO_3^{2-} , HCO_3^- , которые при повышении температуры разлагаются с выделением в воду свободной CO_2 . Кислород обогащает исходную воду по пределам растворимости его при данной температуре

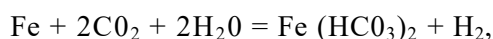
Одним из основных источников поступления оксидов железа в воду теплосети является коррозия оборудования и трубопроводов. Оксиды железа, поступающие с исходной водой, оцениваются величиной от 0,1 до 0,3 мг/кг и зависят от технологии обработки воды перед подачей ее в теплосеть. Оксиды железа появляются в результате коррозии металла тракта до деаэратора из-за присосов кислорода с воздухом. Оксиды железа поступают и в результате коррозии тракта трубопроводов за деаэратором из-за остаточного содержания за деаэратором кислорода и углекислоты. Это один из основных источников поступления кислорода в условиях эксплуатации и может оцениваться величиной от 0,7 до 1,5 мг/кг оксидов железа, образующихся в тепловых сетях. Имеется вынос оксидов железа из баков деаэраторов, аккумуляторных баков при изменении

гидравлического режима на этих участках.

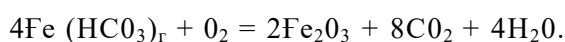
Наиболее опасным следует считать содержание в воде одновременно кислорода и свободной

углекислоты. Окисление железа в присутствии свободной углекислоты протекает в две стадии:

с образованием бикарбоната железа



с образованием оксидов железа



Каждая единица веса кислорода в присутствии свободной углекислоты выдает в воду 7 весовых единиц железа.

Если имеется проток кислорода в воду теплотрассы, то кислород, участвуя в процессах коррозии, срывается в трубопроводах теплотрассы и в местных системах отопления в радиусе 1 км от источника загрязнения.

В летний период простоя идет интенсивная коррозия местных систем отопления и трубопроводов. При пуске тепловых сетей в осенний период содержание оксидов железа превышает допустимые нормы в течение 4-6 недель, достигая 1000 мг/кг, а в первоначальный период 3000 мг/кг. Затем содержание железа в воде теплотрассы снижается за счет выпадения его на поверхностях нагрева водогрейных котлов и сетевых подогревателей, а также за счет выпадения оксидов железа в виде различных соединений с другими примесями на поверхностях нагревательных приборов в результате снижения скорости движения теплоносителя.

В составе отложений систем отопления в обязательном порядке находятся соли жесткости (от 15 до 35%), что объясняется поступлением их с подпиточной водой или через порывы труб бойлеров систем отопления.

Отложения в трубах тепловых сетей и в нагревательных приборах можно охарактеризовать как солевые, так и смешанные, т.к. содержание оксидов железа в них находится на уровне 30 - 70%. Высокое содержание карбонатов в отложениях позволяет характеризовать их как щелочноземельные. Отложения по химическому составу могут быть весьма разнообразными в зависимости от химического состава исходной воды, схемы и технологии подготовки подпиточной воды тепловых сетей. Содержание оксидов железа в отложениях зависит от скорости коррозии металла труб и нагревательных приборов, коррозия в свою очередь зависит от качества деаэрации подпиточной воды теплотрассы, содержания в воде свободной CO_2 и, в значительной степени, от состояния системы в пе-

риод летнего простоя в резерве или ремонте, т.е. от качества консервации тепловых сетей.

В отложениях тепловых сетей и нагревательных приборах содержатся оксиды железа в основном в виде гидроксида $\text{Fe}(\text{OH})_3$ и как переходное соединение в виде $\text{Fe}(\text{OH})_2$, в виде гематита Fe_2O_3 , вюститита FeO , в виде шпинелидов - сложных оксидов, представляющих собой растворы Fe_3O_4 с другими оксидами Al_2O_3 , MgO , ZnO и др., а также Fe , Mg , Mn , $\text{Zn} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ или Mg , Ge , Zn , $\text{Mn} \cdot \text{Al}_2\text{O}_4$.

Шпинелиды чаще всего черного или темно-бурого цвета. Встречается оксид железа в отложениях и в виде магнетита Fe_3O_4 оксида черного цвета, обладающего сильными магнитными свойствами.

Одной из основных составляющих отложений в трубах тепловых сетей и нагревательных приборах являются карбонатные отложения, в основном в виде Ca , Mg , Zn , Fe , $\text{Si} \gg \text{CO}_3$. Это плотные кристаллические отложения. Карбонаты хорошо растворимы в минеральных кислотах, при этом образуется газообразная углекислота CO_2 , которая способствует разрыхлению отложений.

Сульфаты Ca , Si , $\text{Zn} \cdot \text{SO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ преимущественно кальциевые, обладают большой твердостью и плотностью.

Силикаты в отложениях встречаются в виде гидратированных молекул, например: $\text{CaSi}_2\text{O}_5 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ или в виде безводных соединений. Эти соединения трудно растворимы в растворах кислот и

удаляются полностью или частично в щелочах или в растворах кислот в присутствии фторидов HF , H_4F и др.

При проведении лабораторных исследований ставилась задача выбора химических реагентов и концентрации их в промывочных растворах для очистки нагревательных приборов и трубопроводов в пределах здания.

При проведении исследований к технологии химической очистки предъявлялись следующие требования:

- эффективное растворение отложений с одновременной защитой металла от разрушений;
- максимально возможное удаление из оборудования промывочного раствора и не растворившихся частиц отложений, шлама;
- нейтрализация остатков кислоты;
- защита отмытых поверхностей на период между отмывкой и пуском систем в работу;
- очистка отработавших растворов перед сбросом в водоем.

Выбор схемы и технологического режима химической очистки должен производиться после анализа отложений, определения их количества. Существуют методы очистки с циркуляцией раствора по контуру и без циркуляции. При промывке тепловых сетей применим способ промывки только с циркуляцией раствора с целью удаления отмытых отложений из нагревательных приборов и из труб систем отопления, для чего монтируется специальная схема.

Следует учитывать, что по окончании промывки в нагревательных приборах должно оставаться минимальное количество взвешенных веществ. Необходимо соблюдать требования по возможности равномерной отмывки отложений по всем промываемым поверхностям.

Для исследования были выбраны растворы как органических, так и минеральных кислот, проверялись моющие свойства при различных температурах и концентрациях реагентов. Лабораторные исследования проводились на образцах различной степени загрязненности, вырезанных из стояков и горизонтальных участков труб, из верхней, средней и нижней частей чугунных радиаторов.

Отложения на образцах плотные. Струей воды смывается только рыхлый слой с отложений.

Для каждого из видов образцов исследовались несколько вариантов технологии очистки от отложений.

Во всех опытах сравнивалась эффективность гидропневматической отмывки с гидравлической отмывкой. Учитывалось, что при промывке систем отопления воздух может (и будет) скапливаться в верхних частях стояков системы отопления.

Опыты показали, что при промывке систем отопления следует использовать только воду, а не смесь ее с воздухом.

Проводились исследования по промывке систем отопления с добавлением в раствор одного или

нескольких реагентов: соляной кислоты, водного конденсата (исходной концентрации 30%), комплексообразующих (трилона Б), в раствор соляной кислоты добавлялась плавиковая кислота в различных дозах. Проводились опыты по отмывке отложений растворами НМК различной концентрации с добавлением в него раствора соляной кислоты, опыты по отмывке растворами комплексообразующими фосфорсодержащими (ОЭДФ) как с добавлением в них раствора соляной кислоты, так и в чистом виде, 2% раствором фталевого ангидрида.

Следует отметить основные результаты лабораторных исследований по поиску моющих растворов и режимов проведения отмывки систем отопления от внутренних отложений без их частичного демонтажа.

- Промывку следует вести со скоростями, учитывая температуру, концентрацию промывочного раствора, количество и состав отложений. Промывка всех отмываемых поверхностей должна идти равномерно, в противном случае в участках на входе промывочного раствора в контур циркуляции, отложения отмоются до металла и появятся свищи, в то время как дальние участки могут остаться практически не отмытыми.

Температура моющего раствора, в зависимости от реагента, должна поддерживаться на уровне 20-70 °С. Для раствора соляной кислоты желательно иметь температуру на уровне 20 - 40 °С.

- Концентрация кислоты в

моющем растворе должна быть минимально возможной, что позволит осуществлять отмывку равномерно по всей поверхности промываемых систем.

Отмывать отложения из поверхностей необходимо не более чем на 60 - 80%. Это гарантирует значительное улучшение гидравлического режима и теплоотдачи, в то же время позволяет заканчивать химическую очистку без свисшей в системах отопления, что чрезвычайно важно, иначе теряется смысл в проведении очистки систем без разборки.

- При суммарном содержании в отложениях органических веществ и кремниевых соединений более 20% первым этапом химической очистки следует проводить щелочение, в остальных случаях на первой стадии используется раствор кислоты.

Отмывка должна выполняться пульсирующе, что резко интенсифицирует процесс удаления взвешенных веществ, образующихся при отмывке.

Если после химической очистки система идет в останов, то обязательна стадия консервации поверхностей нагрева раствором силиката натрия с концентрацией не менее 2 г/л по SiO_3^{2-}

Приготовление промывочных растворов вести на воде из теплосети.

- Для удаления глинистых веществ, частично органических, а также для разрыхления плотных отложений при первой стадии отмывку можно проводить щелочением

поверхностей нагрева 1 - 1,5% раствором NaOH с температурой 60 - 70 °С в течение не менее 10-12 часов. В щелочном растворе количество взвешенных веществ минимальное. При возможности щелочной раствор можно слить в емкость для повторного его использования в стадии нейтрализации остатков кислоты перед консервацией.

-Исследования технологии отмывки отложений проводились с растворами соляной кислоты концентрации 1-2%, при температурах от 20 до 70 С, смесью раствора соляной кислоты и водного конденсата (50% + 50%), смесью соляной кислоты 80% и 20% ОЭДФ, смесью растворов соляной кислоты 1% + Юг/л трилона Б, смесью растворов соляной кислоты 1,5% и плавиковой кислоты 0,5%.

Проводилась серия опытов по отмывке отложений смесью растворов соляной кислоты 10 г/кг и ОЭДФ 10 г/кг, комплексообразующими на основе солей ЭДТА 10 г/кг, при рН около 4, температуре моющего раствора 70 °С, так как большую температуру моющего раствора в условиях эксплуатации получить не реально.

Исследовались различные моющие смеси раствора НМК (низкомолекулярных кислот) как отдельно в чистом виде (с ингибиторами), так и в смеси с соляной кислотой. В чистом виде (в виде раствора) применяется НМК при концентрации 2 - 4% в пересчете на уксусную.

Если после химической очи-

стки система идет в останов, то обязательна стадия консервации поверхностей нагрева раствором силиката натрия с концентрацией не менее 2 г/л по SiO_3^{2-} .

На основании исследований предлагаются варианты технологии химической очистки систем отопления с нагревательными приборами без их разборки.

ЛИТЕРАТУРА

1 .Акользин П.А. Некоторые проблемы коррозии металла тепло-энергетических установок. М.: Энергия., 1973,

2. Глазырин А.И., Кострикина Е.Ю. Консервация энергетического оборудования. М.: Энергоатомиздат, 1987, С 168.

ИНФОРМАЦИЯ

НАШИ АВТОРЫ

1. Абдыманатов Сарсенгали Абдыгалиевич - первый проректор Евразийского государственного университета им. Л.Н. Гумилева, д-р пед. наук, профессор.

2. Авдеев Григорий Иванович - инженер Института строительства, транспорта и машиностроения ПГУ им. С. Торайгырова.

3. Алиферов Александр Иванович - профессор кафедры автоматизированных электротехнологических установок Новосибирского государственного технического университета, д-р техн. наук.

4. Альзамарова Эльвира Исковна - ст. преподаватель кафедры подземных разработок и полезных ископаемых КазНТУ им. К. Сатпаева.

5. Баяшов Абдуали - директор Кентауского отделения Международного Казахско-Турецкого университета им. Х.А. Яссави, д-р хим. наук, профессор.

6. Баймухамедов Малик Файзуллович - проректор по НР и МС Костанайского государственного университета им. А. Байтурсынова, д-р техн. наук, профессор.

7. Бойко Федор Константинович - профессор кафедры электроснабжения промышленных предприятий ПГУ им. С. Торайгырова, д-р техн. наук.

8. Газалиев Арстан Мауленович - директор Института органи-

ческого синтеза и углехимии МОиН РК, д-р хим. наук, профессор, член-корр. НАН РК.

9. Гамазин Станислав Иванович - зав. кафедрой энергоснабжения промышленных предприятий Московского энергетического института, д-р техн. наук, профессор.

10. Глазырин Александр Иванович - зав. кафедрой тепловых электрических станций и теплоэнергетики ПГУ им. С. Торайгырова, д-р техн. наук.

11. Глазырин Александр Александрович - студент Института энергетики и автоматизации ПГУ им. С. Торайгырова.

12. Даукеев Гумарбек Жусупбекович - ректор Алматинского Института энергетики и связи, канд. техн. наук, профессор.

13. Дроботун Борис Николаевич - доцент кафедры математики и информатики ПГУ им. С. Торайгырова, канд. физ.-мат. наук.

14. Ельмуратов Сембай Кайкенович - зав. кафедрой промышленного и гражданского строительства, ПГУ им. С. Торайгырова, канд. техн. наук, доцент.

15. Ельмуратова Анна Федоровна - доцент кафедры городского строительства и архитектуры ПГУ им. С. Торайгырова, канд. техн. наук.

16. Ергожин Едил Ергожаевич - Вице-Министр образования и на-

уки Республики Казахстан, д-р хим. наук, профессор, академик НАН РК.

17. Еслямов Серик Газизович - зав. кафедрой компьютерных систем, обработки информации и прикладной математики ПГУ им. С. Торайгырова, канд. техн. наук, доцент.

18. Журинов Мурат Журинович - ректор Международного Казахско-Турецкого университета им. Х.А. Яссави, д-р хим. наук, академик НАН РК.

19. Ибрагимова Гульнара Ермаковна - ассистент кафедры транспортного машиностроения ПГУ им. С. Торайгырова.

20. Кажымурат Кенес - Вице-Президент Института развития Казахстана, д-р экон. наук, профессор.

21. Кацага Татьяна Яковлевна - ст. преподаватель кафедры САПР Карагандинского государственного технического университета, канд. техн. наук.

22. Киряев Сергей Александрович - зам. главного энергетика АООТ "Челябинский электродный завод".

23. Кислов Александр Петрович - директор Института энергетики и автоматизации ПГУ им. С. Торайгырова, канд. техн. наук, доцент.

24. Кувалдин Александр Борисович - профессор кафедры АЭТУС Московского энергетического института, д-р техн. наук.

25. Кудерин Марат Крыкбаевич - директор Института строительства, транспорта и машиностроения ПГУ им. С. Торайгырова, канд. техн. наук, доцент.

26. Мулдахметов Зейнулла

Мулдахметович - ректор Российско-Казахстанского современного государственного университета, д-р хим. наук, профессор, академик НАН РК.

27. Нургужин Марат Рахмалиевич - первый проректор Карагандинского государственного технического университета, д-р техн. наук, профессор.

28. Нуржауов Амангельды Нуржауович - профессор кафедры транспортного машиностроения ПГУ им. С. Торайгырова.

29. Нуркенов Оралгазы Актаевич - ст. научный сотрудник Института органического синтеза и углехимии МОиН РК, д-р хим. наук.

30. Нусипов Ергали Нусипович - ректор Казахского национального технического университета им. К. Сатпаева, канд. техн. наук, профессор.

31. Нухулы Алтынбек - проректор по научной работе и международным связям ПГУ им. С. Торайгырова, д-р хим. наук, профессор.

32. Оспанов Хабибулла Хусайнович - зав. кафедрой физической химии и электрохимии КазГУ им. аль-Фараби, д-р хим. наук, профессор.

33. Павленко Людмила Кирилловна - доцент кафедры автоматизированных электротехнологических установок Новосибирского государственного технического университета, канд. техн. наук.

34. Проскуряков Анатолий Федорович - зав. кафедрой технологии и оборудования машиностроения ПГУ им. С. Торайгырова, канд. техн. наук, доцент.

35. Птицына Елена Витальевна - доцент кафедры электроснабжения промышленных предприятий ПГУ им. С. Торайгырова, канд. техн. наук.

36. Раскильдинов Бакчан Утебеевич - зав. кафедрой подземных разработок и полезных ископаемых КазНТУ им. К. Сатпаева, д-р техн. наук, профессор.

37. Сатинов Абылкас Сагинович - директор Института проблем комплексного освоения недр, д-р техн. наук, профессор, академик НАН РК.

38. Стрельцов Виктор Федорович - инженер Института строительства, транспорта и машиностроения ПГУ им. С. Торайгырова.

39. Ткаченко Владимир Васильевич - соискатель кафедры ЭПП Костанайского государственного университета им. А. Байтурсунова.

40. Утегулов Болатбек Бахитжанович - зав. кафедрой электроснабжения промышленных предприятий ПГУ им. С. Торайгырова, д-р техн. наук, профессор.

41. Фазылов Серик Драхметович - зав. лабораторией Института органического синтеза и углекислотной химии МОиН РК, д-р хим. наук, профессор.

42. Хацевская Татьяна Владимировна - аспирант кафедры автоматизации технологических процессов и электропривода ПГУ им. С. Торайгырова.

43. Чередниченко Алексей Владимирович - преподаватель кафедры автоматизированных электротехнологических установок Новосибирского государственного технического университета, канд. техн. наук.

44. Чередниченко Марина Владимировна - доцент кафедры автоматизированных электротехнологических установок Новосибирского государственного технического университета, канд. техн. наук.

45. Юсупов Халидилла Аденович - директор Горно-металлургического института КазНТУ им. К. Сатпаева, канд. техн. наук, доцент.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

1. В журнал принимаются рукописи статей в двух экземплярах, набранных на компьютере, напечатанных на одной стороне листа с одинарным межстрочным интервалом, с полями 3 см со всех сторон листа и дискета со всеми материалами в текстовом редакторе "Word 7,0 ('97, 2000) for Windows" (кегель - 11 пунктов, гарнитура - Times New Roman Cyr / KZ Times New Roman).

2. Статья подписывается все-

ми авторами. Общий объем рукописи, включая аннотацию, список литературы, таблицы и рисунки, не должен превышать 8-10 страниц.

3. Статья должна сопровождаться рецензией доктора или кандидата наук для авторов, не имеющих ученой степени.

4. Статьи должны быть оформлены в строгом соответствии со следующими правилами:

- УДК по таблицам универ-

сальной десятичной классификации;
- название статьи (кегель -14 тагов. гарнитура - ArialСyr, KZ Alia... заглавные, жирные, абзацвлево!;

- инициалы и фамилия (-и) автора 'i-031. полное название учрежд-влия (жегель - 12 пунктов, гарнитура] - Ariai. KZ Arial. абзац центро-•MMuijr:

- давдстаиша на казахском, рус-инями т английском языках (кегель-10 шткг&щ., гарнитура - Times New Kmbrrd/11Z Times New Roman, курсив), отлуп слева-справа - 1 см, оди-яшщривви межстрочный интервал);

- такт статьи (кегель - 11 пункте», глршггура - Times New Roman 'CmlKZ Times New Roman, одинар-ШШ шавстрочный интервал);

- список использованной литературы и примечания в ру-вшшшшп ©^означаются сквозной ну-швршдрш и згкглсчаются в квадрат-вше свЫжв) Список литературы явяишя быть с ф-ормлен в соответ-сиями с ГОСТ I-S4.

На отдельной странице (в бу-мшюпмн и электронном варианте) шршояша сведения об авторе:

-•..И.О. полностью, ученая слшшюиь ш ученое звание, место ра-ввин... а ш ш : почтовые адреса и мiiсшврi 'ююфюнов <сл> жебный и до-•••ИИШИ, Ечпиаді:

-іияжаяйе статьи, фамилия(-и) ш «шшшвиш автора]-ов) на казах-сомl.ірсаБочн и английском языках.

4.. Нлшюстрацин. Перечень рмершвиш осяриоуночные надписи К іивяишi .шрршсташля^т отдельно и в лйшшшуми' жвшет статьи не включают.

На обратной стороне каждого ри-сунка следует указать его номер, на-звание рисунка, фамилию автора, название статьи. На дискете рисун-ки и иллюстрации в формате TIF или JPG с разрешением не менее 300 dpi.

5. Математические формулы должны быть набраны как Microsoft Equation. Нумеровать следует лишь те формулы, на которые имеются ссылки.

6. Автор просматривает и ви-зирует гранки статьи и несет ответ-ственность за содержание статьи.

7. Редакция не занимается ли-тературной и стилистической обра-боткой статьи. Рукописи и дискеты не возвращаются. Статьи, оформ-ленные с нарушением требований, к публикации не принимаются и воз-вращаются авторам.

8. Шрифты, упомянутые в на-стоящих правилах можно получить в Редакционно-издательском отделе или в Центре информационных тех-нологий Павлодарского государ-ственного университета им. Торай-гырова.

9. Рукопись и дискету с мате-риалами следует направлять по ад-ресу:

637034, Республика Казахстан, г. Павлодар, ул. Ломова, 64,

Павлодарский государствен-ный университет им. С. Торайгыро-ва, редакция журнала "Наука и тех-ника Казахстана".

Тел. (8 3182) 45-06-74,45-11-43, факс: (8 3182)45-11-96.

E-mail: publish@psu.pvl.kz

Подписано в печать 08.06.2001 г.
Формат 297х420/2.
Печать трафаретная.
Уч.-изд.л. 13,33
Заказ № Ж-06-14
Тираж 300 экз.

Редакционно-издательский отдел ПГУ им. С. Торайгырова

Изготовлено в РА "Gala-Graphic"

