

ISSN 1680-9165

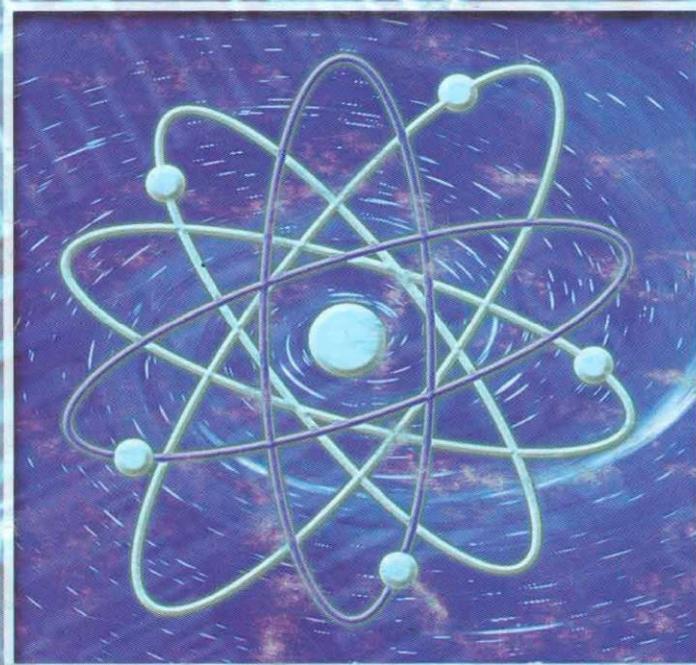
НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

ПАВЛОДАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. С.ТОРАЙГЫРОВА



2'2002

НАУКА И ТЕХНИКА КАЗАХСТАНА



КАЗАХСТАН
ҒЫЛЫМЫ МЕН ТЕХНИКАСЫ

f S ^ Q g 2 0 0 2

* 3

S i

п 3

п и.

† Ш

Б

О X

Е

О

Р

6

И

К

М

Ш

М

М

М

М

М

М

М

М

М

М

М

М

М

М

М

М

М

М

М

М

М

М

М

М

Г.Т.Балақаева

CaO-B₂O₃-SiO₂-H₂O жүйесінің тетраэдризациясы.....53

Д.А. Смагулова

Техникалық оңу орындарының студенттеріне арналған «қышқылдық - қалпына шөлгіру реакциясы» атты дәріс тақырабы бойынша өзекті мәселелерді жоспарлаудың психология - педагогикалық аспектілері61

К.А. Ақмалаев

ГЦПБ беріктілігінің судың мөлшеріне және ұнтақтылығына әсері.....67

М.П. Конбаева, Р.Н. Өтегулов, Х.К. Оспанов, А. С. Мәсәлімов

Унитолдық екі валентті темір иондарымын электронды құрлысы70

Н. Шрахметов, А. А. Жакеева

Болашақ маманның кәсіби білігін қалыптастырудың жолы - оқыту Үрдісін тиімді Ұйымдастыру.....77

О.А. Есимова, К.Б. Мусабеков, М.Х. Шигаева, С.К. Касымбекова

Метацид-додецилсульфат натриінің көпкешейді бактерицидті сипаты.....82

О.Т. Жилкибаев

2-фенилдекагидрохинолиндердің синтезі және стероидхимиясы.....88

Т.В. Линкер, А.С. Сармурзина, К.С. Баишев

Қоршаған орта нысаналарынан тиым саланған және қажетті емес пестицидтердің инактивация технологиясы.....92

Т.С. Сабырое

I Банахов кешстігіндегі дифференциалды дәрежесінің жалпы мәселелері теңдеулердің жалпылама шешімдері 98 ж.,

Х.Н. Жанбеков, К.Б. Мусабеков, Ж.С. Мукатаева, М.А. Оразбаева

Сырдария өзен бассейндегі радионуклидтердің қатысымы.....107

Техникалық ғылымдар

А.Л. Можжевитинов, М. А. Шынтеміров

Бөлшектенген қирау призмасы бар құлама орнықтылығын бағалау.....110

Б.Б. Телтаев, Г.Б. Умарова

Издание зарегистрировано Министерством культуры, информации и общественного согласия Республики Казахстан. Свидетельство о постановке на учет средства массовой информации №1924-Ж.

2 0 0 2	<p>Автомобиль жолдарының жер төсемесінің су-тұздық күйін графо-аналогикалық балку диаграммасы әдісімен анықтау.....120</p> <p>Б.Б. Телтаев, Н.К. Кудерев, Г.А. Еспаева, С.Т. Дузельбаев</p> <p>Көлік құралдарын «А» тобының есептік жүктемесіне келтірудің ұсыныстары.....125</p> <p>Б.Б. Онегулов, Д.Б. Өтегулова, В.В.Ткаченко</p> <p>Болат және пластмассық құбырдағы электрөткізгіштердің габаритті-күндық параметрлерінің оңтайландырылуа130</p> <p>Б.Б. Өтегулов, Д.Б. Өтегулова, В.В. Ткаченко</p> <p>Кабельдік құрылыспен төселген кабельдік желілерінің габарит-күндық параметрлерін оңтайландыру.....140</p> <p>Г.Б. Шынтемірова</p> <p>Көпшілікке қызмет көрсету жүйеде бір ойынды ахуалды тиімдеу.....151</p> <p>М.А. Шышпеміров</p> <p>Жалық қамтамасыз ету жүйесіндегі бір ойыш құбылысын оңтайландыру.156</p> <p>М.Қ. Кудерин, Г.А. Лотов</p> <p>Павлодар облысындағы ақ саздардық кен орындары және оның перспективалары.....163</p> <p>П.В. Корниенко, А.Е. Рахмуханов</p> <p>Осы заманға сай жылуүстатқыштарды қолдана отырып бөлмелерде комфортты жағдайды жобалау... 166</p> <p>Р.М. Мустафина, Г.М. Мустафина</p> <p>Электромагниттік ілінгіштермен дірілдеуден қорғаныс құрылғыларының сызықтық емес кестелері.....179</p> <p>С.С. Донцов</p> <p>Еңбекті ғылыми ұйымдастыру: нормаландыру және нормативтік бағылаулардың түрлері.....186</p> <p>С.С. Донцов</p> <p>Нормативтік бақылаулардың нәтижелерін өндесу және еңбек шағындарының нормаларын жобалау.....190</p> <p>Аппарат</p> <p>Біздің авторлар.....195</p> <p>Авторларға арналған ережелер.....198</p>
---------	--

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.

СОДЕРЖАНИЕ

| \ J Q 2 4 S O o 2

НАУКА И ТЕХНИКА КАЗАХСТАНА

o <

b o
x cl

S 2

E I

ш

т

Ш

Ш S

£ o

O O

O O

5 *

X

cl

-

s o

x x

x x

1

Естественные науки*А. Б. Молдыбаев, К. М. Мамраева*

Расширение топливной базы металлургических предприятий и химической промышленности за счет получения спец. топлива из углѐотходов и некоксующихся углей Казахстана 7

А. В. Бобир, Э. Н. Сулейменов, Ю. П. Романтеев

Исследование образования ванадиевого геля из водшШ, растворов пентаоксида ванадия 11

А. Э. Дунай, И. В. Мальков

хлорида алюминия 15

В. А. Аникеева, И. В. Мальков, А. Нухулы -

Изменение теплоемкости водных растворов электролитов в зависимости от концентрации в связи с их химической природой 19

В. В. Рындин

Критический анализ изложения формулировок второго закона термодинамики в учебниках 28

В. Н. Фомин, Л. К. Салькеева, А. М. Газалиев

Синтез и исследование некоторых стирилфосфонатов 38

Г. С. Кунанбаева, С. М. Романова 22

Распределение тяжелых металлов в континентальных озерах под влиянием антропогенных факторов. . . . 47

Г. Т. Балакаева

Тетраэдризация системы CaO-B₂O₃-SiO₂-H₂O 53

Д. А. Смагулова

Психолого-педагогические аспекты планирования проблемной лекции по теме «Окислительно-восстановительные реакции» для студентов технических вузов 61

К. А. Ақмал а ев

Влияние прочности гипсо-цементного пуццилона на количество воды и порошка 67

КОРРЕКТОРЫ:

А. Ф. Зейнулина (каз.)
Е. И. Смольникова (рус.)

ВЕРСТКА

А. С. Подмиогин

Ns
KA

2 Q 0 2

Рекомендации по приведению транспорта средств к расчетной нагрузке группы "А"^М.....,125

o o

Б.Б. Утегулов, Д.Б. Утегулова, В.В.Ткаченко

м
o a.

Оптимизация габаритно-стоимостных параметров < электропроводок в стальных и пластмассовых трубах 130

Б.Б. Утегулов, Д.Б. Утегулова, В.В. Ткаченко

ш
Б*

Оптимизация габаритно-стоимостных параметров кабельных линий, прокладываемых по кабельным конструкциям.....140

Г. Б. Шинтемирова

* Я

AX

ш
Б*

Оптимизация одной игровой ситуации в системе массового обслуживания. ^.....151

М.А. Шинтемиров

i a.

Оценка устойчивости откосов с монолитной призмой обрушения.....156

М.К. Кудерин, Г. А. Лотов

KA

ш
Б*

Месторождение беложгущихся глин в Павлодарской области и его перспективы.....;.....163

П.В. Корниенко, А.Е. Рахмуханов

Проектирование комфортных условий в помещениях с использованием современных утеплителей.....166

Р.М. Мустафина, Г.М. Мустафина

Нелинейные режимы виброзащитных устройств с электромагнитным подвесом. 179

С.С.Донцов

Научная организация труда: нормирование и виды нормативных наблюдений.....186

С.С.Донцов

Обработка результатов нормативных наблюдений и проектирование норм затрат труда.....190

Информация

Наши авторы 195
Сведения для авторов 198

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

УДК 662.65 (574)

РАСШИРЕНИЕ ТОПЛИВНОЙ БАЗЫ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ И ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ЗА СЧЕТ ПОЛУЧЕНИЯ СПЕЦ ТОПЛИВ ИЗ УГЛЕ ОТХОДОВ И НЕ КОКСУЮЩИХ УГЛЕЙ КАЗАХСТАНА

А.Б. Молдыбаев, К.М. Мамраева

ЗАО «Институт органического синтеза и углехимии РК»

Көмір және химиялық өнеркәсіптің жартылай өнімін қайта өндеумен қалдықтарін зерттеу нәтижесі Ері ұсынылады.

Представлены результаты исследований по переработке полупродуктов и отходов угольной и химической промышленности.

The research results on processing semiproducts and waste of coal and chemical industry are presented.

Важной топливной составляющей является каменноугольный кокс, используемой в основном в доменном производстве.

Примерно 20% производимого кокса используется для нужд не доменных производств - в ферросплавной, цветной металлургии, химической и других отраслях промышленности, что невыгодно для производства, т.к. при этом применяют дефицитные и весьма дорогие коксующие угли, выход которых с каждым годом сокращается.

В связи с этим необходимы пути

поиска направленные на замены металлургического кокса другими видами восстановителей в агломерационном, литейном, и ферросплавном производствах, а также в цветной металлургии и химической промышленности.

Как, установлено для не доменных производств не требуется столь высококачественный и в то же время дорогой кокс. Кроме того, разные по характеру производства выдвигают иные, чем черная металлургия, требования к его качеству, в частности по

реакционной способности, электросопротивлению и прочие.

Потребность остродефицитного кокса для недоменных производств (ферросплавное, фосфорное, карбидное и. литейное) только на предприятиях Казахстана составляет примерно около 2.0 млн. тонн. Кроме того, следует отметить, что низкая реакционная способность и высокая электропроводимость доменного кокса не удовлетворяет специфике электротермических процессов производства ферросплавов, фосфора и карбида кальция.

Низкокачественные угли и другие некондиционные твердые горючие ископаемые (11 И) "отходы углеобогащения и флотохвосты) необходимо утилизировать в первую очередь и преимущественно в виде высокозольного кокса {спецкокса}.

Казахстан располагает огромными запасами некоксующихся углей, в т.ч. малосернистых Майкубенских бурых и Шубаркольских (длиннопламенных) углей отличающихся пониженной зольностью. В настоящее время угли указанных месторождений используются в основном как энергетическое топливо, что обуславливает низкую эффективность их переработки, и загрязняет окружающую среду.

В лабораторных условиях разработаны рациональные технологические параметры получения спец кок-

са и определены технические требования на их производство.

Вовлечение новых видов сырья - вторичных ресурсов (угле отходы, угольную мелочь, шламы обогатительных фабрик,) позволяет, проводить политику ресурсосбережения природных богатств Казахстана, повысить эффективность производства продукции и улучшить окружающую природную среду.

Целью настоящей работы было получения спец топлива на основе некоксующихся углей и угле отходов и высокозольных углей Карагандинского угольного бассейна.

В лаборатории разработаны научные основы переработки полупродуктов и отходов химической и угольной промышленности, а также проведены исследования по вовлечению в производство некоксующихся углей для получения спец кокса.

Мы сочли необходимым провести исследование с целью проведения процесса совместного коксования шламов обогатительной фабрики (ОФ), некоксующихся и высокозольных углей и угольной мелочи.

В качестве исходного сырья использовали шламы различных ОФ, высокозольные угли Карагандинского угольного бассейна, некоксующиеся угли открытых угольных месторождений, а также отсева угля Борлинского месторождения. Характеристика исходных проб приведены в таблице 1.

Таблица 1

Пробы	Технический анализ, %			
	W ^a	A	у ^{<ш}	C ^{Гн}
Шубаркольский уголь	17,64	5,63	36,72	49,65
Шлам ш. Костенко	30,10	37,50	20,71	51,11
Шлам ш. 38	39,10	35,80	22,05	46,36
Уголь ш. Саранская	9,03	40,64	20,39	35,99
Шлам ОФ				
Байтамская	27,50	35,20	21,06	50,19
Отсев угля Борлы	08,10	35,18	23,17	41,00

Процесс коксования проводили согласно ГОСТ - 18635-73. Продукты термического разложения отводились через трубку. Реторта с навеской шихты помещалась в печь для коксования и нагревали реторту до 950°C. Выдерживали при этой температуре 30 минут.

Вес конденсата определяли по

разности веса колбы приемника до и после опыта. Воду от конденсата отделяли методом дистилляции. Разность между весом исходной шихты и суммой твердых и жидких продуктов дают количество летучих.

Качественные характеристики кокса из составляющей шихты сведены в таблице 2.

Таблица 2

Характеристика кокса из опытных шихт

№.№ вариантов	Технический анализ, %			Спекаемость по методу							
				ХПИ, %			ИГИ-Дмети			Сапож-никова	
	W ^н	y ^{daf}	S ₀₆	ГОСТ 17621-72			ГОСТ 14056-77			ГОСТ 1 186-87	
				Ж	Т	Г	Ив. мм	Пв, сек	Пн, сек	Х, мм	У, мм
Шламы	37,5	20,71	0,43	4,4	76,1	19,5	10	144	48	38	6
I	34,2	29,90	0,80	6,2	71,1	22,7	11	58	250	41	10
II	37,9	31,40	0,85	6,3	71,1	22,6	0	—	—	42	09
III	44,6	33,40	0,93	6,5	67,6	25,9	0	—	—	42	09
IV	29,6	28,60	0,84	4,9	72,8	22,3	10	48	240	39	10
Шихта Испат- КарМК	9,7	29,50	0,67	16,5	61,5	22,0	86	150	240	35	19

По зольности и выходу летучих продукты термической обработки составленные шихты мало отличаются

между собой. Качество полученных спец коксов из составленных шихты иллюстрируются в таблице 3.

Таблица 3

Качественная характеристика кокса из составленной шихты.

№№ варианты	Ситовый состав, %				M _n , %		Структурная прочность, %	Реакционная проч %	Технический анализ	
	+40 мм	25-40 мм	10-25 мм	0-10 мм	M25	M10			A'	Уааі
I	96,9	-	-	3,1	85,7	13,8	57,5	0,86	40,7	1,6
II	94,8	-	1,1	4,1	81,3	17,7	47,8	0,89	46,3	2,2
III	96,9	-	-	3,1	80,1	19,6	46,4	0,98	30,2	1,4
IV	96,7	-	0,3	3,0	85,4	14,4	51,9	0,98	35,8	2,3
Кокс КМК	95,6	2,5	1,3	0,6	88,6	09,0	83,5	0,45	12,5	0,9

После коксования Шубаркольского угля и шлама каждого отдельно конгломерата кокса не образуется. Кокс из этих материалов имеет высокую реакционную способность, структурная прочность практически отсутствует, что говорит о низкой механической прочности полученных термических продуктов.

В отличие от вышеуказанной продукции, шихты составленные из высокозольных и не коксующихся углей, а также из их отходов (шламы ОФ, угольной мелочи и отсеков) после термической обработки образуют конгломераты.

Лучшей спекаемостью облада-

ют шихты I и IV вариантов, толщина пластического слоя 10 мм, Ив - 10-11 мм. Соответственно кокс из данных вариантов опыта имеет относительно высокую механическую прочность M25-85,4-85,7%. Реакционная способность опытных коксов в два раза выше кокса Испат - КарМК.

Следовательно, на базе углей Майкубенского и Шубаркольского месторождений, и углеотходов могут быть получены спец. топливо, используемые в агломерации руд (концентратов) черных и цветных металлов и фосфоритов, производстве ферросплавов и фосфора и других химических отраслях.

УДК 544.27

ИССЛЕДОВАНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ ВАНАДИЕВОГО ГЕЛЯ ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ПЕНТАОКСИДА ВАНАДИЯ

А.В. Бобир, Э.Н. Сулейменов

Институт металлургии и обогащения МОН РК

Ю.П. Романтеев

Казахский национальный технический университет

им. К. Сатпаева

Провиметрикалық әдіспен ванадия пентоксидінің су ерітіндісінен ванадилік мезогейдің қалыптасуы зерттелінеді.

Исследовано формирование ванадиевых мезогелей из водных растворов пентаоксида ванадия гравиметрическим методом. Установлено, что псевдоколлоидные частицы ванадиевого полимера можно уподобить микрочастицам геля.

Formation of vanadium mezodels from water pentaoxid vanadium mixtures by gravimetric method are studied . It's set, that pseudo colloid particles of vanadium polimer can he assimilated with gel microparticles.

Исследование строения растворов оксида ванадия-5 представляет как практический (совершенствование технологии получения металлического ванадия и функциональных материалов), так и фундаментальный интерес. С точки зрения общих проблем физической химии жидкости важность этой проблемы связана с тем, что в таких системах могут протекать выраженные процессы структурообразования [1] различного уровня сложности (само-

произвольное образование полимерных кислот, сравнительно небольших надмолекулярных агрегатов и т.п.). Тем самым, отталкиваясь от достаточно простой по исходному химическому составу системы, можно последовательно проследить за различными уровнями строения жидкости [2,3].

В работе использовались растворы оксида ванадия - 5 в диапазоне концентраций от 0,1 до 10 г/л. Для получения раствора расплав-

ленный оксид ванадия (температура 500-550°C) вливали в дистиллированную воду и перемешивали. При проведении экспериментов использовались свежие порции раствора, полученные разбавлением до нужной концентрации. Использовались зонды, выполненные из меди, железа, алюминия, титана, дерева, фильтр-ткани и других материалов. Для всех этих материалов при погружении проволочного (или иного) зонда в раствор наблюдалось явление самопроизвольного образования ванадиевых мезогелей (по внешнему виду они представляют собой темно-коричневые непрозрачные образования, имеющие консистенцию затвердевшего студня и повторяющие форму зонда). Кинетика образования геля для металлических зондов регистрировалась гравиметрически.

Одновременно отдельно определялись степени набухания полученных образцов Q на периферийных и во внутренних участках образцов:

$$Q = (m_s - m_d) / m_d$$

где m_s и m_d - массы исходного и прокаленного образцов.

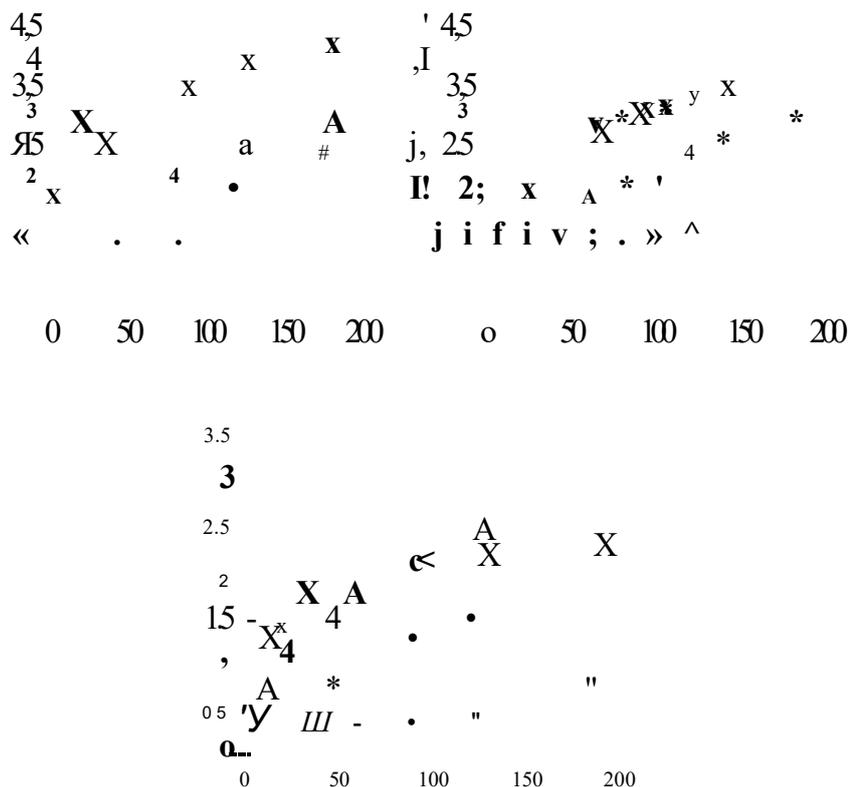
Масса сухого вещества измерялась после прокаливания в муфельной печи при температуре

550°C. При такой температуре не происходит разрушения ванадий - кислородного каркаса и полученные величины можно трактовать как степень набухания сетки.

Типичные примеры кинетических кривых формирования ванадиевых мезогелей (зависимости приращения массы геля от времени) представлены на рис. 1. Видно, что скорость образования гелей существенно зависит от материала зонда, причем последовательность расположения кривых в ряду «алюминий - медь - железо» остается неизменной для всего исследованного диапазона концентраций, а кинетические кривые, отвечающие титану, имеют особенности (более быстрый выход на насыщение, что приводит к изменению порядка расположения кривых на рис. 1 в).

Контрольные измерения, проведенные для неметаллических «зондов» (использовались полоски картона), показывают, что в этом случае насыщение достигается еще быстрее (уже на 10-20 минутах). При этом масса образующегося геля имеет величину, на порядок меньшую, чем для металлических зондов. Важно также подчеркнуть, что диаметр полученных образцов имел величину, по крайней мере, на порядок превышающую исходный диаметр зонда.

Кинетика формирования мезогелей из раствора оксида ванадия-5 при концентрациях 1,9 (а) 3,67 (б) 7,35 g/l (в)



(• - алюминий, * - медь, ' - железо, x - титан)

Рисунок I

Было установлено, что плотность распределения вещества гидрогеля по объему неоднородна (это было экспериментально доказано с помощью определения степени набухания мезогеля на периферийных и во внутренних областях). Плотность гидрогеля во внутренних областях заметно превышает плотность геля в наружных (табл. 1).

Таблица 1

Распределение степени набухания ванадиевого геля по объему образца (образцы выращены на медном зонде при различных исходных концентрациях раствора)

C	Q, center	Q, ext.	Q, aver.
1,75	18	100	63,1875
3,68	48	60	42,92
10,38	22	20	29,095

Было также установлено, что полученный мезогель может служить генератором электродвижущей силы (ЭДС). А именно, если поместить образец в слабый раствор Соли и замкнуть электрическую цепь, используя зонд как электрод, и дополнительный электрод, расположенный вдали от поверхности геля на расстоянии 1-2 см, то в этой цепи образуется разность потенциалов порядка сотен милливольт. Протекание тока сопровождается разрушением гидрогеля (он постепенно переходит в раствор). Ненулевая ЭДС существует, в том числе и тогда, когда дополнительный электрод и зонд выполнены из одного и того же металла.

Вывод: Проведены прямые эксперименты по исследованию структуры неорганического водного раствора. Формирование ванадиевых мезогелей может рассматриваться

как макроскопическое проявление процессов самоорганизации, которые спонтанно протекают в растворе. На этом примере можно видеть, как изучение макроскопических образцов решает «проблему наглядности». В этом смысле псевдоколлоидные частицы ванадиевых полимеров можно уподобить микрочастицам геля. Изучив их свойства вполне доступными, например, гравиметрическими методами, можно прогнозировать поведение частиц в растворе, а, следовательно, и установить его структуру. Это, в свою очередь, является основой для создания новых технологий, в которых процессы самоорганизации будут использоваться направленно. Кроме того, изучение таких и им подобных аналогий решает вопрос о возмущающем влиянии процесса измерения - для макроскопических образцов он отпадает сам собой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Заславский Г.М. Стохастичность динамических систем. М. Наука. 1984. 312 с.

2. Сулейменов И.Э., Козлов В.А., Бимендина Л.А., Бектуров Е. А. Самоорганизация органических и неорганических полимеров в воде.

Алматы. Дайк-пресс. 1999. 217 с.

3. Suleimenov I., Қозлов V., Suleimenov E., Bekturov E. Kinetics of formation of inorganic hydrogels in solutions of oxide of vanadium -5 II Problems of evolution of opened systems. Almaty 2000 P. 86-97.

УДК 669.049.7

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА СУБЛИМАЦИИ ХЛОРИДА АЛЮМИНИЯ

V

А.Э. Дунай, И.В. Мальков*Павлодарский Государственный Университет
им. С.Торайгырова*

Бұл жұмыста алюминий хлориді сублимациясының сапасын жогарлату және қондырғы өнімділігін арттыру жағайы іздестірілген.

В данной работе проведен поиск наиболее благоприятных условий проведения процесса сублимации хлорида алюминия с повышением качества продукции и увеличением производительности установки.

This work is concerned with searching for the most favourable conditions of process holding of chloride aluminium sublimity with improving of production quality and productive setting increase.

Производство сублимированного хлористого алюминия основано на возгонке технического хлористого алюминия. В результате процесса получается сублимированный хлористый алюминий с пониженным содержанием $77C/4$ и $FeCl^{\wedge}$

Значимость производства хлорида алюминия обусловлена широкой областью его применения. Хлорид алюминия - эффективный катализатор разнообразных реакций органического синтеза. Его широко применяют в процессах алкилирования, ацилирования, гидрогенизации. В качестве катализатора $AlCl^{\wedge}$ используют при производстве сма-

зочных масел и моторных топлив, синтетического каучука и других полимерных материалов; его применяют для очистки нефти и масел от серы, а также для очистки от высокомолекулярных органических примесей.

Метод сублимации основан на различии температур возгонки безводного хлористого алюминия и примесей. Для уменьшения температуры плавления $AlCl^{\wedge}$ используют солевые расплавы хлоридов алюминия, натрия, железа и др., смеси которых имеют температуру плавления при атмосферном давлении ниже 403К и температуру кипения

выше 523К [1,2].

Метод химического восстановления основан на восстановлении $FeCl_3$ до менее летучего $FeCl_2$ или Fe , $TiCl_4$ до $TiCl_3$. В качестве восстановителей используются твердые или расплавленные металлы (Ca, Mg, Zn, Na, Fe, Pb и другие) кокс, восстанавливающие газы (H_2 , светильный или водяной газ). Для уменьшения летучести безводного хлористого алюминия к нему обычно добавляют $NaCl$ и восстановление ведут в расплаве $NaCl -$

$AlCl_3$ при 433 - 523К, последующее отделение очищенного $AlCl_3$ от восстановленных примесей осуществляется сублимацией.

4

Метод химического восстановления сравнительно прост в аппаратном оформлении, в результате чего используется в промышленности [3]. При сублимации безводного хлористого алюминия из расплава $NaCl - AlCl_3$ в присутствии алюминиевой стружки обеспечивается выпуск очищенного продукта двух сортов по ОСТ 6-01-300-74:

Содержание, %	1 сорт	2 сорт
$AlCl_3$, не менее	99,7	98,7
$FeCl_3$, не более	0,04	0,10
$77Cl_4$, не более	0,4	0,6

Существенным недостатком принятого в производстве метода является значительное количество потерь (20 - 25%) сублимированного хлористого алюминия. Потери обусловлены связыванием хлорида алюминия в соединение $NaAlCl_4$ и $2AlCl_3 * FeCl_2$, которые устойчивы в условиях сублимации. Накопление $FeCl_2$ в расплаве (обычно до 15-20 %) и периодическая загрузка безводного хлористого алюминия вместе с алюминиевой стружкой в сублиматор, вызывают колебания состава расплава и температуры процесса в интервале 453 - 493К. Это приводит к нестабильности качества очищенного продукта. Недостатком про-

мышленного способа получения хлорида алюминия повышенной чистоты является также отсутствие рациональных схем утилизации отработанного шлама, который разлагают водой и сбрасывают в канализацию.

Реакции взаимодействия алюминия с хлоридами железа в расплавах $NaCl - AlCl_3, AlCl_3 - FeCl_3$ являются автокаталитическими и развиваются с индукционным периодом, который уменьшается или исчезает совсем при повышении температуры и увеличении количества реагирующих веществ, при условии предварительного удаления с поверхности алюминия пленки оксида. Увеличение выхода металлического

железа наблюдается с ростом температуры, концентрации и удельной поверхности алюминия, интенсивности перемешивания расплава, продолжительности процесса восстановления. Так, при расходе алюминия 200 % от стехиометрически необходимого, степень восстановления хлорного железа до металла при 473К составляет 39 % за 1 час [5].

На практике реальный процесс осложняется побочными реакциями, в результате чего показатели технологии очистки безводного хлористого алюминия значительно отличаются от лабораторных, выполненных в стеклянной аппаратуре с применением сравнительно чистых веществ. Реакции восстановления протекают не до конца, в расплаве остается до 1 % $FeCl_2$. Для последующего же выделения чистого продукта используется метод сублимации, имеющий ограниченные возможности по отделению примесей, содержание которых определяется температурой процесса и степенью отбора продукта. Нами установлено так же, что в реальных условиях качество безводного хлористого алюминия ухудшается и по мере роста уровня расплава в сублиматоре. Это обусловлено накоплением в расплаве продуктов гидролиза безводного хлористого алюминия и примесей. Восстановление $FeCl_3$ протекает до $FeCl_2$, который связывается, по данным [6], с безводным хлористым алюминием в соеди-

нении $2AlCl_3 \cdot FeCl_2$, кристаллизующееся при 488К; эвтектика, образованная этим соединением и безводного хлористого алюминия, соответствует содержанию 22,5% $FeCl_2$ и плавится при 441К согласно [7,4], данное соединение повышает вязкость расплава, вследствие чего ухудшаются условия восстановления примесей и снижается давление паров $AlCl_3$; при накоплении $FeCl_2$ в расплаве (обычно до 15%) в него, с целью уменьшения вязкости, периодически добавляют NaCl который увеличивает количество жидкой фазы.

Расчеты показывают, что теоретические потери сублимированного хлористого алюминия при очистке за счет связывания в соединения $NaAlCl_4$ и $AlCl_3 \cdot FeCl_2$ не должны превышать 10%. Реальные потери безводного хлористого алюминия в 2-2,5 раза выше теоретических, что обусловлено наличием значительных количеств хлоридов железа в расплаве, ограничивающих температуру процесса сублимации на уровне 493-503К, а следовательно, и степень отбора продукта требуемого качества.

Для повышения качества безводного хлористого алюминия нами предложено заменить ввод металлического алюминия в виде стружки на алюминиевый порошок марки АПВ.

Было установлено [8], что увеличение удельной поверхности восстановителя положительно отража-

ется на качестве безводного хлористого алюминия как в лабораторном, так и в промышленном масштабах. Количество примесей хлоридов железа и титана снижается более чем в 2 раза как в очищенном продукте, так и в расплаве, что позволило увеличить выход $AlCl_3$ на 2 %. Оптимальным для выпуска безводного хлористого алюминия 1 сорта по ОСТ 6-01-300-74 является расход алюминиевого порошка 1-2 %. Расхождение результатов лабораторных и промышленных испытаний обусловлено коррозией материала сублиматора ($FeCl_3$) и способом введения реагентов в расплав

Шфцк

Для повышения производи-

тельности установки нами разработан узел ввода шихты $AlCl_3 - Al$ в расплав под его поверхность с помощью вертикального шнека. Это позволило уменьшить возгонку и унос примесей и продуктов гидролиза и тем самым увеличить содержание основного вещества в безводном хлористом алюминии до 99,34 %.

Итак, в результате патентного поиска и исследовательской работы принят метод очистки возгонкой $AlCl_3$ из расплава солей $AlCl_3 - NaCl$, и последующей конденсацией сублимированного $AlCl_3$. Получаемый продукт с низким содержанием $FeCl_2$ и $77C4$ отвечает высоким требованиям к чистоте хлорида алюминия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пат. 3336731 (США). Procedures for treating gaseous aluminum halide/N.W.Phillips, F.W.Southam. Заявл. 17.05.65; Оpubл. 22.06.67. МКИ 55-71.

2. Наумова Т.Н., Быкова И.Г. Глубокая очистка хлористого алюминия от примеси железа. // Журнал прикл. химии, 1970, Т.43., № 1, с. 164-166.

3. Фурман А.А. Неорганические хлориды. М., Химия, 1980, с-416.

4. Данов С.М., Анисимов Г. А. Методы очистки безводного хлористого алюминия (обзор работ). - Труды по химии и хим. технологии (Горький), 1963, т. № 2, с. 215-226.

5. Коган В.М. Исследование в

области хлорирования алюминия в расплаве с переносчиком хлора. Автореф. дисс. на соиск. уч.степ.канд.-техн.наук. М., 1967, с. 19.

6. Труханов Н.Л., Рабовский Б.Г. Изучение процессов, происходящих при очистке безводного хлористого алюминия от железа. - Труды по химии и хим.технологии (Горький), 1959, №> 1, с.49-52.

7. Фурман А.А., Рабовский Б.Г. Основы химии и технологии безводных хлоридов. М., Химия, 1970. с.256.

8. Поважный Б.С., Щетинин Л.К., Бакалкин А.Н. Исследование условий очистки хлористого алюминия. - Хим. промышленность, 1983, №3, с. 152-154.

УДК 544.2

ИЗМЕНЕНИЕ ТЕПЛОЕМКОСТИ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ЭЛЕКТРОЛИТОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОНЦЕНТРАЦИИ В СВЯЗИ С ИХ ХИМИЧЕСКОЙ ПРИРОДОЙ

В.А. Аникеева, И.В. Мальков, А. Нухулы

Павлодарский Государственный Университет

им. С. Торайгырова

Аналган мақалада көлемдерді және жылу сыйымдылықтардың концентрациялық тәуелділігі пилдау жасалған. Табылған заңдылықтар ерекше нүктелерді табуға мүмкіндік береді, илар энергетикалық тиісті пайдалы ертінді.ігрдің күшЕрі сипотталады.

В данной статье проведен анализ концентрационных зависимостей объемов и теплоемкостей. Выявлены характерные закономерности, позволяющие найти «особые точки», соответствующие энергетически выгодным состояниям растворов.

In the given article the analysis of a dependence laws of a volume and heat capacity. Reveal the distinctive conformity to natural, which are allow to find the "particular point". coniform to energuly advantageous condition of solution.

В работах [1], [2] было показано изменение вида концентрационных зависимостей теплоемкостей и объемов при пересчете их с удельных величин на мольные. На таких зависимостях появлялись экстремумы: минимумы и максимумы на разных участках оси концентраций. В данной работе мы провели анализ этих «особых» точек, на наличие

которых указывал еще Д.И. Менделеев [3]. Для концентрационных зависимостей теплоемкостей характерны четыре вида кривых $C_n=f(m)$.

Первый вид (рис. 1) характерен для достаточно сильно гидратирующихся электролитов, но для которых не характерна ассоциация и комплексообразование до определенных концентраций.

Кривая первого типа

См

«Г, •

Г $m_{гид} x^4$

Рисунок 1

К таким электролитам относятся галогениды натрия, калия и других щелочных металлов. Анализ положения минимума показал, что с достаточно высокой точностью он соответствует так называемой границе полной гидратации электролита (ГПГ). Это понятие определяет такую концентрацию электролита в растворе, при которой все молекулы воды находятся только в ближайшем окружении вокруг ионов в соответствии с координационными числами гидратации (КЧГ). По представлениям П.А. Загорца, В.И. Ермакова, А.П. Грунау и других авторов [6], [7], ионы в растворе окружены множеством слоев воды, причем каждый слой молекулы воды, все более отстоящей от иона, имеет меньшую энергию связи с ионом, поэтому может достаточно легко уходить из структурной организации иона. Поэтому такой уход не сказывается на концентрационных зависимостях теплоемкостей. Количество молекул воды в каждом

слое определяется по формуле:

где n - координационное число гидратации;

i - номер слоя;

На основании ГПГ были определены координационные числа гидратации для ряда электролитов (см. табл.1), которые определялись по формуле:

$$n = \frac{55,5083}{m_{гид}}$$

Появление местного максимума на небольшом удалении по концентрации от минимума достаточно четко совпадает с уходом первой молекулы воды из первой сферы гидратации, после чего, вероятно, начинается деструктурирование воды в первой оболочке, увеличивается число частиц и поэтому уменьшается теплоемкость.

Таблица 1

Значение $\sigma_{ГПГ}$ и КЧГ, полученные из концентрационных зависимостей мольных теплоемкостей

Электролит	$\sigma_{ГПГ}$	КЧГ
NaCl, NaBr, NaJ	3,96	14(6+8)
KCl, KBr, KJ	3,96	14(6+8)
CaCl ₂ , CaBr ₂ , CaJ ₂	2,52	22 (6+8*2)
NiCl ₂ , NiBr ₂ , NiJ ₂	2,52	22 (6+8*2)
LaCl ₃	1,73	32 (8+8*3)

Для 1:2 электролитов, для которых в растворе нет ярко выраженных процессов гидролиза и комплексообразования при относитель-

но небольших концентрациях, минимум на концентрационной зависимости также достаточно четко соответствует ГПГ (рис.2).

Кривая второго типа

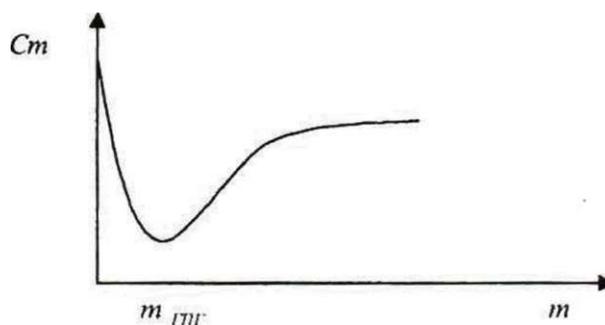


Рисунок 2

Кривая второго типа с минимумом на концентрационной зависимости при концентрациях значительно меньших $\sigma_{ГПГ}$ характерна для электролитов, сильно гидролизующихся по катиону. Например, солей алюминия, никеля, цинка. В результате гидролиза уже при незначительных концентрациях выделя-

ется значительное количество катионов водорода, которые сильно гидратируются, снижая тем самым теплоемкость. При больших концентрациях гидролиз частично подавляется и ввиду многозарядности катионов начинается ассоциация, приводящая к увеличению теплоемкости.

Кривые третьего типа (рис.3)

связаны с отсутствием минимума на зависимости $C_m=f(m)$ и характерны для солей с преобладанием процесса ассоциации уже при малых

концентрациях, таких как галогениды кадмия, нитраты цинка и талогениды некоторых других d-металлов.

Кривая третьего типа

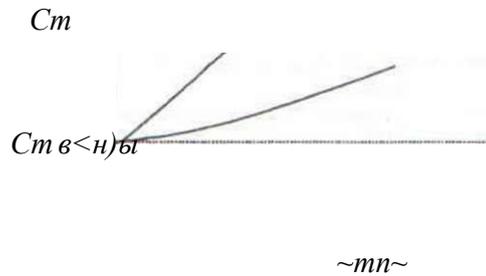


Рисунок 3

По кривым, имеющим минимумы не в области $T_{гпг}$, тоже можно рассчитать КЧГ. так как они соответствуют полному исчезновению в окружении ионов, или в третьей, в четвертой оболочке молекул воды.

Получаемые при этом КЧГ хорошо согласуются с литературными данными. полученными другими методами [4].

Четвертый тип кривых (рис.4) характерен для галогенидов натрия (NaJ , $NaCl$, $NaBr$).

Кривая четвертого типа

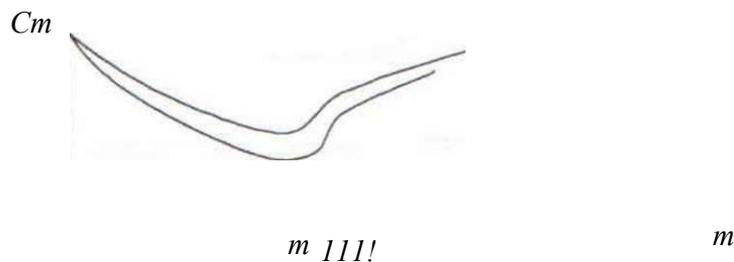


Рисунок 4

Концентрационные зависимости удельных объемов растворов монотонны и не несут в себе явной ин-

формации о структуре растворов. Причем с увеличением молекулярной массы растворенного вещества

удельный объем закономерно уменьшается (рис.5).

Концентрационная зависимость удельных объемов

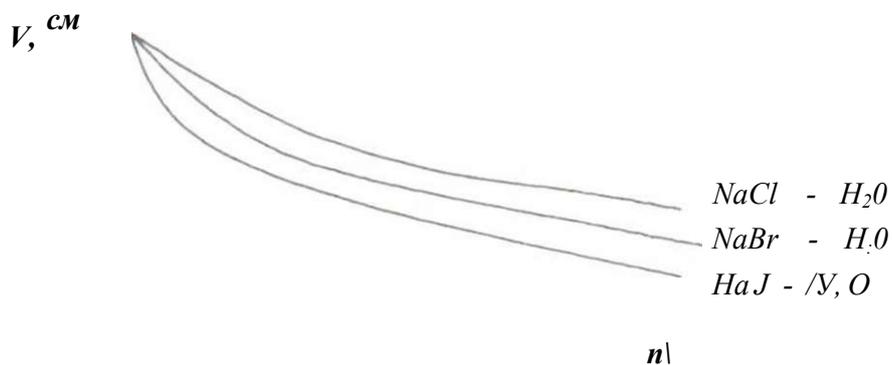


Рисунок 5

Картина меняется при использовании мольных объемов растворов (рис.6).

Концентрационная зависимость мольных объемов

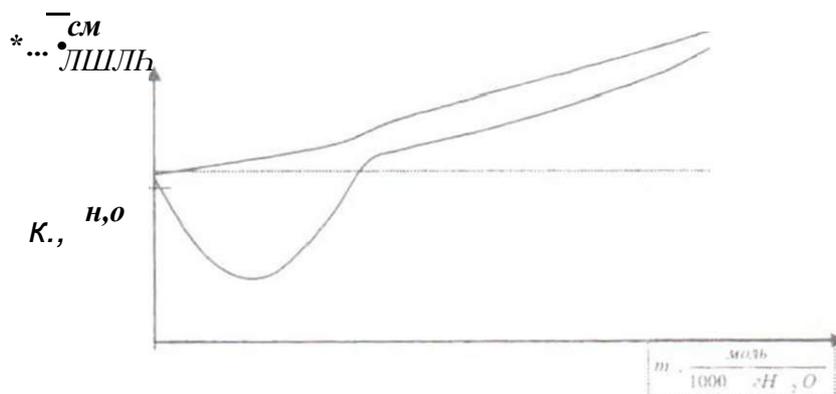


РИСУНОК 6

$$V_m = M \cdot v$$

где $M_{\text{ер}}$ - средняя молекулярная масса раствора;

v - удельный объем, г/см³

Меняется порядок расположения кривых $V_m=f(m)$. На них проявляются точки минимумов в разных областях концентраций в зависимости от природы растворенного вещества и температуры (рис.7).

Зависимость расположения точек минимумов на концентрационных зависимостях мольных объемов в зависимости от природы электролитов

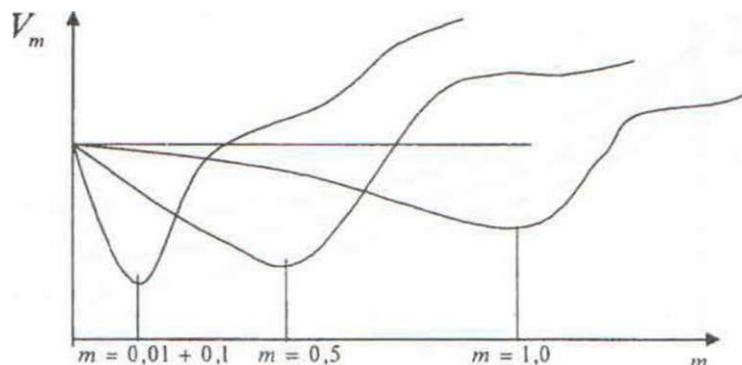


Рисунок 7

На концентрационных зависимостях мольных объемов точки минимума проявляются совершенно в других областях концентраций, чем для мольных теплоемкостей. Причем они характерны лишь для электролитов с малой молекулярной массой, таких как хлориды лития, натрия, магния и для электролитов с малой молекулярной массой и многозарядным катионом. Для таких систем минимум проявляется при концентрациях меньших, чем 0,1 моль/1000г. H_2O и с достаточной точностью они соответствуют исчезновению четвертой оболочки молекулы воды в окружении катиона и аниона, при этом правило Загорца, Грунау [4]:

$$lg, = 3$$

полностью соблюдается, то есть в каждой оболочке по удалению от иона, число молекул воды утраивается.

Для бромидов, иодидов и других электролитов, содержащих анион с большой молекулярной массой, минимума не наблюдается. Однако, если сравнивать полученные при этом кривые концентрационных зависимостей с прямыми, полученными суммированием мольных объемов растворителя и растворенного вещества по методу Лященко [11], то разности мольных объемов экспериментальных и расчетных тоже имеют местный минимум (рис.8).

Концентрационные зависимости мольных объемов

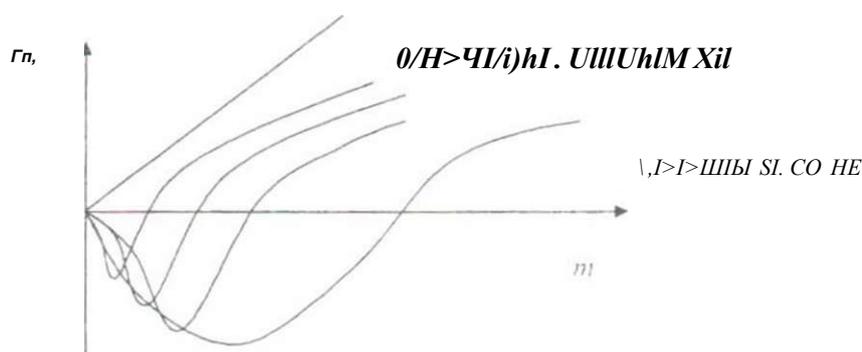


РИСУНОК 8

Для сильно гидратирующихся катионов d-элементов минимум становится значительно более глубоким по изменению объема и соответствует как правило исчезновению не четвертой, а третьей оболочки, то есть в области концентраций 0.5 - 0.6 моль/1000г.Н,0. К таким системам относятся хлориды никеля, кобальта, железа (рис 8).

Для солей с сильным комплексобразованием в водных растворах, например галогенидов кадмия, минимум отсутствует или находится в области очень сильных разбавлений, данные по свойствам которых отсутствуют.

Анализ концентрационных зависимостей теплоемкостей и объемов подтверждает справедливость высказывания Д.И. Менделеева о том, что растворы в большей степени являются химическими системами, чем физическими, то есть при разных соотношениях

количеств растворенных веществ и растворителя мы имеем дело с разными веществами, имеющими различное строение и переход от одного вещества к другому при изменении концентрации связан с достаточно резкими, скачкообразными изменениями свойств. Здесь также соблюдается закон перехода количественных изменений в качественные. как и для всей периодической системы, в результате весь диапазон концентрационных зависимостей свойств растворов разбивается «особыми точками» экстремумов на отдельные диапазоны. Еще Д.И. Менделеев указывал, что построить единую математическую зависимость свойств растворов от концентрации вряд ли удастся и необходимо вычленять зависимости для каждой области концентраций между «особыми точками». Мы выделяем четыре та-

ких области:

1. Область низких концентраций - область преобладающей гидратации с резким понижением таких свойств как теплоемкость и объем в связи с разрушением структуры воды и объединения молекул в прочные гидратные оболочки ионов. Рассмотрению математических зависимостей некоторых свойств в этой области будет посвящена следующая наша статья.

2. Область разрушения первой гидратной оболочки с увеличением свободных молекул воды, лежащая между ГГИГ и вторым экстремумом.

3. Область ассоциации ионов с образованием ионных пар, тройников и т.д., окруженных молекулами воды.

4. Область вблизи насыщенных растворов.

Приведенные нами в статье данные свидетельствуют в пользу того, что рассмотрение систем с одинаковым числом входящих в них частиц, также как и для индивидуальных веществ, для растворов весьма плодотворны. Для свойств, зависящих от очень многих факторов (теплоемкость, объем, вязкость, электропроводность), он позволяет выявить характерные закономерности. «Особые точки» соответствуют энергетически выгодным состояниям растворов и поэтому в жидких средах организмов поддерживаются концентрации, близкие к «особым точкам», что важно при моделировании этих сред.

ЛИТЕРАТУРА

1. Swift T.J., Sayre W.G. Determination of hydration numbers of cations in aqueous solutions by means of proton NMR. - *J.Chem.Phys.*, 1966. v.44, №9, p.3567-3574.

2. Мищенко К.П. Сольватация ионов в растворах электролитов. 1. Химические теплоты сольватации отдельных ионов и приближенное вычисление энергии сольватации. - *Ж.физ.химии*, 1952, т.26, №12, с. 1736-1739.

3. Менделеев Д.И. Растворы. - Л.: АН СССР, 1959. -1163 с., ил.

4. Загорец П.А., Ермаков В.И., Грунау А.П., Орлов В.В. Исследование растворов высокочастотными методами. XIII. Электронный парамагнитный резонанс и структура водных растворов $MnCl_2$. *Ж.физ.химии*. 1967, №7, с.1669-1674.

5. Загорец П.А., Ермаков В.И., Грунау А.П., Орлов В.В.

Исследование растворов высокочастотными методами и методом -дерного магнитного резонанса.

Х. О структуре гидратов в водных растворах HCl , NaCl , XCl , MgCl_2 , CaCl_2

Ж.физ.химии, 1965, т.39, .41, с.9-12.

6. Дракин С.И. Расстояние $\text{Me}-\text{H}_2\text{O}$ в кристаллогидратах и радиусы ионов в водном растворе. Ж.структ.химии, 1963, т.4. .44, с.514-520.

7. Крестов Г.А., Куракина Г.И. Деритографическое исследование координации ионов в области дальней сольватации. Ж.неорг.химии, 1970, т. 15. №7, с. 1910-1913.

8. Дорош А.К., Скрышевский А.Ф. Структурные особеннос-

ти ближнего окружения катионов в водных растворах. Ж.структ.химии, 1964, т.5. №6. с.911-913.

9. Гусев Н.И. Исследование гидратации ионов методом электропроводности. XIII. Некоторые вопросы гидратации ионов и строение растворов. Ж.физ.химии, 1973. т.47, №9, с.2327-2331.

10. Lincoln S.F. Solvent coordination numbers of metal ions in solution. Coord.Chem.Revs. 1971. v.6, №4. p.309-329.

11. Лященко А.К., Иванов А.А.. Структурные особенности концентрированных водных растворов электролитов и их электропроводность. Ж.структ. химии. 1981. т.22, №5. с.69-75.

УДК 536:53

КРИТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ИЗЛОЖЕНИЯ ФОРМУЛИРОВОК ВТОРОГО ЗАКОНА ТЕРМОДИНАМИКИ В УЧЕБНИКАХ

В.В. Рындин

*Павлодарский государственный университет
им. С. Торайгырова*

Оқулықтарда термодинамиканың екінші заңының тужырымдарының дәл баяндалмауып, сонымен қатар оларды түсіндіру жүйелерінде де алашақтық бар екені көрсетілген.

Показана неточность изложения в учебниках формулировок второго закона термодинамики, а также различие в их толковании.

The inexactitude of an exposition in the textbooks of the formulations of the second law of thermodynamics, and also distinction in their interpretation is shown.

Существует целый ряд различных формулировок второго закона (начала) термодинамики (ВЗТ), даваемых как самими основоположниками этого закона, так и авторами учебников, приводящих их в полном или неполном виде. Поскольку все формулировки считаются эквивалентными, то авторы учебников не уделяют должного внимания точности изложения этих формулировок и не следят за строгостью доказательства их эквивалентности. Приведём контексты формулировок ВЗТ из некоторых учебников по термодинамике.

«Наиболее распространенными

формулировками являются:

Теплота не может сама собой переходить от холодного тела (ХТ) к горячему телу (ГТ) (Р. Клаузиус).

Теплоту какого-либо тела невозможно превратить в работу, не производя никакого другого действия, кроме охлаждения этого тела (В. Томсон).

Невозможно построить периодически действующую машину, которая производила бы только поднятие груза и охлаждение источника теплоты (М. Планк)» [1].

«Основные положения, определяемые ВЗТ, могут быть выражены различными формулировками этого

закона в форме постулатов:

Тепло не может переходить от холодного тела к теплему без компенсации (Р. Клаузиус).

Природа стремится к переходу от менее вероя гных состояний к более вероятным (Л. Больцман).

Осуществление перпетуум-мобиле (вечного двигателя) второго рода невозможно (**Р. Планк**). Иными словами: если, кроме рассматриваемого источника тепла, не имеется другого, более холодного, то не будет как передачи энергии в форме тепла, так и работы за счет этого гепла. Из этого постулата. в частности, следует вывод, что внутреннюю тепловую энергию окружающей среды (среды, являющейся холодным источником) превратить в какой-либо другой вид энергии в тепловом двигателе невозможно.

Невозможно при помощи неодушевленного материального двигателя получить от какой-либо массы вещества механическую работу путем охлаждения ее ниже самого холодного из окружающих предметов (В. Томсон).

Невозможно осуществление цикла теплового двигателя без переноса некоторого количества теплоты от ИТ с более высокой температурой к источнику с более низкой температурой (В. Томсон). Из этого постулата следует невозможность получения работы в тепловом двигателе, равной отнятому от ГИ теплу Q . т. е. обязательно должно выполняться неравенство $L <$ [2].

«Р. Клаузиус в 1850 г. дал такую формулировку ВЗТ: теплота не может сама собой переходить от более холодного тела к более нагретому.

В. Томсон (лорд Кельвин) предложил в 1851 г. следующую формулировку: невозможно при помощи неодушевленного материального объекта (двигателя) получить от какой-либо массы вещества механическую работу путем охлаждения сё ниже температуры самого холодного из окружающих предметов.

М. Планк предложил формулировку: невозможно построить периодически действующую машину, все действие которой сводилось бы к поднятию іруза и охлаждению теплового источника» [3].

Многие авторы вольно или невольно в учебнике или в его отдельной части связывают ВНТ с формулировкой Р. Клаузиуса в изложении [1. 3]. Так. в учебнике [4] отмечается: «Исходя из одного первого начала термодинамики (П ИТ), допустимо считать, что любой мыслимый процесс, который не противоречит закону сохранения энергии. принципиально возможен и мог бы иметь место в природе. Можно было бы предположить, например, что при теплообмене между двумя телами с различными температурами тепло может переходить, как от тела с большей температурой к телу с меньшей температурой, так и наоборот от тела с меньшей температурой к телу с большей температурой. Единственное ог-

раничение, налагаемое ПНТ на этот процесс, заключается в требовании равенства количеств тепла, отданного первым и полученного вторым телом (при условии, что при этом не производится полезной внешней работы). Ответ на вопрос о направлении, в котором действительно происходит переход тепла между двумя телами и в других более сложных случаях, даёт ВНТ, согласно которому тепло само собой переходит лишь от тела с более высокой температурой к телу с более низкой температурой, но никогда наоборот».

Однако ещё в 1807 г. Ж. Фурье вывел закон (закон Фурье), согласно которому вектор поверхностной плотности теплового потока ϕ , Вт/м² прямо пропорционален градиенту температуры $\text{grad } T$, К/м:

$$\phi = -A \text{grad} T,$$

где X — теплопроводность материала. Вт / (м К).

Знак «минус» указывает на то, что векторы ϕ и $\text{grad } T$ лежат на одной прямой и противоположно направлены. Поскольку градиент температуры направлен в сторону роста температуры, то, следовательно, тепловой поток направлен в сторону убывания температуры. Наряду с законом Фурье можно привести и другие «градиентные» законы переноса вещества и движения, согласно которым перенос субстанции (поток) в пространстве происходит в направлении убывания гра-

диента концентрации этой субстанции. Например, согласно диффузионному закону Фика

$$J = -D \text{grad} p$$

перемещение вещества, характеризуемое поверхностной плотностью потока массы γ , кг / (м² с), происходит в сторону уменьшения градиента массовой концентрации p . кг / м³

Как видим, направление переноса вещества и движения (энергии) в пространстве устанавливаются так называемые градиентные законы (перенос тепла от горячего тела к холодному — закон Фурье, перенос вещества из области с большей концентрацией в область с меньшей концентрацией этого вещества — закон Фика) и привлечение дополнительных законов (ВЗТ) для указания направления переноса вещества и движения в пространстве не требуется. Следовательно, суть второго закона термодинамики заключается в другом.

Формулировка Клаузиуса ВЗТ (тепло не может само собой переходить от холодного тела к горячему) вроде бы ничего нового не добавляла к закону Фурье (тепло переходит от горячего тела к холодному), кроме слов «само собой». В этих-то словах и состоит отличие ВЗТ от градиентных законов.

Клаузиус неоднократно в своих статьях разъяснял смысл выражения «само собой». «Появляющиеся слова

«само собой», — писал он в «Статьях по механической теории тепла», — требуют, чтобы быть вполне понятными. **еще объяснения, которое лано** •4ною в различных местах моих работ». Тепло в ряде процессов может перейти от холодного тела к теплему, но «тогда одновременно с этим переходом от более холодного к более теплему телу должен иметь место и противоположный переход тепла от более теплого к более холодному, либо должно произойти какое-либо другое изменение, обладающее той особенностью, что оно не может быть обращено без того, чтобы не вызвать со своей стороны, посредственно или непосредственно, такой противоположный переход тепла» [5]. Клаузиус указывает, что такой противоположный процесс должен рассматриваться «как компенсация перехода тепла от более холодного тела к более теплему», и даёт новую формулировку принципа:

«Переход тепла от более холодного тела к более теплему не может иметь место без компенсации». Именно в «компенсации» и состоит отличие формулировки Клаузиуса влорого закона термодинамики от формулировок градиентных законов, которые иногда отождествляются со вторым законом термодинамики.

В связи с вышеизложенным, для более чёткого разграничения ВЗТ и градиентных законов, в учебниках следует приводить последнюю (расширенную) формулировку Клаузиуса

(«без компенсации»), а не первоначальную, содержащую слова «само собой».

Если обобщить формулировку Клаузиуса, то суть ВЗТ сводится к следующему: *«в природе не существует ни «ирон твоестественных» процессов (например, переноса тепла от холодного тела к горячему) требуется также осуществить и компенсирующий процесс, протекающий в естественном направлении (например, перенос тепла от горячего тела к холодному)»*. С введением Клаузиусом понятия «компенсация» все внимание стало уделяться разъяснению этого понятия.

Так, в [4] отмечается: «Никакими способами невозможно заставить тепло перейти от менее нагретого тела к более нагретому так, чтобы другие участвующие в процессе тела по окончании процесса возвратились к своему первоначальному состоянию, т. е. без того, чтобы у окружающих тел появились какие-то остаточные или «компенсационные» изменения (например, без затраги работы или осуществления какого-либо другого, эквивалентного по возможности произвести полезную внешнюю работу, процессе!)». А далее отмечается: «Тепло, передаваемое от источника тепла другим телам в процессе преобразования тепла в работу, называют «остаточным изменением», «компенсирующим эффектом» или просто «компенсацией». Как видим, в первом контексте под компенсирующим эффектом понимается работа, которую надо затратить.

чтобы осуществить процесс переноса тепла от холодного тела к горячему, а во втором — передаваемое тепло, что не одно и то же.

Большинство авторов под **компенсацией** стали понимать как необходимость отвода тепла холодному телу, а значит и **необходимость наличия двух источников тепла**, так и саму теплоту (<2>), переданную холодному телу.

Необходимость наличия двух источников тепла некоторые авторы, вслед за Карно, стали связывать с необходимостью получения потока тепла (у Карно — потока теплохода) к холодному телу: «Наличие холодильника весьма существенно, поскольку лишь при этом условии становится возможным создать поток энергии от нагревателя к холодильнику и «по пути» отвести часть её в виде работы» [6].

Следует заметить, что «поток энергии», от которого «по пути» **отводится** (производится) **работа**, идёт не от ГТ к ХТ (как многие считают), а только **на пути** от **ГТ к рабочему телу** (РТ) в процессе его расширения; когда же поток энергии (тепловой поток) направлен к ХТ (но не от ГТ, а от РТ), то осуществляется процесс сжатия, в котором работа «по пути» не отводится, а наоборот подводится извне. Следовательно, для получения работы в общем случае не требуется создание теплового потока к ХТ, достаточно иметь тепловой поток от **ГТ к РТ**, т. е. в отдельном процессе превращения

тепла в работу холодное тело (холодный источник) не требуется.

Многие авторы необходимость отвода тепла при получении работы стали объяснять особыми свойствами тепла, а не более общими закономерностями, лежащими в основе ВЗТ. применимого ко всем процессам, а не только к тепловым. — протекание противестественного процесса должно компенсироваться протеканием естественного процесса (к естественным процессам относятся, например, теплообмен от горячего тела к холодному, процесс замедления тела при трении). При этом, одни авторы это свойство тепла рассматривают в общем случае, утверждая: «если тепло нельзя превратить в работу полностью без компенсации, то работу можно превратить в тепло полностью без всяких компенсаций» [4].

Другие же авторы особенности тепла относят к **циклам**: «Следует подчеркнуть важную особенность тепловых процессов. Механическую работу, электрическую работу, работу магнитных сил и т. д. можно без остатка, полностью превратить в тепло. Что же касается теплоты, то только часть её может быть превращена **в периодически повторяющемся процессе** в механическую и другие виды работы; другая её часть неизбежно должна быть передана холодному источнику» [3]. «В двух других формулировках (Томсона и Планка) наряду с категорическим отрицанием возможности полного превращения теплоты в работу содержит-

zs неявное указание на возможность с•; лного превращения работы в тепло- . . . работанеобратимо превращает- зі в теплоту весьма просто и для этого достаточно иметь в окружающей сре- х единственное тело (приёмник теп- -?ты), которое воспринимало бы эту теплоту. Для превращения же **теплоты в работу** необходимы специальные м.кусственно¹ созданные условия: **на- жчие** по крайней мере **двух тел с раз- ными температурами**. между которыми посредник (термодинамическая система) мог бы осуществить **цикл** и про- цвести работу» [1].

Вопросу «неэквивалентности -елла и работы» уделяется много вни- мания в учебнике [7], где в частности, отмечается: «Из определения понятий теплоты и работы следует, что две рас- .матриваемые в термодинамике **фор- ы² передачи энергии** не являются рав- ноценными: в то время как **работа W** может непосредственно пойти на уве- тичение любого вида энергии, **теплота Q** непосредственно, без предвари- тельного превращения в работу, при- водит лишь к увеличению ВЭ системы. ... Без компенсации ни один джоуль теплоты в работу превратить нельзя. В то же самое время работа в теплоту превращается полностью без всякой

компенсации.... Таким образом, в то время как первое начало выражает ко- личественную эквивалентность тепло- ты Q и работы W , второе — их каче- ственную неэквивалентность».

Для доказательства неэквива- лентности тепла и работы использует- ся известное положение, что в цикле двигателя подводимая теплота Q больше отводимой работы W , а в про- цессе с трением работа равна теплоте трения:

$$Q_{\text{х}} > W \quad W = Q,$$

На основании чего делается зак- лючение, что при превращении тепла в работу (стрелка направлена от теп- лоты к работе) теплота не может пол- ностью превратиться в работу (нужна компенсация), а при превращении ра- боты в тепло (стрелка от работы к теп- лоте) работа полностью превращает- ся в теплоту.

Здесь следует заметить, что при доказательстве сравниваются разные понятия: цикл и отдельный процесс. Если же для сравнения преобразова- ния работы в тепло взять обратный цикл (цикл холодильной машины), то здесь «превращаемая» работа (затра- чиваемая на привод холодильной ма-

как отмечает Эткннс. в природе непосредственное превращение тепла в работу (т. е. без организа- ции человеком цикла) происходит при неравномерном нагреве жидких сред. Например, при нагреве •тмосферы Земли Солнцем возникает ветер — макроскопическое упорядоченное движение, или ра- бота. [6].

¹ Здесь, как и во многих учебниках, происходит подмена одних понятий — процесса или способа переноса, передачи движения (теплообмена и совершения работы), либо форм движения (хаотичес- кой и упорядоченной) другими — физическим величинами (теплотой Q и работой W , Дж). Этому вопросу посвящена статья [8].

шины) не равна «получаемой» теплоте (отводимой в окружающую среду):

→»

С другой стороны, если сравнивать отдельные процессы, то в случае изотермического процесса идеального газа подводимая теплота равна совершаемой работе: $Q_T = \Delta V$; в отдельных процессах подводимая теплота может быть и меньше работы: $Q < \Delta V$. Следовательно, необходимость отвода тепла к ХТ в круговом процессе двигателя нельзя ставить в зависимость от различия как физических величин теплоты Q и работы W , так и хаотической и упорядоченной форм движения, под которыми подразумеваются тепло и работа.

Неправомочность доказательства обусловлена ещё и тем, что сравниваются не только разные с точки зрения ПЗТ понятия — цикл и процесс, но и разные с точки зрения ВЗТ процессы — противоестественный и естественные процессы. При совершении цикла производится работа (в цикле — за счёт тепла) — противоестественный процесс (что-то создается новое в системе, отдаляющее её от состояния равновесия), а значит, нужна компенсация (нужно уменьшение в системе чего-то, что приблизило бы систему к состоянию равновесия). Такой компенсацией является уменьшение термической неравновесности в системе ИТ—ХТ в результате отвода части тепла к ХТ (другой компенсации в цикле нет, так как рабочее тело своё состояние не ме-

няет).

Процесс же превращения работы в тепло трения — естественный процесс (происходит уменьшение механической неравновесности в системе) и поэтому он, как и естественный процесс переноса тепла от ГТ к ХТ (происходит уменьшение термической неравновесности), происходит без всякой компенсации («само собой»).

Следует отметить, что отдельные авторы ошибочно считают, что перенос тепла от горячего тела к холодному телу требует компенсации. Так, в учебнике [7] в условии к задаче 3.2 отмечается. «Почему ошибочно существовавшее представление о том, что переход теплоты от тела с большей к телу с меньшей температурой аналогичен опусканию весомого тела с большей высоты до меньшей?» Ответ к решению задачи такой: «Это представление ошибочно потому, что в отличие от превращения потенциальной энергии опускающегося вниз весомого тела переход теплоты от тела с большей температурой к телу с меньшей температурой невозможен без компенсации». Утверждение о необходимости компенсации при переносе тепла от горячего тела к холодному противоречит формулировке Клаузиуса, где говорится о необходимости компенсации при переносе тепла с низшего температурного уровня на высший.

В противоположность данному суждению в работе [6] убедительно показано, что в то время как перенос

тепла от ГТ к ХТ и опускание груза происходят «само собой» без всякой компенсации, то как перенос тепла от ХТ к горячему, так и подъем тела требуют компенсации. Тело само собой **не** поднимется. Нужна компенсация— естественный процесс, например, опускание другого груза. То есть **и в механических** процессах, а не только в тепловых, протекание противоестественных процессов **требует компенсации**.

Следовательно, необходимость компенсации при осуществлении цикла и её ненужность в процессе с трением обусловлены не различиями упорядоченной и хаотической форм движения (тепла и работы), а различием противоестественного и естественного процессов, соответственно уменьшающих или увеличивающих равновесность в системе: противоестественный процесс требует компенсации, а естественный — не требует.

Наряду с формулировками Клаузиуса, Томсона и Планка обособленное место занимает формулировка ВЗТ, данная Л. Больцманом: *природа стремится к переходу от менее вероятных состояний к более вероятным*. Согласно этой формулировке второе начало термодинамики не является точным законом природы, подобным законам сохранения количества движения (импульса) или сохранения энергии. Второе начало термодинамики имеет статистический характер и поэтому выполняется лишь «в среднем».

То есть, согласно этой формулировке, тепло может «само собой» переходить и от холодного тела к горячему..., только нужно «хорошо» подождать. Ждать придётся довольно долго. Так, для наблюдения одного единственного противоестественного процесса перехода системы из равновесного состояния в неравновесное, например, «самопроизвольное» (флуктуационное) сжатие газа («дружное» движение всех молекул к одной стенке сосуда) объёмом 1 см^3 , приводящее к увеличению его плотности на 1 %, потребуется 10^{1411} лет. Если бы даже подобное состояние и было когда-нибудь достигнуто системой, то время пребывания системы в этом состоянии оказалось бы настолько малым, что ни один прибор не смог бы его зарегистрировать.

Следовательно, в макроскопических системах второе начало термодинамики является достоверным законом. С татистический характер он имеет для микроскопических систем, содержащих относительно малое число молекул. Например, если взять объём воздуха равным 0,008 кубического микрометра, то изменение плотности воздуха в этом объёме на 1 % будет происходить очень часто — около миллиарда раз в секунду [3].

Наряду с отмеченными выше формулировками классиков термодинамики, можно отметить формулировку Афанасьевой-Эренфест, даваемую в виде принципа существования энт-

ропии: «Второй закон термодинамики состоит из двух самостоятельных положений, или закономерностей, являющихся следствием независимых опытных фактов. Одно из них называют вторым законом термодинамики для обратимых процессов или принципом существования энтропии, второе — вторым законом термодинамики для необратимых процессов или принципом возрастания энтропии» [1].

Поскольку энтропия, как известно, является физической величиной — количественной характеристикой объективной реальности (именованным числом), а не самой объективной реальностью, то она, как и любая физическая величина «существует» только в сознании человека и доказывать её существование в природе не имеет смысла. В соответствии с этим предложенную формулировку можно уточнить так: *второй закон термодинамики состоит из двух самостоятельных положений. Одно из них называют вторым законом термодинамики для обратимых процессов или принципом сохранения энтропии, второе — вторым законом термодинамики для необратимых процессов или принципом возрастания энтропии в изолированных системах.*

Возвращаясь к формулировкам второго начала в изложении классиков, отметим следующее. Общеизвестна эквивалентность этих формулировок. Различие в формулировках ви-

¹ В изложении [1] формулировки Томсона и Плай

дят «в этапах развития термодинамики»: «Каждая из приведенных выше формулировок второго начала акцентировала внимание на каких-либо определенных особенностях макроскопических процессов (понятно, что в качестве определяющих выбирались главнейшие особенности) и в историческом плане отвечала разным этапам развития термодинамики или физики вообще» [4].

Однако, несмотря на эквивалентность формулировок, отличие в них всё же имеется. Покажем это. Сравнивая формулировку Томсона в изложении [3]³. что невозможно получить работу, охлаждая тело ниже температуры самого холодного из окружающих предметов, с формулировкой Планка, что невозможно получить работу (поднять фюз), охлаждая тепловой источник, можно увидеть, что в формулировке Томсона, наряду с совершением работы (отклонением системы в сторону большей механической неравновесности), дополнительно увеличивается термическая неравновесность, а в формулировке Планка при совершении работы (в цикле) термическая неравновесность в системе не меняется (в системе имеется только один источник тепла, состояние которого считается равновесным).

Формулировка Клаузиуса отличается от формулировок Томсона и Планка тем, что она не связана с работой тепловой машины (циклы идентичны).

лом). Поэтому её можно считать более общей, формулируя её так: *невозможно увеличить термическую неравновесность между двумя телами без компенсации.*

Как видим, приведенные выше формулировки классиков касаются лишь тепловых процессов. То есть все формулировки ВЗТ в учебниках — частные формулировки! — для тепловых процессов: переноса тепла, для тепловой машины. Через частный случай — тепловой двигатель —

доказывается и формулируется (постулируется) ВЗТ. При этом причину отвода тепла к ХТ в цикле видят не в самом ВЗТ, который применим ко всем процессам и установкам, в том числе и тепловым, а в особенностях тепла — хаотического движения. Тем самым ограничивается применение ВЗТ тепловыми процессами. На самом деле второй закон термодинамики — это не просто тепловой закон, а всеобщий закон развития неравновесной материи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Техническая термодинамика: Учеб. для вузов / Под ред. В. И. Крутова. — 3-е изд. — М.: Высшая школа, 1991.— 384 е.: ил.
2. Андриященко А. И. Основы технической термодинамики реальных процессов: Учеб. для вузов. — М.: Высшая школа, 1975.—264 с.: ил.
3. Техническая термодинамика: Учеб. для вузов / В. А. Кириллин и др. — М.: Энергия, 1974.—448 е.: ил.
4. Вукалович М. П., Новиков И. И. Техническая термодинамика. — М.: Энергия, 1968.— 496 е.: ил.
5. Кудрявцев П. С. Курс истории физики: Учеб пособие для студентов пед. ин-тов по физ. спец. — 2-е изд., — М.: Просвещение. 1982. — 448 е.: ил.
6. Эткинс П. Порядок и беспорядок в природе: Пер. с англ. / Предисл. Ю. Г. Рудого. — М.: Мир. 1987. —224 е.: ил.
7. Базаров И. П. Термодинамика: Учеб. для вузов. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Высш. шк., 1991. — 376 е.: ил.
8. Рындин В. В. О многозначности терминов «теплота», «работа», «энергия», «количество вещества» // Наука и техника Казахстана, 2001,—№2. С. 103-114.

УДК 547.26,118

Ш СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ СТИРИЛФОСФОНАТОВ

В.Н. Фомин, Л.К. Салькеева, А.М. Газалиев

*Карагандинский государственный университет
им. Е.А. Букетова*

Стирилфосфон. 2-хлорстирилфосфон және 2-хлорстирилтиофосфон әйішәылдары дихлорангидридтер неізінде алынған стирилфосфонаттардың химиялық және физикалық қасиеттері. алу әдістері қарастырылған. Алынған қосылыстардағы амид топтарын сандық түрде анықтаудың одісі ұсынылған.

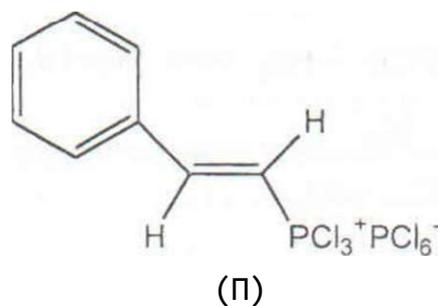
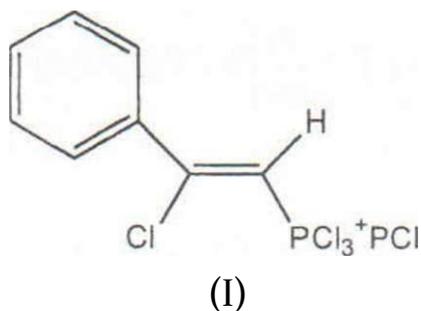
В работе описаны синтез и свойства ряда новых производных стирилфосфоновой, 2-хлорстирилфосфоновой и 2-хлорстирилтиофосфоновой кислот. Полученные фосфонамиды могут быть использованы для полимеризации, а также имеют ценные биологические свойства.

In this article are described synthesis and properties of a number new derivative styrylphosphonic, 2-chlorostyrylphosphonic and 2-chlorostyrylthiophosphonic of acids. Received phosphonamides can be used for polymerization, and also have valuable biological properties.

Анализ обширного материала показывает широкие перспективы использования реакций фосфорилирования пентахлоридом фосфора соединений самых различных классов, приводящих к обширному кругу производных фосфоновых кислот, интересных как с точки зрения теоретической органической химии, так и в практическом плане.

Выбор в качестве исходных ве-

ществ стирола и фенилацетилена был основан на особенностях их строения, в частности на наличии кратной связи, сопряженной с бензольным кольцом, на возможности сохранения двойной связи в продуктах фосфорилирования. Различие продуктов взаимодействия PCl_5 с фенилацетиленом (I) и стиролом (II) сводится к наличию в положении 2 углеродной цепи соединения (I) атома хлора.



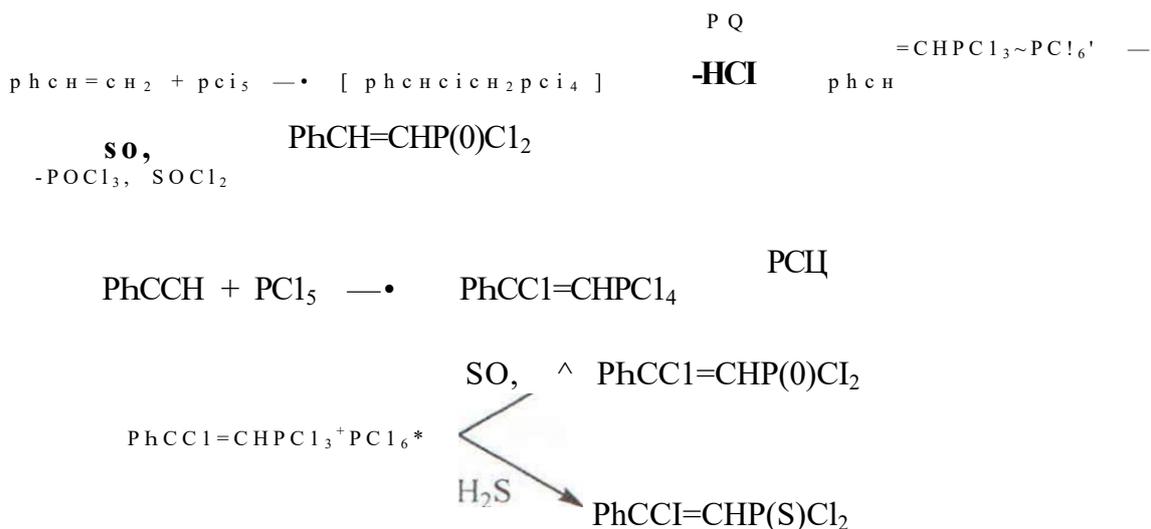
Данное принципиальное отличие обусловлено затруднительностью элиминирования хлористого водорода из комплекса (I), где хлор находится в сопряжении с двойной C=C связью ("винильный галоген").

Известно, что пентахлорид фосфора - электрофильный реагент. В нем атом фосфора в зависимости от условий может находиться как в пентавалентном (молекулярная структура), так и в ионном состояниях. Некоторые авторы считают, что для реакции PCl_5 с различными алкенами может быть приемлемо несколько механизмов, различающихся степенью разделения заряда в переходном состоянии и временем жизни поляризованной структуры, что приводит, в зависимости от исходных углеродов, к образованию продуктов, строение которых определяется кинетикой (ацетилены) или термодинамикой (диены) процесса. Исследованием реакции фосфорилирование алкенов пентахлоридом фосфора в различ-

ных апротонных растворителях найдено, что в полярных растворителях, способствующих существованию PCl_5 в виде ионного димера ($2PCl_5 \rightleftharpoons PCl_4^+PCl_6^-$), выход продуктов взаимодействия минимальные, в то время как в неполярных растворителях, в которых PCl_5 представлен в молекулярной форме, наоборот, - максимальные /1-3/.

Реакция со стиролом и фенилацетиленом, по мнению многих авторов, начинается координацией PCl_5 с кратной связью и образованием комплексов донорно-акцепторного типа. В случае со стиролом комплексу приписывается структура $C_6H_5CH=CHPCl_4^+PCl_6^-$, а с фенилацетиленом $C_6H_5CCl=CHPCl_3^+PCl_6^-$, которые учитывают способность комплексных соединений к взаимодействию с сернистым ангидридом /4-10/.

На основании имеющихся литературных данных реакции стирола и фенилацетилена с PCl_5 можно представить следующими схемами:



Итак, применяя классический вариант реакции хлорида фосфора (V) с фенилацетиленом и стиролом нами были получены три фосфорорганических синтона, удобных и интересных в качестве объектов дальнейших исследований.

Фосфорилирование углеводоро-

дов проводилось в среде абсолютно бензола при температуре 10-15°C. Образующиеся комплексы разлагались высушенными SO₂, H₂S или ацетоном, растворитель отгонялся, а остаток перегонялся вакууме. Индивидуальные константы полученных соединений представлены в Таблице 1.

Таблица 1

Физические свойства дихлорфосфонатов

Соединение	Т.пл., °C	Т.кип., °C	ρ ₂₀ ²⁰	d. ²⁰
Ph-CH=CH-P(0)Cl ₂	70-71	155 (Змм.рт.ст.)	-	-
Ph-CCl=CH-P(0)Cl ₂	-	157 (Имм.рт.ст.)	1,6161	1,4935
Ph-CCl=CH-P(S)Cl ₂	-	160 (Имм.рт.ст.)	1,6459	1,3981

Структура полученных веществ интересна как с позиции химического строения, так и широкого спектра потенциальных возможностей для получения разнообразных соединений с заранее заданными свойствами.

Согласно литературным данным/1 1-12/, дихлорфосфонаты итиофосфонаты, аналогичные нашим фосфорным синтонам, весьма реакционноспособные вещества. В них атомы хлора, связанные с фосфором, обладают способностью всту-

лать в реакции обмена с различными нуклеофилами, винильная группа вступает в реакции присоединения. характерные для двойной связи.

Полимерные продукты, полученные на основе винилфосфоновых кислот, малогорючи, обладают химической стойкостью и адгезией к ряду материалов. Хорошие результаты дает применение фосфонатов и тиофосфонатов самого различного строения в качестве присадок к смазочным маслам. Не вызывает сомнения и значимость фосфорорганических соединений и в плане отыскания новых биологически активных веществ.

В химическом отношении рассматриваемые соединения представляют собой сопряженные системы, обладающие двумя основными реакционными центрами: двойной $C=C$ связью и атомом фосфора (V). Вопрос о сопряжении вакантных d-орбиталей атома фосфора до настоящего времени также является дискуссионным. Имеются серьезные доводы как в защиту этого предположения, так и отвергающие его. Сравнение реакционной способности стирилдихлорфосфоната с таковой для 2-хлорстирилфосфоната может дать сведения, ценные в плане разрешения этой задачи. Атом хлора обладает значительной электроотрицательностью и, соответственно, - I-эффектом, что должно

приводить к уменьшению электронной плотности двойной связи $C=C$, и даже к увеличению положительного заряда на атоме фосфора, тем более значительному, чем больший вклад в резонансную стабилизацию молекулы вносит d-p-сопряжение. Уменьшение электронной плотности на атоме фосфора, в свою очередь, должно приводить к увеличению реакционной способности дихлорангидрида по отношению к нуклеофильным реагентам.

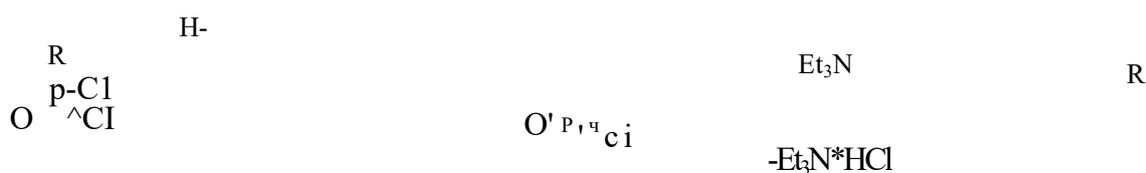
В свете всего вышеизложенного, актуальность выбора объектов исследования не вызывает сомнений.

Согласно литературным данным [13-15], многочисленные амиды кислот фосфора (V) имеют широкое применение в различных сферах деятельности. Особо следует отметить химиотерапию опухолей - препараты циклофосфан, ТЭФ, тиоТЭФ и др.. а также фосфонатные антибиотики. в том числе и содержащие α,β -ненасыщенную структурную группу - фоскарнет, фосфономицин и различные 3-(β -оксизамещенные) пропан(пропен-1)фосфонаты. Эти факты, наряду с вопросами, важными с позиции теоретической органической химии, представлялись нам достаточным основанием для осуществления ряда реакций рассматриваемых фосфонатов с морфолином и пиперидином.

Пиперидин и морфолин ха-

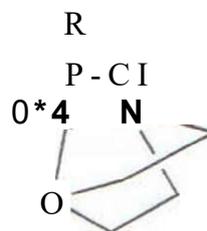
рактируются сопоставимыми величинами основности и нуклеофильности, но в молекуле морфолина присутствует электронодонорный эфирный атом кислорода, способный осложнить течение реакций. Рассмотрение строения реагентов и литературных данных позволяет изобразить реакцию дихлорфосфо-

натов с циклическими вторичными аминами в общем виде следующим образом: на первой стадии стерически незатрудненная электронная пара азота координируется с электронодефицитным атомом фосфора, образуя комплекс, в котором положительный заряд рассредоточивается между фосфором и азотом.



При этом возрастает протонная подвижность атома водорода амина и легкость отщепления хлора в виде хлорид-иона. Отщепляющийся HCl связывается триэтиламином. Взаимодействие образующегося монохлорамида с второй молекулой амина протекает аналогично, но в случае морфолина для завершения процесса требуются более жесткие условия. Объяснение этому факту видится, прежде всего, в наличии электронодонорного атома кислорода в морфолине.

В образующемся на первой стадии реакции мономорфолиде остаток морфолина может быть стабилизирован в конформации «ванны» за счет донорно-акцепторного взаимодействия эфирного кислорода с атомом фосфора (V):



В данной конфигурации атом фосфора является координационно-насыщенным, и атака второй молекулы амина становится термодинамически затруднительной, поэтому для введения в фосфонат двух остатков морфолина требуется длительное нагревание реакционной смеси.

Сопоставление температур плавления амидов пиперидинового и морфолинового рядов показывает, что дипиперидилфосфонаты имеют более высокие и четкие температуры плавления, чем соответствующие морфолиды. Широкие интервалы плавления диморфилилфосфона-

тов на фоне их хроматографической индивидуальности также, на наш взгляд, свидетельствуют о наличии в кристаллических морфолидах изомеров, связанных с конфигурацией атома фосфора.

Состав и строение представленных в Таблице 2 соединений подтверждены данными элементного анализа, определением молекулярной массы криоскопическим методом Раствора и химическими методами: наличие двойной связи C=C подтверждается способностью соединений быстро и в мягких условиях обесцвечивать раствор брома в CCl₄, и водный раствор KMnO₄. Наличие амидных функций количественно подтверждается кислотно-основным титрованием продуктов гидролиза.

Экспериментально нами показано, что реакция рассматриваемых дихлорфосфонатов с вторичными аминами может быть остановлена на стадии моноамида. Это не противоречит литературным данным. Данное обстоятельство существенно расширяет синтетические возможности предложенных мной методик для получения потенциально ценных веществ.

Моноамиды могут быть также получены и по реакции конпропорционирования дихлорфосфонатов с соответствующими диамидами, что также встречается в литературе, но до сих пор нет убедительной трак-

товки механизма данной реакции.

Следует остановиться на теоретических предпосылках потенциального применения полученных фосфонатов в качестве биологически активных веществ.

Известна антигельмитная активность производных морфолина /15/. Сопряженная система 2-фенилвинилфосфонатов может являться ингибитором неферментативных свободно-радикальных процессов, в частности, перекисного окисления липидов (ПОЛ), являющегося одним из основных факторов в патогенезе лучевой болезни, мутаций, онкологических заболеваний /15/.

Известно свойство эндоплазматического ретикула окислять соединения, содержащие двойную углерод-углеродную связь с образованием альдегидов. Извинилфосфонатов при этом будет образовываться фосфорномуравьиная кислота, являющаяся активным противовирусным препаратом /15/.

Итак, в результате проведенных экспериментов нами изучены некоторые спорные вопросы относительно механизмов реакций, адаптирована для рассматриваемых соединений методика количественного анализа амидных функций, а также получены продукты, обладающие потенциальной ценностью для дальнейшего изучения.

Дипиперидилфосфонаты. К раствору 0,02 моль соответствующего

дихлорфосфоната в 50 мл бензола при перемешивании и температуре 15°C медленно приливаем раствор 0,042 моль триэтиламина в 20 мл бензола и приливаем по каплям раствор 0,04 моль пиперидина в 20 мл бензола. Смесь перемешиваем 3-4 часа до завершения реакции. Отфильтровываем гидрохлорид триэтиламина, раствор упариваем на роторном испарителе. Образующееся светлое маслянистое вещество закристаллизовываем в гексане. Вещество перекристаллизовывается из смеси гексан-бензол.

Физические свойства полученных соединений представлены в Таблице 2.

Мнохлорамидофосфонаты. К раствору 0,02 моль соответствующего дихлорфосфоната в 50 мл бензола при перемешивании и температуре 15°C медленно приливаем раствор в 0,021 моль триэтиламина в 20 мл бензола и прибавляем по каплям раствор 0,02 моль соответствующего вторичного амина в 20 мл бензола. Смесь перемешиваем 1-3 часа до завершения реакции. После отделения осадка гидрохлорида триэтиламина раствор упариваем при помощи роторного испарителя. Остаток закристаллизовываем в гексане, возможно образование жидких продуктов.

Получаемые вещества пригодны к дальнейшему использованию без специальной очистки.

Физические свойства некоторых из них представлены в Таблице 2.

Смешанный диамид. К раствору 0,012 моль СТХФ в 50 мл бензола при перемешивании и температуре 10-15°C приливаем раствор 0,026 моль триэтиламина в 20 мл бензола и прибавляем по каплям раствор 0,012 моль морфолина в 20 мл бензола. Смесь перемешиваем в течение 1-2 часов до завершения первой стадии реакции. Далее приливаем раствор 0,012 моль пиперидина в 20 мл бензола. Смесь перемешивается до завершения реакции.

Вещество выделяется обычным способом.

Физические свойства представлены в Таблице 2.

Реакция конпропорционирования. Смесь 0,002 моль СТХФ и 0,002 моль 2-фенил-2-хлорвинилдипиперидилфосфоната в 30 мл 1,4-диоксана нагреваем с обратным холодильником в течение 3 часов. В результате реакции образуется 2-фенил-2-хлорвинилпиперидилхлорфосфонат с количественным выходом. После отфильтровывания и отделения растворителя продукт закристаллизовываем в гексане.

Физические свойства представлены в Таблице 2.

Количественное определение амидных функций. Навеску вещества (0,2-0,3 г) кипятим с обратным холодильником в 30 мл дистиллированной воды, содержащей 1,84 г кон-

центрированной серной кислоты в течении часа. Прибавляем раствор 2 г гидроксида калия в 15 мл дистиллированной воды и отгоняем свободный амин с водяным паром до тех пор, пока дистиллят не перестанет давать щелочную реакцию. До-

водим объем отгона до 50 мл, берем две аликвоты по 25 мл и оттитровываем 0,1 и соляной кислотой по метиловому красному /16/.

Результаты анализа полученных продуктов представлены в Таблице 2.

Таблица 2

Константы и аналитические данные полученных соединений

№	Соединение	Т. пл., °С	Мг найд.	Найдено, %				Вычислено, %				Амидные функции, моль %
				с	Н	Р	N	с	Н	Р	N	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	$\begin{matrix} j \\ O \\ o \end{matrix}$	138	305,3	69.5	8.6	9.5	8.7	67.8	8.5	9.7	8.8	93
2	« O	127-128	310.4	60.8	7.3	9,3	8.5	59.6	7.1	9.6	8.7	91.5
3	$\begin{matrix} o \\ \text{ГЛ} \\ \text{йт-ог-снр} \\ o \end{matrix}$	-	259,7	53,1	5.8	10.5	5.1	52.9	5.5	11.4	5,2	98
4	$\begin{matrix} 1 \\ \text{—} \\ \text{—} \end{matrix}$	117-117.5	339,2	63,0	8.2	7.9	7.8	61.2	7.4	8.8	7.9	97
5		110,5-112	343.9	53.2	5.9	8.0	7.1	53.8	6.2	8,7	7.8	92
6	: O	116-117.5	340	58.7	7.2	8.1	7.2	57.5	6.8	8.7	7.9	93
7	п O	115,5-116	354.6	57.8	7.1	-	7.3	58,5	7.0	8,4	7.6	96.5
8	\ 0	96.5-97,5	357.6	52.0	6.1	-	7.0	51.5	6.2	8.3	7.5	92,5
9	$\begin{matrix} j \\ \text{с-о-»} \\ o \end{matrix}$	86-86.5	308.2	49.2	5.1	-	4.3	48,7	4.9	9,7	4.4	99

ЛИТЕРАТУРА

1. Ионин Б.И., Машилковский Л.Н. и др. Химия и применение ФОС: Тр.IV конф. -М.:Наука, 1972. -С.233.
2. Фридланд С. В., Чернокальский Б.Д. Структура и реакционная способность пятихлористого фосфора // Успехи химии. -1978. -Т.47. -Вып. 8.-С. 1397.
3. Рыбкина В.В., Розинов В.Г., Гречкин Е.Ф.. Влияние апротонных растворителей на фосфорилирующие свойства пятихлористого фосфора // ЖОХ. -1973. -Т.43. -Вып. 1. -С.62.
4. Петров К.И, Ракша М.А., Виноградов В.Л. Получение дихлорангидридов замещенных винилфосфиновых кислот // ЖОХ. -1966. -Т.36. -Вып.4. -С.715.
5. Москва В.В., Исмаилов В.М., Разумов А.И.. Взаимодействие пятихлористого фосфора с ацетальми // ЖОХ. -1970. -Т.40. -Вып.7. -С. 1489.
6. Тимохин Б.В.. Галогенофильные реакции с участием производных четырех- и пятикоординированного фосфора // Успехи химии. -1985. -Т. 54. -Вып. 12. -С.2027.
7. Анисимов К.Н. // Изв.АН СССР, Сер.хим. -1954. -С.803.
8. Цивунин В.С., Камай Г., Кормачев В.В.. Взаимодействие пятихлористого фосфора с алкилаллиловыми эфирами // ЖОХ. -1966. Т.36. -Вып.9. -С. 1663.
9. Фридланд С.В., Малков Ю.К.. Взаимодействие пятихлористого фосфора с простыми виниловыми эфирами в присутствии хлорокси фосфора // ЖОХ. -1973. -Т.43. -Вып. 10. -С.2169.
10. Исмаилов В.М., Москва В.В., Бабаева Т.А. и др. Взаимодействие пятихлористого фосфора с а,б-дихлорвинилалкиловыми эфирами // ЖОХ. -1973. -Т.43. -Вып.5. -С.62.
11. Розинов В.Г., Колбина В.Е., Донских В.И.. Фосфорилирование этиловых эфиров б-аминокротоновых кислот // ЖОХ. -1995. -Т.65. -Вып.3. -С.519.
12. Кормачев В.В., Меркулов А.В., Кухтин В.А.. О взаимодействии пятихлористого фосфора с алкадиенами // ЖОХ. -1973. -Т.43. -Вып. 10. -С.2157.
13. Газалиев А.М., Журинов М.Ж., Фазылов С.Д. Новые фосфорпроизводные эфедриновых алкалоидов. -Алматы: Гылым, 1992. -С. 20-21.
14. Машковский М.. Лекарства XX века. -М.: Новая волна, 1998. -С.63.
15. Альберт А.. Избирательная токсичность. -М.: Медицина, 1989.-Т. 1,2.
16. Швайкова М.Д.. Судебная химия. -М.: Медгиз, 1959. -С.224-226.

УДК 543.064:549.28 (282.255.5)

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В КОНТИНЕНТАЛЬНЫХ ОЗЕРАХ ПОД ВЛИЯНИЕМ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ

Г.С. Кунанбаева, С.М. Романова

Казахский национальный университет им. аль-Фараби

Табиғи суда (Cu, Zn, Mn) ауыр металлдардың кун кестесі мен динамикасын зерттеу нәтижелері ұсынылады.

Представлены результаты исследования режима и динамики тяжелых металлов (Cu, Zn, Mn) в природных водах.

The results of study heavy metal (Cu, Zn, Mn) conditions and dynamics in natural water presented.

Анализ происходящих экологических изменений показывает, что в последние десятилетия антропогенные воздействия стали превышать адаптивные возможности природных экосистем. В водных экосистемах, подверженных интенсивному загрязнению, произошла разбалансировка внутриводоемных процессов, определяющих качественное состояние среды обитания гидробионтов.

Одним из крупнейших водоемов Казахстана является озеро Балхаш, водные ресурсы которого комплексно используются многими отраслями народного хозяй-

ства. Река Или является главной артерией озера Балхаш. Забор воды из реки Или на наполнение Капчагайского водохранилища и использование воды на орошаемое земледелие сократили поступление воды в озеро Балхаш, что привело к снижению уровня озера. В современный период, в условиях острого дефицита водных ресурсов в Южном Казахстане, этот бассейн практически единственный в южной и в южно-восточной зонах. Во всем мире тяжелые металлы рассматриваются как особо опасные, в смысле токсичности, вещества. Главное зак-

лучается не в явном отравлении, а в том, что тяжелые металлы способны концентрироваться в пищевых цепях, в силу чего поражается функционирование отдельных звеньев биосферы. Длительное воздействие техногенных загрязнителей резко снижает иммунитет человека и, безусловно, имеет генетические последствия. Среди самых опасных тяжелых металлов - свинец, кадмий и ртуть, позднее к ним добавились медь, олово, ванадий, хром, молибден, кобальт, цинк и никель.

В этом аспекте имеет определенное практическое значение исследование режима и динамики тяжелых металлов в природных водах, начавшее еще в 50-х годах академиком А.Б.Бектуровым и член-корреспондентом АН КазССР Б.А.Беремжановым. Значение микроэлементов (Си, Zn, Mn) огромно, так как среди других микроэлементов тяжелые металлы являются индикаторами на загрязнение водоемов.

За период выполнения работы проанализировано свыше 100 проб воды озера Балхаш. На основе этих определений установлены пределы варьирования концентрации этих микроэлементов, особенности формирования микроэлементов, закономерности режима и динамики их в воде озера Балхаш.

Определение меди и цинка проводилось из одной пробы воды фотометрическим методом [1], а марганца формальдоксимным методом [2].

Медь. Предельные и средние значения концентрации меди в воде озера Балхаш за летние периоды 1999-2000 г.г. представлены в таблицах 1,2. В таблицах представлены данные для западной и восточной частей озера и для всего озера в целом. Концентрация меди варьирует в Западном Балхаше в пределах от 3,22 до 11,49 мкг/л в 1999 году и от 2,10 до 25,00 мкг/л в 2000 году; в Восточном Балхаше соответственно от 1,18 до 17,65 мкг/л и от 4,00 до 43,00 мкг/л. Следует отметить, что концентрация меди в этих же районах в 2000 году за летний период в 2 раза выше, чем концентрация меди в 1999 году. Это свидетельствует о накоплении меди в озере.

Самым загрязненным районом по данным 1999 года являются II-IV районы, а по данным 2000 года IV-V районы, куда попадают сточные воды Балхашского горно-металлургического комбината, сточные воды г.Балхаша и рыбзавода. Минимальная концентрация меди обнаружена соответственно годам в VI районе - 3,22 мкг/л и VI и VIII районах - 8,50 мкг/л.

Таблица 1

Средние и предельные значения концентрации меди и цинка в
Западном и Восточном Балхаше (лето 1999 г.)

№ района	Cu, мкг/л	Zn, мкг/л	Ср.значение		Предельное значение	
			Cu	Zn	Cu	Zn
Западный Балхаш						
I	4,17	33,38				
II	9,14	30,60				
III	8,60	38,51	7,80	35,58	4,17-9,30	30,60-39,84
IV	9,30	39,84				
Восточный Балхаш						
V	3,53	41,38				
VI	7,44	62,36				
VII	6,49	55,17	5,87	54,28	3,53-7,44	41,28-62,36
VIII	6,02	57,83				
По всей акватории озера						
			6,83	44,93	3,53-9,30	30,60-62,36

Таблица 2

Средние и предельные значения концентрации меди и цинка в
Западном и Восточном Балхаше (лето 2000 г.)

№ района	Cu, мкг/л	Zn, мкг/л	Ср.значение		Предельное значение	
			Cu	Zn	Cu	Zn
Западный Балхаш						
I	20,21	62,40				
II	18,98	43,00				
III	21,05	56,50	18,73	32,21	14,68-21,05	39,00-62,40
IV	14,68	39,00				
Восточный Балхаш						
V	24,21	77,64				
VI	8,62	16,82				
VII	16,56	52,34	14,49	39,77	8,56-24,21	16,82-77,64
VIII	8,56	22,28				
По всей акватории озера						
			16,61	35,99	8,56-24,21	16,82-77,64

Распределение концентрации меди по акватории озера неравномерно. Наиболее низкие концентрации меди наблюдаются в восточной

части озера, что обусловлено соосаждением меди карбонатами кальция и магния. Ранее выполненными работами [3] было показано,

что сорбируемость на карбонате кальция выше всего у меди и цинка.

Степень соосаждения микроэлементов зависит от полноты выделения в осадок CaCO_3 , что, в свою очередь, определяется карбонатной щелочностью воды. Поэтому в отличие от кобальта и никеля содержание меди и цинка в соляных озерах зависит от их химического типа. В карбонатных озерах эти элементы извлекаются больше, чем в других водоемах, так как здесь при прочих равных условиях больше осаждается CaCO_3 . Для соосаждения меди в этих районах озера создаются благоприятные условия из-за относительно высоких значений рН и концентрации карбонатных ионов. Другой причиной является потребление меди фитопланктоном, поскольку медь принимает активное участие в биологических процессах. Нашими исследователями установлено, что интенсивное образование CaCO_3 наблюдается по всей акватории озера, а MgCO_3 лишь в крайних восточных плесах (VII, VIII районы).

Представляет интерес сопоставить имеющиеся данные по концентрации меди за предшествующие годы. Так по данным А.И.Муна [4] содержание меди и цинка в воде Западного Балхаша в летний период составляет соответственно 10,0 и 7,0 мкг/л. за последние 20 лет концентрация меди возросла почти в 2 раза, а цинка в 7 раз. Таким образом, за-

рявление воды тяжелыми металлами за счет антропогенного фактора очевидно!

На основании экспериментальных данных нами сделан вывод, что основной формой миграции меди являются и коллоидные растворы. Способность меди мигрировать в форме растворимых соединений в условиях высокого окислительно-восстановительного потенциала и высокого рН поверхностных вод обусловлено тем, что медь при этом в отличие от других тяжелых металлов не подвергается гидролизу. С этим, может быть, и связано сравнительное постоянство концентрации меди в озере [5-6].

Содержание меди в озере превышает ПДК в 8-22 раза по нормативам, предъявляемым к водоемам рыбохозяйственного значения.

Представляет интерес выявить наличие корреляционной связи между медью и общей минерализацией воды в озере Балхаш. С увеличением минерализации воды содержание меди в озере уменьшается. Аналогичная закономерность была выявлена А.И.Муном [4] при исследовании озер Казахстана. Вероятно, подавление миграционной способности меди с увеличением минерализации вызвано процессами соосаждения различными сорбентами, которые находятся иногда в зависимости от содержания солей в растворах. Однако в целом корреляционную

связь между концентрацией меди и общей минерализацией следует оценить как слабую. Корреляционной связи между рН, перманганатной окисляемостью с концентрацией меди не обнаружено.

Цинк. Данные по содержанию цинка в воде озера Балхаш за летние периоды 1999-2000 гг. представлены в таблицах 1,2. Концентрация цинка в Западном Балхаше варьируется в пределах от 30,0 до 40,0 мкг/л (1999 г.) и от 39,0 до 62,0 мкг/л (2000 г.); в Восточном Балхаше, соответственно, от 39,0 до 62,0 мкг/л (1999 г.) и от 17,0 до 77,0 мкг/л (2000 г.).

Самым загрязненным районом по данным 1999 года является V и VI районы, а по данным 2000 года IV и V районы, куда попадают сточные воды БГМК, г. Балхаша и рыбзавода.

Распределение цинка по акватории озера неравномерно. Наиболее низкие концентрации цинка наблюдаются в восточной части озера 30,0 и 39,0 мкг/л (соответственно годам), а максимальные концентрации цинка наблюдаются в западной части: 62,0 и 77,0 мкг/л.

Нами показано, что на содержание цинка оказывает влияние химический состав воды: соляные озера содового типа в среднем в 2-3 раза беднее цинком, чем сульфатные. Озеро Балхаш по своему типу является сульфатным. Корреляционной связи концентрации цинка с мине-

$$= \overline{A}^* = =$$

рализацией воды, рН и перманганатной окисляемостью не обнаружено. Содержание цинка в озере Балхаш превышает ПДК в 7 раз.

Марганец. Из изученных микроэлементов наименьшая доля (1,1-1,5%) от суммы микроэлементов приходится на марганец. Известно, что вода озера Балхаш является щелочной (рН 8,6-9,3), а в щелочной среде марганец лучше окисляется кислородом, находится в более высокой степени окисления, поэтому менее растворим и подвижен. Если сравнивать данные по содержанию марганца в почвах, примыкающих к береговой полосе озера (129 мг/кг), и в воде озера, то следовало ожидать и высоких концентраций марганца в воде. Однако, в силу описанных факторов, становится понятным относительно малое содержание марганца в воде озера.

Содержание марганца в 8 районах колеблется в пределах 16,0-133,0 мкг/л, составляя в среднем для Западного Балхаша 52 мкг/л, для Восточного Балхаша - 73 мкг/л, для всего озера 63 мкг/л. зона с низкими концентрациями марганца расположена в западной части озера. Это обусловлено связыванием марганца органическим веществом, для развития которого в этой части озера имеются наиболее благоприятные условия (малая глубина, большая мутность, лучшая прогреваемость, перемешивание и др.). Марганец по

акватории озера распределен неравномерно. Установлена корреляционная связь между содержанием марганца и рН воды. Для марганца связь с общей минерализацией отсутствует.

Проведенные исследования показали, что медь, цинк, марганец по акватории озера распределяют-

ся неравномерно. В большинстве случаев наблюдается некоторое снижение их концентрации, что обусловлено процессами их соосаждения карбонатами кальция и магния. За последние 20 лет отмечено увеличение концентрации меди в среднем в 2 раза, а цинка в 7 раз, за счет влияния антропогенного фактора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Семенов А.Д. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. Л.: Гидрометеоиздат. 1977. С, 155-164

2. Варенко Н.И., Чуйко В.Т. Динамика содержания марганца в Днепродзержинском и Днепровском водохранилищах. В кн.: Гидрохимические материалы. Л.: Гидрометеоиздат. 1985. Т. 64. С. 71-77

3. Алекин О.А., Моричева Н.П. К изучению сорбции микроэлементов карбонатной системой природных вод. Докл. АН СССР. 1960. Т. 139. №4. С.

4. Мун А.И. Распределение

микроэлементов в водоемах Казахстана. Алма-Ата: Наука. 1971. 263 с.

5. Романова С.М., Батаева К.О и др. Экологические аспекты загрязнения токсичными веществами поверхностных вод Казахстана. Вестник КазГУ, серия химическая, 1996, № 5-6, с.7-8.

6. Романова С.М., Крученко С.С., Батаева К.О. Состояние и миграция загрязняющих веществ в экосистеме Или - Балхашского бассейна. Тез.докл. 2 Всесоюзной конференции по рыбохозяйственной токсикологии. Санкт.-Петербург. 1991. С. 82.

УДК 549.6+73.123.6

ТЕТРАЭДРИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ CaO-B₂O₃-SiO₂-H₂O

Г.Т. Балакаева

*Карагандинский государственный университет**им. Е.А. Букетова*

CaO-B₂O₃-SiO₂-H₂O жүйесін қалыпты жағдайда тетраэдризациялаудың әдістемесі ұсынылған

Предложена методика тетраэдризации системы CaO- B₂O₃-SiO₂-H₂O.

In this article proposed the method tetrahedration of system CaO-B₂O₃-SiO₂-H₂O under standard conditions.

Впервые вопрос о разбиении диаграмм состава на симплексы был рассмотрен Курнаковым [1]. Симплексы принадлежат к простейшим группам химического пространства, которые не имеют диагоналей и диагональных плоскостей. Процесс деления треугольного симплекса тройной системы на вторичные треугольники или триангуляция зависит от числа и расположения секущих линий, подчиняющихся правилам Н.С.Курнакова [2]:

1. Двойные и тройные соединения располагаются в вершинах вторичных треугольников.

2. В точке пересечения сингулярных секущих должно находиться

ся тройное соединение. Если тройное соединение не образуется, значит одна из секущих является нестабильной.

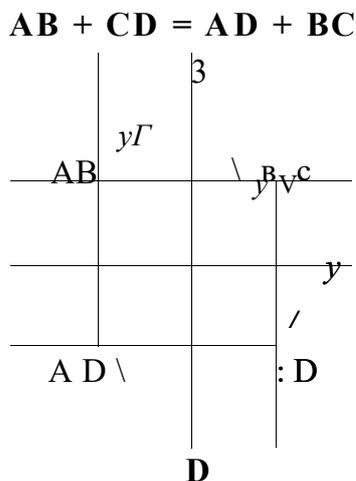
3. Каждая сингулярная секущая в тройной системе характеризуется двойной эвтектикой, а каждая трехкомпонентная система - тройной эвтектикой. Если соединения секущей и первичной системы в жидком и твердом состояниях неограниченно растворяются друг в друге, тогда двойные и тройные эвтектические точки не образуются.

4. Сингулярные секущие проходят через полюса всех двойных и тройных соединений системы.

Процесс деления первичного тетраэдра на вторичные по Курнакову происходит через двойные (тройные) соединения системы [1]. Например, в системе А-В-С-D (рис. 1) между

двойными соединениями образуется квадрат, в вершинах которого расположены четыре солеобразующие вещества АВ, ВС, AD, CD способные к реакциям взаимного обмена:

Тетраэдризация по Курнакову



y- $\frac{b\Gamma}{m} \cdot \frac{b\Gamma}{m}^*$
 Γ
 $\cdot 5 \cdot$
 4
 $> \frac{b\Gamma}{m}$
 \gg^4

$\frac{A}{\Gamma}$

Рисунок 1

Направление реакции обмена зависит от положения секущих АВ-СD и AD-BC, которые разделяют квадрат на два треугольника, образующих плоское древо обменного разложения. При увеличении числа двойных, и появлении тройных, четверных соединений соответственно возрастает количество сингулярных секущих, и следовательно процесс тетраэдризации сильно

усложняется,

В данной статье предлагается методика проведения тетраэдризации сложных четверных систем не через две сингулярные секущие (рис.1), а через сингулярную секущую, которая пересекает треугольную плоскость (рис.2).

Например, треугольную плоскость 1-2-3 альтернативно пересекает секущая 4-5 в точке а:

Тетраэдризация через стабильную треугольную плоскость

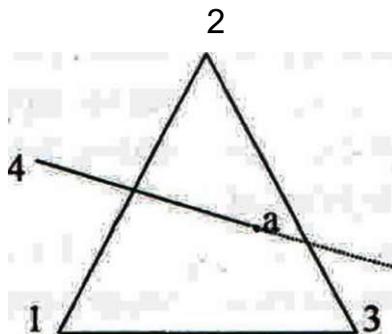
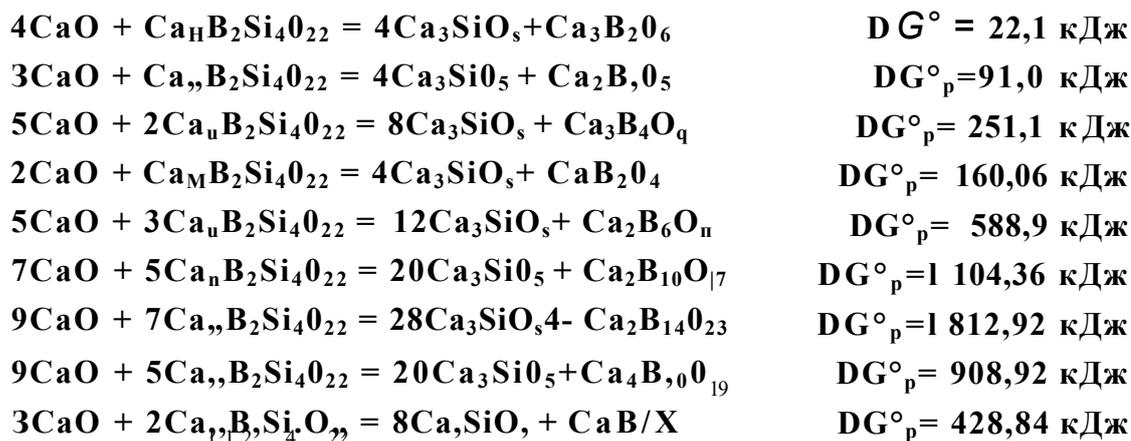


Рисунок 2

Устойчивость секущей или плоскости зависит от смещения равновесия, установившегося между ними. Для определения смещения равновесия составляется уравнение возможной взаимно-обменной реакции, левая часть которой состоит из трех компонентов плоскости, а правая часть из двух компонентов секущей. Смещение равновесия в реакции взаимного обмена рассчитывается по закону Гесса, по правилу Каблукова [3] и дополнению к правилу [4].

Предлагаемая методика была рассмотрена на примере сложной четырех-компонентной системы $\text{CaO}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{H}_2\text{O}$ (рис.3). Система состоит из 165 (табл.1) соединений,

из них 4 соединения являются четырехкомпонентными. Для проведения тетраэдризации системы $\text{CaO}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{H}_2\text{O}$ необходимо провести триангуляцию составляющих ее тройных систем. В систему входит 4 трехкомпонентные системы: $\text{CaO}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$, $\text{CaO}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{H}_2\text{O}$, $\text{CaO}-\text{SiO}_2-\text{H}_2\text{O}$, $\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{H}_2\text{O}$. В качестве примера приведем триангуляцию системы $\text{CaO}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ (рис.3, табл.1). Проверим стабильность первой секущей 1-159. Для этого проведем альтернативные секущие 38-55, 38-50, 38-56, 38-47, 38-52, 38-53, 38-54, 38-58, 38-48 пересекающие секущую 1-159. Составим уравнения реакций:



Термохимический анализ, рассчитанный по закону Гесса, показывает, что секущая 1-159 стабильна.

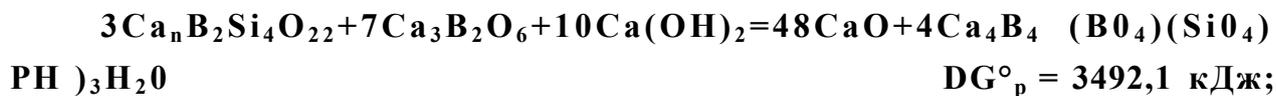
Аналогичным способом происходит образование древ в четверных и высших системах. Соответствующие симплексы-треугольник, тетраэдр и другие разделяются посредством сингулярных секущих плоскостей, объемов на целое чис-

ло вторичных симплексов.

Сочетание вторичных симплексов дает плоское древо или карту химической диаграммы, которая представляет геометрическое изображение основных реакций соединения, вытеснения (замещения) или обменного разложения.

После триангуляции систем проводится тетраэдризация. В сис-

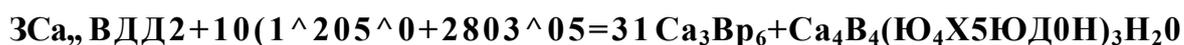
теме CaO-B₂O₃-SiO₂-H₂O треугольной плоскости Ca_nB₂Si₄O₂₂-Ca₃B₂O₆-Ca(OH)₂ (159-55-5) альтернативной являются секущие CaO-



$$DG^0 = 2898,7 \text{ кДж.}$$

Значения энергии Гиббса, рассчитанные по закону Гесса, показывают, что равновесие смещено в левую сторону в обеих реакциях, т.е. треугольная плоскость Ca_nB₂Si₄O₂₂-Ca₃B₂O₆-Ca(OH)₂ является стабильной.

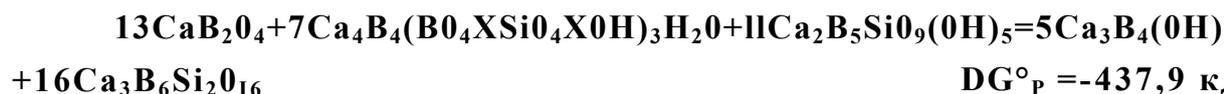
Таким образом тетраэдр Ca_nB₂Si₄O₂₂-Ca₃B₂O₆-Ca(OH)₂



$$DG^0 = 323,1 \text{ кДж.}$$

Термохимический анализ показывает, что плоскость 159-111-50 стабильна.

Следовательно, вторым фазовым единичным блоком системы



Значение энергии Гиббса показывает, что химическое равновесие

-Ca₂B₅SiO₉(OH)₅ (1-162) и CaO-Ca₂B₅SiO₉(OH)₅ (1-162). Следовательно, возможны следующие реакции взаимного обмена:

$$y \rightarrow z$$

-CaO является первым фазовым единичным блоком системы /рис. 4/.

Аналогично можно проверить и другие треугольные плоскости. Для плоскости Ca_nB₂Si₄O₂₂-Ca₂B₂O₅-H₂O-Ca₂B₂O₅ (159-111-50) альтернативной является секущая Ca₃B₂O₆-Ca₄B₄(B₄)(Si₄)(OH)₃H₂O (55-162):

является тетраэдр Ca_nB₂Si₄O₂₂-Ca₂B₂O₅-H₂O-Ca₂B₂O₅-Ca₃B₂O₆ (159-111-50-55) (рис.4).

Плоскость 47-162-164 альтернативно пересекается секущей (132-161):

$$DG^0_p = -437,9 \text{ кДж.}$$

реакции смещено вправо, следовательно плоскость 47-162-164 нестабильна.

Триангуляция системы $\text{CaO-B}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-H}_2\text{O}$

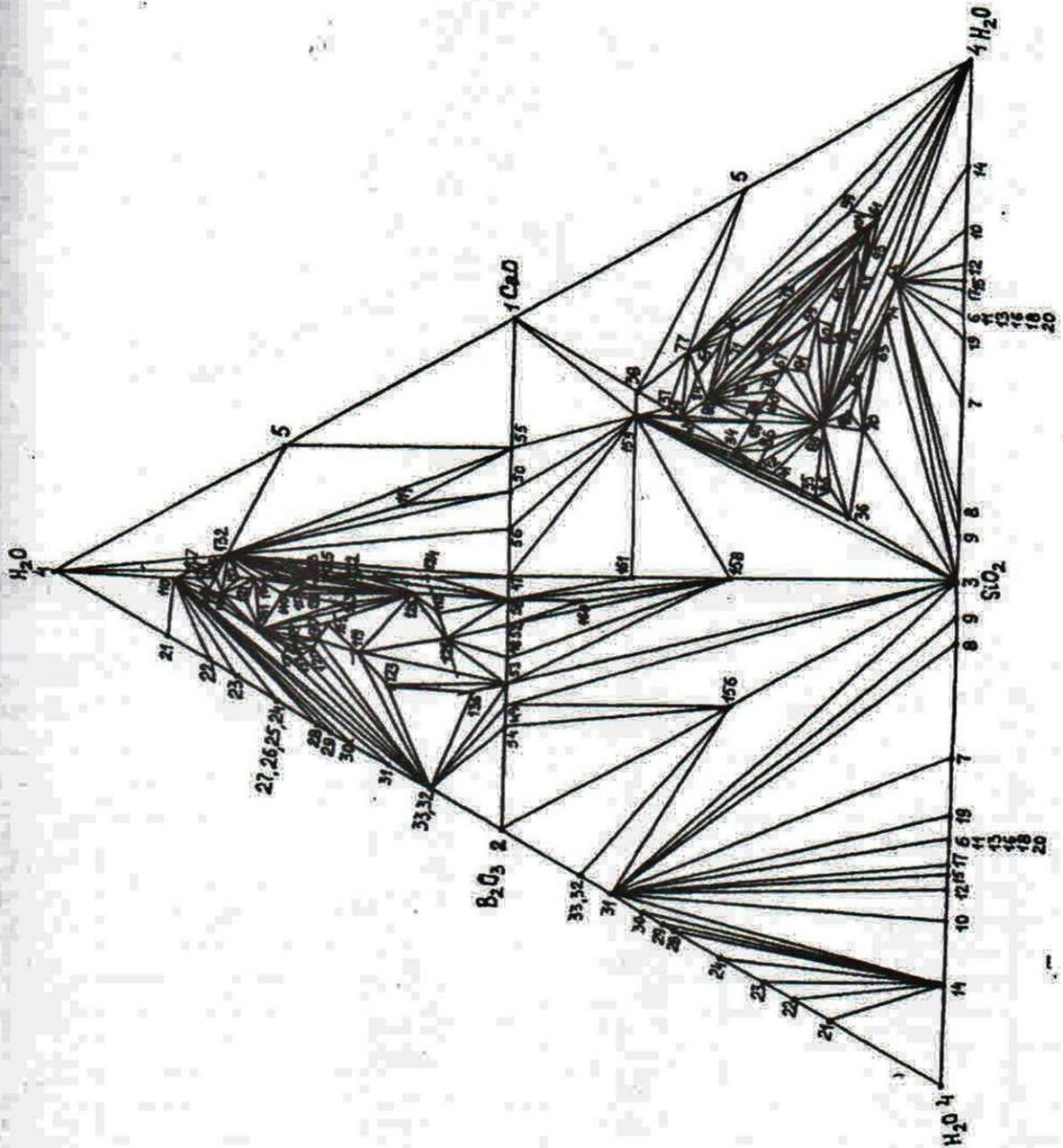


Рисунок 3

Тетраэдризация системы $\text{CaO}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{H}_2\text{O}$

... m

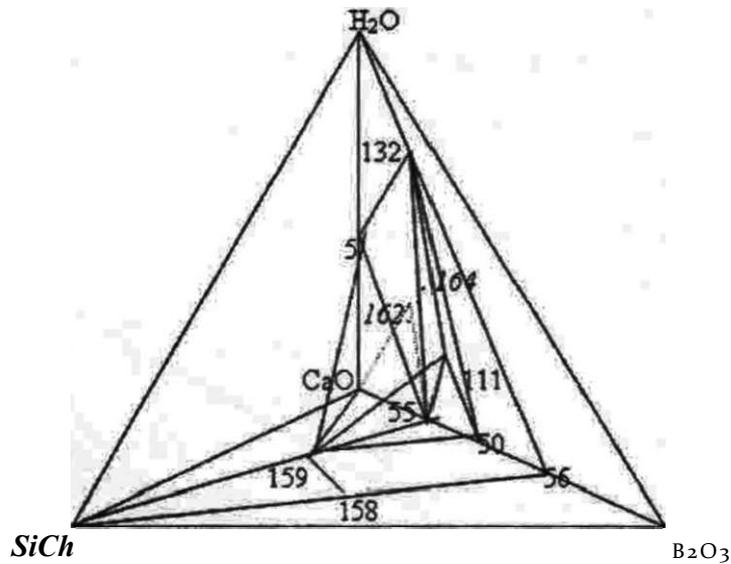


Рисунок 4

Таблица

Значения энергии Гиббса соединений системы $\text{CaO}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{H}_2\text{O}$ -Л,

№ п/п	Гб един @шя	$-\Delta G^{\circ}_{298}$, к Дж/моль	№ п/п	Гб один виия w	к Дж/моль
1	2	3	4	5	6
1	CaO	603,5	30	$\text{H}_2\text{B}_4\text{O}_7$	26716
2	B_2O_3	1193,8	31	$\text{H}_2\text{B}_{12}\text{O}_{20}$	7636,4
3	SiO_2	892,6	32	$\text{H}_2\text{B}_5\text{O}_8$	3167,6
4	H_2O	237,2	33	$\text{H}_4\text{B}_2\text{O}_3\text{O}_2$	12670,4
5	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	897,5	34	CaSiCb	1539,0
6	H_2SiO_3	1084,6	35	CaSi_2O_5	2431,5
7	H_2SiO_2	1945,1	36	CaSi_3O_7	3324,1
8	H_2SiO_4	7108,1	37	Ca_2SiO_4	2185,3
9	H_2SiO_2	12271,2	38	$\text{Ca}_3\text{Si}_2\text{O}_7$	2831,7
10	H_4SiO_4	1308,6	39	$\text{Ca}_4\text{Si}_3\text{O}_{13}$	3724,3
11	H_2SiO_3^*	2169,1	40	$\text{Ca}_3\text{Si}_3\text{O}_9$	4616,9
12	$\text{H}_6\text{Si}_2\text{Cb}$	2393,2	41	Ca_2SiO_4	5509,4
13	$\text{H}_6\text{Si}_3\text{O}_9$	3253,7	42	$\text{Ca}_5\text{Si}_6\text{O}_{17}$	8587,3
14	H_2SiO_6	1756,7	43	$\text{Ca}_6\text{Si}_4\text{O}_{18}$	6556,0
15	H_2SiO_4	3477,7	44	$\text{Ca}_6\text{Si}_4\text{O}_{18}$	7448,6
16	H_2SiO_4	4338,2	45	$\text{Ca}_6\text{Si}_4\text{O}_{18}$	9233,7
17	$\text{H}_{10}\text{Si}_{14}\text{O}_{13}$	4562,3	46	$\text{Ca}_9\text{Si}_8\text{O}_{27}$	9633,9
18	H_2SiO_3	5422,8	47	CaB_2O_4	1924,2
19	H_2SiO_3	6320,0	48	CaB_4O_7	3136,2
20	H_2SiO_3	6507,4	49	$\text{CaB}_6\text{O}_{10}$	4362,0

21	H ₃ BO ₃	937,6	50	Ca ₂ B ₂ O _s	2596,7
22	H ₄ B ₂ O ₅	1667,4	51	Ca ₂ B ₄ O ₈	3848,5
23	H ₆ B ₄ O ₉	3127,0	52	Ca ₇ B ₆ O ₁₁	5060,5
24	HBO ₂	729,8	53	Ca ₇ B ₁₀ O ₁₇	7506,5
25	H ₂ B ₂ O ₄	1459,6	54	Ca ₇ B ₁₁ O ₁₉	9759,5
26	H ₃ B ₃ O ₆	2189,4	55	Ca ₃ B ₂ O ₆	3269,2
27	H ₄ B ₄ O ₈	2919,2	56	Ca ₃ B ₄ O ₉	4520,9
28	H ₁₁ B ₆ O ₁₇	4131,4	57	Ca ₃ B ₆ O ₁₂	5772,7
29	H ₃ B ₅ O ₉	3401,4	58	Ca ₄ B ₁₀ O ₁₉	8908,9
59	CaSiO ₃ · H ₂ O	1786,3	90	Ca ₁₀ B ₁₆ O ₃₀	11268,0
60	CaSiO ₃ · 2H ₂ O	2033,6	91	2{Ca ₁₀ B ₁₆ O ₃₀ · 3H ₂ O}	18576,6
61	CaSiO ₃ · 3H ₂ O	2280,9	92	Ca ₁₀ B ₁₆ O ₃₀ · 6H ₂ O	19676,6
62	CaSi ₂ O ₇ · H ₂ O	2678,8	93	Ca ₁₀ [₈ B ₂ O ₃ · (OH) ₆] · 18H ₂ O	21876,6
63	CaSi ₂ O ₇ · 2H ₂ O	2926,1	94	Ca ₁₀ [₈ B ₂ O ₃ · (OH) ₆] · 2H ₂ O	9068,2
64	CaSi ₂ O ₇ · 3H ₂ O	3173,4	95	3{Ca ₃ Si ₆ O ₁₃ (OH) ₄ · 4H ₂ O}	8669,1
65	Ca ₂ SiO ₄ · H ₂ O	2432,7	96	4{Ca ₃ Si ₆ O ₁₃ (OH) ₄ · 4H ₂ O}	7734,5
66	Ca ₂ SiO ₄ · 1,7H ₂ O	2474,67	97	Ca ₂ [₂ Si ₆ O ₁₇ · 12(OH) ₄] · 12Ca(OH) ₂	29732,5
67	Ca ₂ SiO ₄ · 2H ₂ O	3325,2	98	CaSiO ₃ · 0,16H ₂ O	1574,2
68	Ca ₂ SiO ₄ · 3H ₂ O	4465,1	99	Ca ₂ SiO ₄ · 4H ₂ O	3065,3
69	Ca ₂ SiO ₄ · 2,5H ₂ O	4588,7	100	Ca ₂ SiO ₄ · H ₂ O	6375,8
70	Ca ₂ SiO ₄ · 1,5H ₂ O	6126,5	101	CaSiO ₃ · 2,5H ₂ O	2089,0
71	Ca ₃ Si ₂ O ₇ · H ₂ O	3971,68	102	CaB ₂ O ₄ · H ₂ O	2163,5
72	Ca ₃ Si ₂ O ₇ · 2H ₂ O	4411,66	103	CaB ₂ O ₄ · 2H ₂ O	2402,9
73	Ca ₃ Si ₂ O ₇ · H ₂ O	4864,2	104	Ca[B ₂ O ₃ (OH) ₄]	2413,5
74	Ca ₃ Si ₂ O ₇ · 7H ₂ O	9025,66	105	CaB ₂ O ₄ · 4H ₂ O	2881,5
75	Ca ₃ Si ₂ O ₇ · 3H ₂ O	5510,6	106	Ca[B(OH) ₄] ₂	2902,8
76	Ca ₄ Si ₃ O ₁₀ · 1,5H ₂ O	5634,62	107	Ca[B ₂ O ₃ (OH) ₆] · 2H ₂ O	3136,8
77	Ca ₅ Si ₄ O ₁₃ · H ₂ O	5264,4	108	Ca[B ₂ O ₃ (OH) ₆] · 3H ₂ O	3376,1
78	Ca ₅ Si ₄ O ₁₃ · 2H ₂ O	7942,1	109	CaB ₂ O ₄ · 6H ₂ O	3360,2
79	Ca ₃ Si ₂ O ₇ · 3H ₂ O	9329,2	110	Ca[B(OH) ₄] ₂ · 2H ₂ O	3381,5
80	Ca ₅ Si ₆ O ₁₇ · 5H ₂ O	9947,5	111	Ca ₂ B ₂ O ₅ · Ca[B ₃ O ₄ (OH) ₃]	2836,0
81	Ca ₅ Si ₆ O ₁₇ · H ₂ O	10813,0	112	Ca[B ₃ O ₅ (OH) ₁]	2652,6
82	Ca ₅ Si ₆ O ₁₇ · 2H ₂ O	11060,3	113	Ca[B ₃ O ₄ (OH) ₃]	2897,2
83	Ca ₆ Si ₆ O ₁₈ · H ₂ O	9481,0	114	Ca[B ₃ O ₃ (OH) ₃]	3151,9
84	Ca ₆ Si ₆ O ₁₈ · 2H ₂ O	6803,3	115	Ca[B ₃ O ₄ (OH) ₃] · H ₂ O	3136,5
85	Ca ₇ Si ₆ O ₁₉ · H ₂ O	19053,0	116	Ca[B ₃ O ₃ (OH) ₅] · H ₂ O	3381,2
86	Ca ₈ Si ₆ O ₂₂ · H ₂ O	14344,0	117	Ca[B ₃ O ₃ (OH) ₅] · 2H ₂ O	3620,6
87	Ca ₈ Si ₆ O ₂₂ · 4H ₂ O	17696,5	118	Ca[B ₃ O ₃ (OH) ₅] · 4H ₂ O	4099,2
88	Ca ₈ Si ₆ O ₂₂ · 2H ₂ O	11420,2	119	Ca[B ₃ O ₄ (OH) ₂] ₂	4851,3
89	Ca ₁₄ Si ₂₄ O ₅₈ (OH) ₈ · 2H ₂ O	32309,2	120	CaB ₆ O ₁₀ · 3H ₂ O	5080,0
121	Ca ₆ B ₆ O ₁₂ · 4H ₂ O	5319,3	144	Ca ₂ B ₂ O ₅ · 3H ₂ O	2474,6
122	CaB ₆ O ₁₀ (OH) ₄ · 3H ₂ O	5569,3	145	CaB ₂ O ₄ · 5H ₂ O	3120,8
123	CaB ₈ O ₁₃ · 2H ₂ O	6060,9	146	Ca(H ₂ B ₃ O ₃) ₂ · 2H ₂ O	2892,2
124	CaB ₆ O ₁₀ · H ₂ O	4087,8	147	Ca ₂ B ₆ O ₁₁ · 9H ₂ O	7214,5
125	Ca ₂ B ₄ O ₇ (OH) ₂ · 2H ₂ O	4571,8	148	Ca ₂ B ₄ O ₇ (OH) ₂	4093,1

126	Ca ₂ BsO ₈ (QHb	4821,5	149	CaHBO ₃	1420,7
127	Ca ₂ B ₆ O ₆ 7H ₂ O	6735,8	150	Ca(H ₂ BO ₃) ₇ 4H ₂ O	3370,9
128	Ca ₂ B ₆ O ₆ 13H ₂ O	8171,8	151	CaB ₆ O ₇ (OH) ₆ 2H ₂ O	5574,6
129	Ca ₂ BsCMOHh	6530,9	152	CaB ₂ O ₄ 3H ₂ O	2542,2
130	Ca ₂ B ₆ O ₆ i7 5H ₂ O	8703,1	153	CaB ₆ MO ₇ ? IOH ₂ O	15124,8
131	Ca ₂ B ₆ MO ₇ 8H ₂ O	11673,9	154	Ca ₂ B ₆ O ₇ 15H ₂ O	21407,9
132	Ca ₂ B ₄ (OH) ₈ ,	6722,8	155	Ca ₂ B ₆ MO ₇ 9H ₂ O	16645,2
133	Ca ₂ B ₆ O ₆ 9H ₂ O	6674,9	156	B ⁱ Os	2054,31
134	Ca ₃ B ₆ O ₆ (OH) ₂ 2H ₂ O	7719,3	157	BicoSisoOwo	102715

Аналогично были определены все стабильные плоскости системы. Стабильные треугольные плоскости, образованные при тетраэдризации, делят четырехкомпонентную систему на простые тетраэдры. В системе CaO-B₂O₃-SiO₂-H₂O при тетраэдризации получены следующие простые тетраэдры: Ca_nB₂Si₄O₂₂-Ca₃B₂O₆-Ca(OH)₂-CaO (159-55-5-1), CaO-Ca^ΔDr^Δ-Ca^Δ-Ca(OH)₂ (1-159-3&5), CaCOH^Δ-Ca₂B₂Si₄O₂₂-Ca₃B₂O₆-Ca₃B₄(OH)₁₈ (5-159-55-132), C^ΔfIPpⁿ Ca₃B₂O₆-Ca₃B₄(OH)₁₈-Ca^ΔpDo (159-55-132-111), C^ΔВДО^Δ-C^ΔB₂O₅-C^Δ₄(0Щ₈ЛОД₅Нр (159-50-132-111), CaДЯРи-Ca^ΔB₂O₅-Ca₃B₉-CaуВДОН^Δ (159-50-56-132), Ca^ΔВДО^Δ-C^Δ/ОД_й-Ca₃B₉, <3aB₁O₄059_б132-5&47X Ca₁B₂8ip₂₂-Ca₄B₄(Ю₄X8i₀X0H)₃H₂O-Ca₃B₄(OH)₁₈-CaBp₄ (159-162-132-47), Ca₂.B^Δip^Δ-CaД^ΔЮДОЩҚа CaB₂O₄-Ca₃B₆Sip₁₆ (159-162-47-161),

Cafi/EO^ΔЮ^ΔОЩНр- Ca^Δ₄(OH)₁₈-CaBp^ΔB^ΔO^Δ (162-132-47-161), CaB₂Si₂O₈-Ca₃B₄(OH)₁₈-Ca₃B₆Si₂O₁₆-CaД(Ю₄X5ЮДОН)₃H₂O(15^Δ132-161-162), CaB₂Sip₈-Ca₃B₆Si₂O₁₆-Ca_nB₂Si₄O₂₂-(^Δ₄B₄(Ю₄)(8ЮДОН)₃КО(158-161-159-162X CaB₂Si₂O₈-Ca_nB₂Si₄O₂₂-Ca₄B₄(B₀XSi₀X0H)₃H₂O-Ca₃B₄(OH)₈ (158-159-162-132), CaBjS^ΔOg-Ca_jBjSip^Δ-CaBSDpH^ΔB/OH^Δ (158-159-165-132), CaB^ΔiPg-Ca^ΔjSip^Δ-CaBSiOpH-Ca₂«Si*O_a(OH)₈ 2H₂p (158-159-165-89), Ca₁B₂Sip₂₂-CaBSi₀4OH-Ca₃B₄(OH)₁₈-Ca₁₄Si^Δ₅₈(OH)₈ 2H₂O (159-165-132-89), CaB₂Si₂O₈-CaBSi₀4OH-Ca₃B₄(OH)₁₈-Ca₄4<₀₅₈(0Щ2H₂O(158-165-132^Δ9)итд

Предложенная методика значительно упрощает процесс тетраэдризации четырехкомпонентной системы и может быть использована для дифференциации систем с большим числом компонентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Курнаков Н.С. Избранные труды. М.: Изд-во АН СССР, 1960, Т. 1, 525 с.
2. Посыпайко В.И. Методы исследования многокомпонентных солевых систем. М.ГНаука, 1978, 255с.
3. Каблуков И.А. О реакциях обменного разложения между галогенидными солями калия и азотно-кислым серебром в отсутствие растворителя // Журн.рус.физ-хим.обва. 1905, Т.37, С.577.
4. Алдабергенов М.К., Трунин А.С., Балакаева Г.Т. Алгоритм описания химического превращения в системе Кр-Р₂O₅-H₂O // Журн.неорг.хим., 1993, Т.38, №5, С.885-886.

УДК 378.147:542.9

ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОБЛЕМНОЙ ЛЕКЦИИ ПО ТЕМЕ «ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ» ДЛЯ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ ВУЗОВ

Д.А. Смагулова

Казахская архитектурно-строительная академия

"Инженерлік мамндыққа арналған пютықтырғыш-қалыпқа келтіру реакция" апгты өзекті дәрістің жоспарлануының диалектикалық ілік турғысы қарастырылды.

Рассмотрен диалектический подход к планированию проблемной секции «Окислительно-восстановительные реакции» для инженерных специальностей.

Dialect approach "Oxidation reductions for engineering specialists " lecture planning problem is considered.

Успешное выполнение программы подготовки специалистов не только всесторонне образованных, эрудированных и хорошо знающих свою профессию, но и творчески мыслящих, обязывает высшую школу совершенствовать современное состояние учебного процесса. Необходимо взять курс на выпуск инженеров широкого профиля с усиленной подготовкой по фундаментальным дисциплинам и последующей специализацией.

Необходимо отметить, что технические вузы приблизились по

глубине и фундаментальной образованности к университетам, наблюдается значительное расширение базиса фундаментальных наук за счет сокращения описательных и узко прикладных курсов.

В научно-методическом отношении связь между фундаментальной и инженерной частями обучения в настоящее время осуществляется без достаточного учета специфики задач, которые призван решать современный инженер. По нашему мнению, большие возможности в теме улучшения инженерной подго-

товки заложены в совершенствовании процесса обучения путем использования активных методов.

Наибольшая эффективность преподавания достигается сочетанием различных методов активного обучения. Поиск, выбор и оптимальное сочетание методов обучения детермируется целями, проблемами и задачами планируемой темы лекции. Анализ [1-8] методического, психолого-педагогического и организационно-методического обеспечения учебного процесса показал, что эффективное обучение могут быть реализованы при использовании следующих подходов:

1. Диалектико-логический подход, который предусматривает правильное оперирование следующими восемью общепhilosophическими категориями: единичное, особенное, общее, всеобщее, наличное бытие, внешнее проявление, внутренняя сущность и реальная действительность.

2. Функционально-структурный подход, который ориентирован на рациональное использование следующих шести общенаучных понятий: интегрирующие признаки сходства, дифференцирующие свойства различий, инвариантные элементы системности, вариативные компоненты целостности, функциональные связи между элементами, структурные отношения между компонентами. Следует особо отме-

тить, что диалектико-логический подход имеет конечной целью методологическое обеспечение и предполагает спецификацию, субординацию и координацию педагогического мышления. Функционально-структурный подход акцентирует внимание педагогов на формализацию содержания, декомпозицию состава с учетом взаимообусловленности между собой деятельности преподавателя и деятельности ученика [9-10].

При комплексном подходе и правильном планировании лекции преподаватель сочетает информационные, мировоззренческие и операционные аспекты вузовского образования: обучения знаниям, воспитания убеждений, выработки определенных умений и навыков, развития восприятия, памяти, мышления, воображения (как творческую активность и самостоятельность). В данном сообщении нами предпринята попытка преподнести существо методологического, психолого-педагогического обеспечения преподавания раздела «Окислительно-восстановительные реакции». При этом преследовалась цель осуществления проблемного обучения, т.е. планирование проблемной лекции. Проблемные ситуации могут быть созданы преподавателем, по сути, на всех фазах усвоения, начиная от восприятия и кончая приложением и применением знаний. Одним ело-

вом, преподаватель может ставить проблемы и добиваться их разрешения на любой из фаз усвоения.

При изучении раздела «Окислительно-восстановительные реакции» очевидно, элементарными сведениями, от которых следует отталкиваться, являются три важных понятия в химии: «электроотрицательность», «степень окисления» и «валентность». Понятие электроотрицательности существует в химии свыше 150 лет, и с развитием учения о строении атомов и химической связи оно получило электронную интерпретацию.

Степень окисления определяет состояние атома в молекуле, иногда её называют окислительным числом.

Валентностью характеризуются способность атомов элементов к образованию соединений.

Эти понятия являются фундаментом (нечто известное уже из школьной программы), на которой в дальнейшем будут накладываться более сложные категории, менее известные понятия и термины изучаемого курса. Поэтому «единичным» в разделе «Окислительно-восстановительные реакции» являются элементарные сведения об электроотрицательности, степени окисления и валентности.

По всей вероятности взаимопонимание между лектором и аудиторией установится только тогда,

когда студент заранее хорошо усвоил и свободно оперирует такими базовыми понятиями в химии, как учение о строении атомов и химической связи. Педагог при изложении этого материала должен руководствоваться принципами доступности и наглядности на примерах электронного строения атомов.

Наши сведения, как понятие об окислительно-восстановительной реакции, знание важнейших окислителей и восстановителей, классификация окислительно-восстановительных реакций - составляют в объясняемой теме основополагающие опорные термины, которые характерны для данной темы, составляют яркую особенность, специфику. Очевидно, такие термины следует подчеркивать, выпускать и эмоционально преподнести студентам. Эти термины отличаются от «единичного» в теме и составляют «особенное» в изучаемом материале.

Позицией студента на 2ом этапе диалектического познания или формирования рассуждений является знание закономерностей изменения свойств элементов периодической системы и строения атомов. В соответствии с этим педагог обязан, удерживая в памяти опорные термины и базовые понятия о строении атомов и химической связи, доступно и наглядно довести до студенческого восприятия и памяти совокупность представлений об окислитель-

но-восстановительных реакциях, основываясь на изменения окислительно-восстановительных свойств элементов по периодам и группам. Это и будет являться подходом педагога, которым он будет руководствоваться при объяснении содержания, состава и структуры своей лекции на данную тему.

Если на уровне единичных ключевых слов у студентов формируются логические операции, то на уровне усвоения знания по применению опорных терминов раздела (особенное) формируются рассуждения. Студенту при этом необходимо руководствоваться принципом дисциплинированности и инициативности.

Правильное написание уравнений реакций является выражением закона сохранения массы вещества. Поэтому число одних и тех же атомов в исходных веществах и продуктах реакции должно быть одинаковым. Точно также сумма зарядов исходных веществ всегда должна быть равна сумме зарядов продуктов реакции. Полагая, что студент хорошо оперирует знаниями закона сохранения массы и заряда, педагог выделяет тот материал, который можно считать «общим» для данного раздела. Общим для раздела «Окислительно-восстановительные реакции» будет овладение методикой составления уравнений, знание методов электронного баланса, ме-

тогда полуреакцийу применение окислительно-восстановительных эквивалентов. Используя этот материал, педагог обязан прививать студенту умение не только осуществлять логические операции и умственные действия, но и размышлять и рассуждать. Объяснение этого материала педагог должен вести с позиции представлений о том, что окислительно-восстановительные реакции являются единством двух противоположных процессов: окисления и восстановления.

Следующий уровень диалектического познания - формирование химического мышления. Ясно, что при формировании химического мышления студенту необходимо руководствоваться принципом активности и самостоятельности. Преподаватель должен стараться привить студентам культуру мышления и дисциплину мысли. Преподаватель обязан довести до понимания студента материалистическое мировоззрение. Так, закономерное изменение металлических и неметаллических свойств элементов с возрастанием заряда атомного ядра свидетельствует о том, что в периодической системе рельефно отражается диалектика взаимосвязи и взаимопереходов количественных и качественных изменений на атомном уровне развития материи. Именно эти изменения являются внешним проявлением перехода ко-

личественных изменений в атомах (число протонов и нейтронов в ядре и соответственно числа электронов в электронных оболочках) в качественные. Переход от одного периода к следующему сопровождается почти полным отрицанием неметаллических свойств элементов и появлением снова сильно выраженных металлических свойств, что является проявлением закона отрицания отрицания. На основе изучаемого материала преподаватель может выделить ряд вопросов, которые могут стать предметом проблемных ситуаций. К примеру: почему одни из реакций окисления - восстановления протекают, а другие нет? Почему один и тот же окислитель реагирует с одним восстановителем и не реагирует с другим? Полностью ли всякий раз происходит превращение взятых в реакцию веществ? Что именно, какая сила движет эти реакции? При каких условиях будет протекать та или иная реакция? Как направить реакцию в ту или иную сторону?

Главной задачей педагога является задача помочь студенту понять, что с помощью химической термодинамики можно рассчитать условия протекания той или иной реакции, охарактеризовать степень протекания её, т.е. сколько взятого вещества превратится в продукты реакции.

Очевидно, что позиция студента при переходе на новый этап

развития представлений об окислительно-восстановительных реакциях должна подняться на новый уровень диалектического познания, т.е. он свободно должен разбираться в химических процессах, лежащих в основе устройства гальванических элементов, протекании процессов электролиза, коррозии металлов. Тогда педагогу, оперирующему понятиями о стандартных электродных потенциалах металлов и окислительно-восстановительных потенциалах будет нетрудно научить студента определять направление окислительно-восстановительных реакций и выходить на категорию «всеобщее» в данной теме - управление окислительно-восстановительными реакциями.

Мы считаем, что подобный диалектический подход к обучению раздела «Окислительно-восстановительные реакции» поможет студенту не только усвоить фактический материал, но, и выполняет воспитательные и методические функции. Воспитательные функции внешне проявляются в превращении полученных знаний о природе окислительно-восстановительных реакций в личные убеждения и активную жизненную позицию, методологические функции такого подхода проявляются в стадии логического развития и уровнях диалектического познания процессов окислительно-восстановительных реакций. Имен-

но таким путем удастся сочетание на примере преподавания раздела «Окислительно-восстановительные

реакции» всех четырех задач: обучения, воспитания, научения, развития.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ильина Т.А. «Что такое современная лекция». Как ей придать проблемный характер. Вестник высшей школы, 1984, №9.С. 17.
2. Бабанский Ю.К. Оптимизация учебно-воспитательного процесса., Москва, Просвещение, 1982.С.300.
3. Атанов Г.А.. Арыдин В.М. Так создается проблемная ситуация.. Вестник высшей школы , 1984, №11 .С 26.
4. Лернер И.Я. Главная функция проблемного обучения.. Вестник высшей школы, 1976, №7. С. 16-21.
5. Гарунов М.Г. Исследуя проблемные методы изложения. Вестник высшей школы. 1977, №7С. 16-21.
6. Махмутов И.Я. Проблемное обучение: основные вопросы теории. Москва.. 1975.С. 135.
7. Пидкасистый П.И. Проблемное обучение: логико-гносеологический и психолого-дидактический аспекты. Вестник высшей школы, № 12, 1977.С.25.
8. Кошкарров Ж., Замятина Г. В поисках нетрадиционных форм работы со студентами. // Вестник высшей школы. № 3, 1998.С.94
9. Ахияров К.Ш., Правдин Ю.П. Формирование познавательной активности студентов в процессе обучения: Учебное пособие. Уфа: Башкирия. ГПИ.1998
10. Никонов А.П. Проблемы инженерно-химического образования. // ЖВХО им. Д.И. Менделеева, 1990.Т. 35. №5.С.399

УДК 691.545.004.12

ГЦПБ БЕРІКТІЛІГІНІҢ СУДЫҢ МӨЛШЕРІНЕ ЖӘНЕ ҰНТАҚТЫЛЫҒЫНА ӘСЕРІ

К.А. Ақмалаев

Қазақ бас сәулет-құрылыс академиясы

Гипсоцементті пуццолан қасиеті зерттелініп, бұдан пуццолан қосындысының бөліктері ішкі беттерінің жоғары қасиетіні бар екені анықталған. бұл гипсоцементті пуццоланы ұнтақтарының ерекшелігін көрсетеді.

Исследовали свойства гипсо-цементного пуццолана и показали, что частицы смеси пуццолана обладают большой внутренней поверхностью, что обуславливает особенности порошков гипсоцементного пуццолана.

The properties of gypsum and cemented puzsolane are studied, and it's showed that the particles of puzsolane mixture have a large surface that causes peculiarities of gypsum and cemented puzsolane powders.

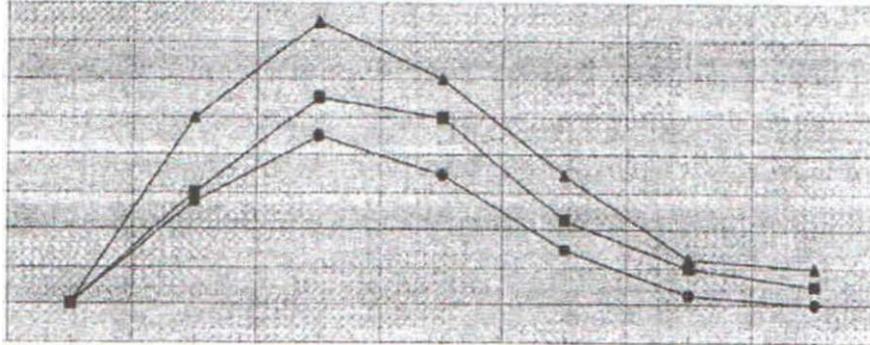
Гипсті цементті пуццолан байланыстырғышының беріктілігінің судың мөлшерінің өзгеріп тұруына және ұнтақтылықтың шамасына байланысты әсерлері қарастырылған. Ил. 1. Кесте 1. Библиогр. 2.

Гипсті-цементті пуццолан байланыстырғышы (ГЦПБ) ылғал және кұрғақ ортада қатаятын материалға жатады, сонымен қатар гипс сияқты ұстамдылығы, қатаюы тез басталады. Портланд цементтен айырмашылығы өнімді жылумен өңдеуді қажететпейді. ГЦПБ беріктілігінің судың мөлшеріне, ұнтақтылығына әсері қарастырылған.

ГЦПБ гидравликалық және ауада қатаятын байланыстырғыштардың араларынан орын алады. ГЦП байланыстырғышының беріктілігі судың байланыстырғышқа қатынасына байланысты болады [1,2].

Әр түрлі судың байланыстырғышқа қатынасында (С/Б) ГЦПБ лгібағана жасалынып тексерілді. Егерде С/Б 0,25 болса қоюланса, яғни оны калыпка салу үшін нығыздауды қажет етеді. Нығыздау тәсілін өзгертсе, сипаты да ауысады. С/Б 1-даі жоғары ерсе, судың бөлініп шығуына әкелігі соқтырады (1 сур.).

Беріктіліктің С/Б байланыстылығы



1 сурет

1 сур. көрсетілген деректер бойынша беріктіліктің түсуінв байланысты, орташа тығыздылықтын төмендеуін және ке[^]ктіліктің өскені байқалады, сонымен қатар ГЦГБ баска да физико-механикалық қасиеттері де өзгереді, әсіресе жұмсару коэффициенті Үлгінің ең үлкен беріктілігі 17,9 МПа С/Б 0,45-ке тең болғанда алынады. С/Б 0,25-0,35 және 0,65-1,0 аралығында беріктілік судын мөлшерінің жетіспеуінен немесе артықшылығынан төмендейді.

Үнтақталу дәрежесінің әсерін зерттей келе, мынаны айтыға болады, минерал қоспалардың үнтақтылығы өскен сайын, олардың активтілігі көтеріледі, әсіресе жылумен өндегенде. Бірақта, өте жоғарғы үнтақтағанда

ш ь ж ш у т ү ш д ш і төмен-

дейді. Жүргізілген зертт[^]дің көрсет[^]тері бойынша (1 кесте) мынаны көруге болады, майдалау үнтақтылығы өскендеоныііберіктілігі көтеріледі. ГЦПбай-льшыстырғышының құрамындағыларды бірге қосып 2 және 4 сағат үнтақтағанда, сығылып сынғандағы беріктіліктері 5,6 жәш 6,8 МПа болды.

Пуццолан қоспасын пайдаланудың ерекшелігіндегі беріктілігінің Буі, тек қана қоспаның активтілігінің осуінен ғана емес, су қажеттігінің төмендеуінея де болады. Мысалы, бірдей қоймалжың қоюлықтағы илем үшін, майда үнтақтылығы жоғары болса, ірі үнтақталғанмаі салыстырғанда оның су қажет етуі аз болады, суға төзімділікті арттыруды және катаюды тездетудің: ізгі жолдарының бірі бо і\ь\итабылады.

1 кесте

ГЦПБ беріктілігіне ұнтақтау майдалығының әсері

№№	Шарлы диірменде ұнтақталу уақыты. сағ.	С/Б	Беттік меншіктік, см ² /г	Сығылып сынғандағы беріктілігі, МПа	
				2 сағ.	7 тәуліг
1	4	0,5	3600	6,8	11,5
2	3	0,53	2750	6,2	10,9
3	2	0,55	1890	5,6	9,8
4	1	0,64	1120	4,1	6,8

Қорыта айтқанда ГЦПБ ерекшелігі ұнтақтылығынын жоғар лауында, яғни айтқанда пуццолан қоспасынын бөлшектері үлкен бетке ие бола-

ды. Су қажеттілігін төмендетіп, тығыздылығын ұтыратын, ал егерде ірі ұнтақталған қоспаны пайдаланса, су ішіне кетіп байланыссыз қалады.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. А.В.Волженский, В.И.-Стамбулко, А.В.Ферронская. Гипсоцементнопуццолановые вяжущие, бетоны и изделия. - М: Строй-

издат, 1971.

2. А.В.Волженский, А.В.Ферронская, Гипсовые вяжущие и изделия. - М.: Стройиздаг, 1974.

УДК 541.515

ЭЛЕКТРОННОЕ СТРОЕНИЕ КОМПЛЕКСОВ УНИТИОЛА С ИОНАМИ ДВУХВАЛЕНТНОГО ЖЕЛЕЗА

М.П. Копбаева, Р.Н. Утегулов, Х.К. Оспанов

Казахский национальный университет им. аль-Фараби

А.С. Масалимов

Карагандинский государственный университет

им. Е.А. Вукетова

Кванттық химиялық әдістермен темір - ионның унишиолмен модельдық комплестері зершпелген.

Методами квантовой химии исследованы модельные комплексы унитиола с ионом железа.

The model complexes of unitiol and bivalent - iron ions were by quantum - chemical methods investigated.

Как известно, под «унитиолом» (Un) подразумевается техническое название натриевой соли 2,3-димеркаптопропансульфокислоты (ДМПК) [1]. Уникальность строения последней заключается в том, что если соседние сульфогидрильные группы способствуют хелатированию разнообразных металлов, в том числе ионов переходных элементов, то наличие сульфогруппы определяет водную растворимость образующихся комплексов, что в свою очередь широко используется в экстракционных процессах. До настоящего времени, несмотря на обилие различных

физико-химических исследований ра- створов координационных соединений унитиола, отсутствуют какие-либо систематизированные данные об электронном строении этих продуктов. В представляемой работе сделаны первые попытки установления электронной структуры комплексов унитиола на модельных примерах связывания ионов двухвалентного железа с различными серосодержащими лигандами. При этом, для решения данной задачи были привлечены помимо квантово-химических программных пакетов МОРАС-7 и HyperChem-5.1 и более мощные рас-

четные средства как GAMESS-2000 и GAUSSIAN-98, которые позволяют проводить более корректные *ab-initio* вычисления, позволяющие оценить характер участия *d*-электронов центрального иона - комплексообразователя в координационном связывании разнообразных лигандов [2-4].

Из экспериментальных данных следует, что *Un* образует с переходными металлами хелатные комплексы с координационными числами (кч) 1, 2 и 3, причем природа клешни, зависимость от кислотно-основных свойств среды, может быть как сульфогидрильной так и сульфидной [1]. При этом, в случае дефицита унитиольных лигандов оставшиеся места координирования занимают в растворе молекулами воды.

В настоящей работе нами были исследованы только октаэдрические комплексы ионов двухвалентного железа с *Un* - лигандами, хотя физико-химические наблюдения допускают наличие водных растворов аналогичных образований и с тетраэдрическим строением. С целью детализации электронного строения выбранных соединений были предварительно рассмотрены октаэдрические комплексы иона железа с модельными лигандами: атомом серы, молекулами сероводорода, воды, дитиолэтана, а также с гидросульфид-анионом. Выбор же атома железа определяется как наличием необходимых экспериментальных данных по его координированию унитиолом

и удобством моделирования его спиновых магнитных свойств, так и наличием соответствующей параметризации в программных пакетах полуэмпирических приближений типа MO-RAS и HyperChem.

Первой рассмотренной нами модельной частицей было гипотетическое образование $[\text{FeSJ}^{2+}$, с фиксированным расстоянием между атомами железа и серы, равным $R=2,18 \text{ \AA}$ [5]. Следует отметить, что расширенный метод Хюкеля (ЕНТ), несмотря на известную свою простоту, в отличие от других квантово-химических приближений позволяет в ограниченном Хартри-Фоковском варианте построить общеизвестные октаэдрические групповые орбитали и установить факт большей термодинамической стабильности ($\Delta E=6.0 \text{ ккал/моль}$) низкоспиновой электронной структуры комплекса по сравнению с высокоспиновой [6]. Однако, ввиду ограниченной возможности программного пакета HyperChem-5.1 для определения орбитальной структуры рассматриваемой модели с целью установления участия *d* - электронов атомов обоих элементов в координационном связывании, были проведены *ab-initio* - расчеты данной фиксированной структуры в базисе STO-3G с использованием квантово-химического пакета GAUSSIAN-98 [4]. Последний предсказывает существенно большую устойчивость высокоспинового октаэдра. Интересно отметить, что как в высокоспиновом, так

и низкоспиновом комплексе ион железа проявляет сильные электронно-акцепторные свойства, что видно из величин зарядов на нем составляющих соответственно $q = -0,05$ и $q = -0,35$. Для сравнения по данным метода ЕНТ эти же величины составляют $q = q = 3,76$. Расчеты с более сложным базисом, например STO-3G*, дают величину заряда на атоме железа в высокоспиновом комплексе $[FeSJ^{2+}] q_a = -0,61$, а в низкоспиновом $q_{nc} = -0,85$. Молекулярно-орбитальный анализ данной структуры показывает, что в такой сильной перекачке зарядов от лигандов к двухвалентному иону комплексообразователя участвуют 3d4s4p АО атома железа и 3p-электроны атомов серы.

Квантово-химические ab-initio расчеты октаэдрического комплекса

Fe(II) с сероводородом осуществлялись в базисе STO-3G*. Предварительная оптимизация геометрии данного комплекса была произведена методом РМЗ. На рисунке 1 представлена пиктограмма ВЗМО комплекса $[Fe(H,S)]^{2+}$ рассчитанная в указанном базисе ab-initio и спроектированная с помощью графического драйвера программного пакета HyperChem-5.1. Следует подчеркнуть, что процедура предварительной оптимизации полуэмпирическими методами геометрии сложных частиц является общепринятой при их ab-initio расчетах, так как неэмпирические вычисления даже одной пространственно фиксированной структуры занимает много машинного времени, в том числе относительно мощных ПК типа Pentium-IV [2-4].

Пиктограмма ВЗМО для б- электронов комплексного иона $[Fe(H,S)]^{2+}$

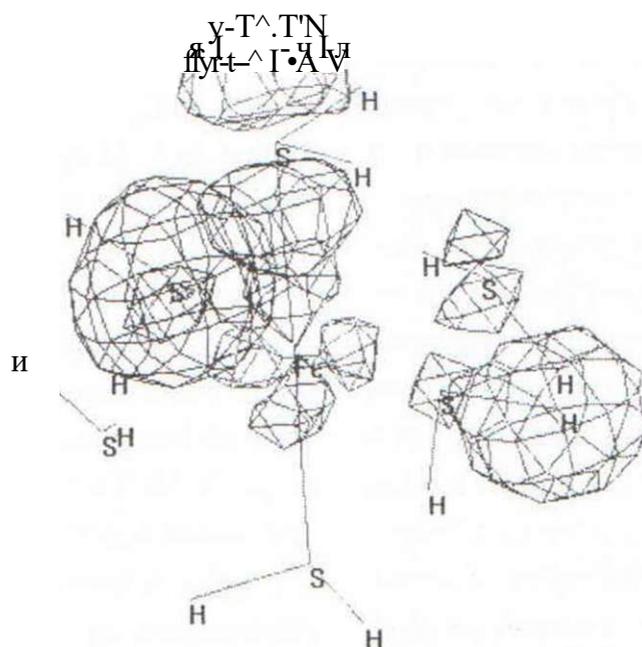


Рисунок 1

Проведенный таким образом *ab-initio* расчеты показывают, что высокоспиновый сероводородный комплекс Fe(II) на ДЕ = 30,1 ккал/моль является термодинамически более устойчивым чем низкоспиновая структура. Причем величины зарядов на атоме железа составляют соответственно $q_{sc} = -0,24$ $q_{H_s} = -0,45$.

Из анализа маликеновской заселенности орбиталей $[Fe(H,S)J]^{2+}$ позволяет обнаружить, что в образовании координационной связи в комплексе помимо валентной оболочки атома железа принимает участие не только 3d - но и 4d - АО металла. При этом электронно-донорными АО лигандов выступают валентные p-орбитали атомов серы, в то время как электронная заселенность 3d- уровней последних пренебрежимо мала.

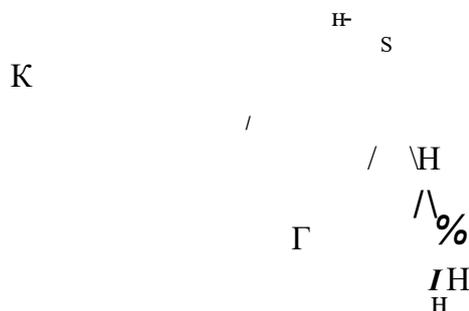
Наблюдаемый в комплексах $[FeS_6]^{2+}$ и $[Fe(H,S)J]^{2+}$ эффект большей отрицательной поляризации центрального иона комплексообразователя в низкоспиновых состояниях, по видимому, объясняется тривиальным увеличением вакантных АО в металле, способных к окислению серосодержащих лигандов.

Аналогичные расчеты проведенные с гексоаквакомплексом иона трехвалентного железа показывают на большую устойчивость высокоспинового состояния по сравнению с низкоспиновым (ДЕ $\hat{3}6$ Лккал/моль) со средним расстоянием меж-

ду атомом железа и кислорода в октаэдре $R_{FeO} = 1,95$ Е, тогда как в сероводородном комплексе оно примерно равно $R_{FeS} = 2,3$ Е. Эффективный заряд на атоме железа в аквакомплексе составляет в высокоспиновом $q_{Fe} = 0,40$ в низкоспиновом $q_{Fe} = 0,23$, что заметно отличается от таковых величин в сероводородном комплексе, но в то же время коррелирует с большим значением потенциала ионизации или электроотрицательности атома кислорода по сравнению с атомом серы [5].

Для исследования координационных свойств хелатной части унитиола были проведены предварительные расчеты электронного строения комплекса Fe(II) с молекулами этандитиола. На рисунке 2 представлена пространственная структура комплекса иона железа с тремя молекулами дитиола, геометрия которого была оптимизирована методом РМЗ. Ограничение степени свободы дитиольным комплексом. по сравнению с сероводородным приводит к тому, что низкоспиновое состояние становится более устойчивым, чем высокоспиновое, а заряды на атоме железа сравниваются и составляют примерно $q^{\wedge} = -0,42$. К этому следует добавить, что квантово-химически не удалось получить оптимизированные геометрические структуры для комплексов железа с одной и двумя молекулами дитиола.

Структура низкоспинового октаэдрического комплекса Fe(II) с
тремя молекулами этандитиола



РМСVНОК 2

На следующем этапе данной работы были рассмотрены комплексы двухвалентного иона железа с самой 2,3-димеркаптопропансульфо-кис-лотой (ДМПК), возможности координирования металла одной, двумя и тремя молекулами сульфокислоты. На рисунке 3 приведена структура комплекса Fe(II) с одной молекулой ДМПК в котором остальные валентности октаэдричес-

кого иона приходится на четыре молекулы воды. Полная предварительная оптимизация параметров данной структуры также осуществлялась методом РМЗГ а расчет электронной структуры полученного комплекса с фиксированной геометрией проводился методом ab-initio, с использованием базиса STO-3G* с помощью квантово-химического пакета GAUSSIAN-98.

Структура комплекса Fe(II) с молекулой ДМПК

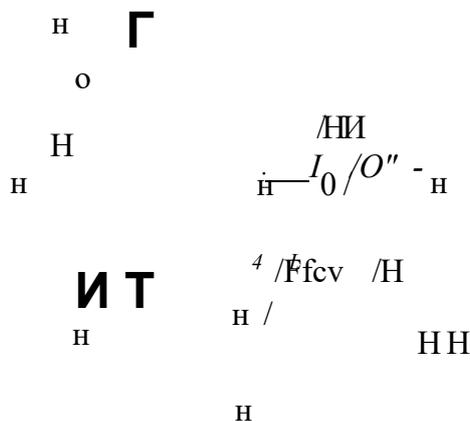


Рисунок 3

В таблице I представлены полученные таким образом энергетические и зарядовые параметры низко- и высокоспиновых комплексов двухвалентного иона железа с од-

ной, двумя и тремя хелатообразующими молекулами 2,3-димеркаптопропансульфокислоты, сохраняющей, по-видимому, все главные свойства унитиола.

Таблица 1

Величины полных энергий и эффективных зарядов на атоме железа в низкоспиновом (нс) и высокоспиновом (вс) комплексах Fe(II) с различным содержанием ДМПК

кч	Тип комплекса	Е полн, а.и.	Заряд
1	НС	-3067,1425	0,12
	ВС	-3066,6708	0,26
2	НС	-4435,2010	-0,04
	ВС	-4434,7636	-0,19
3	НС	-5803,4422	-0,44
	ВС	-5803,3023	-0,14

Из данных приведенных в таблице 1 видно, что в рассматриваемых хелатах большей термодинамической стабильностью обладают низкоспиновые комплексные соединения и по мере увеличения числа бидентатных лигандов (ДМПК), в целом, наблюдается увеличение эффективного отрицательного заряда на центральном ионе - комплексообразователе.

Интересно также отметить, что увеличение парамагнетизма комплекса Fe(II) с тремя молекулами ДМПК сопровождается умень-

шением координационного числа с $kч = 6$ для низкоспинового до $kч = 4$ для высокоспинового состояния (см.рис.4).

Таким образом, изложенные модельные квантово-химические расчеты позволяют констатировать тот факт, что если в октаэдрических комплексах Fe(II) с молекулами сероводорода и воды более устойчивым является высокоспиновое состояние, то в аналогичных образованиях с дитиолом, а также с молекулами ДМПК стабилизируется низкоспиновое агрегат. В более общем случае, наблюдаемый эффект, по-види-

тому, можно объяснить специфическим искажением электрического поля иона железа при хелатировании последнего дитиольной клешней рассматри-

ваемых лигандов, приводящей к соответствующему уменьшению электронного парамагнетизма образующихся при этом комплексов [7].

Строение комплексов Fe(II) с тремя молекулами ДМПК

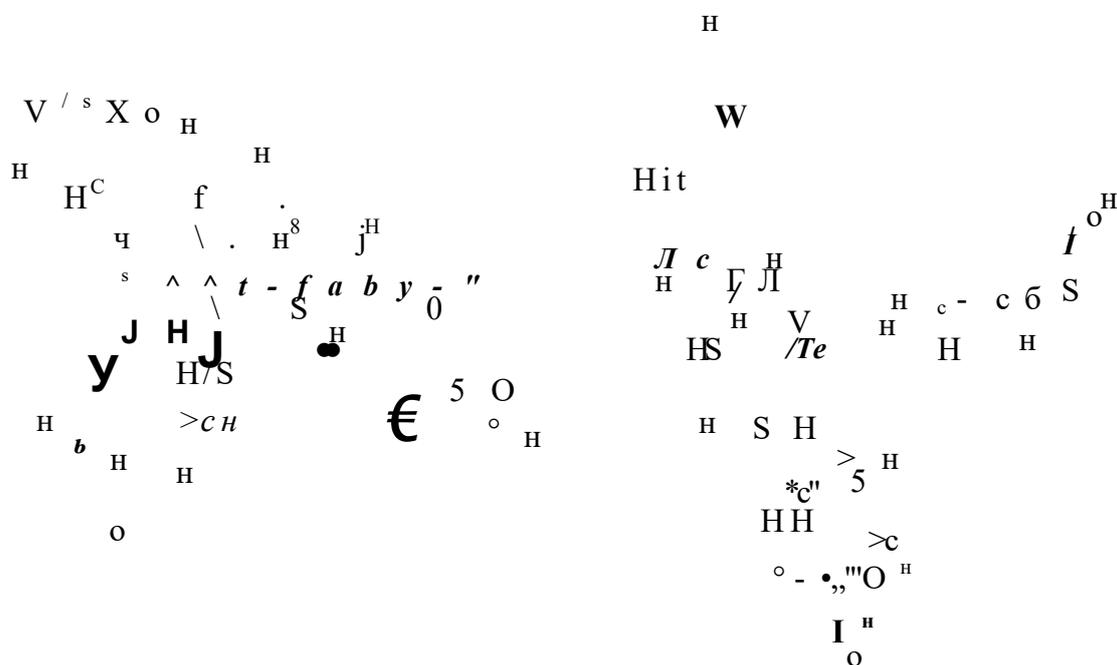


Рисунок 4

а - низкоспинового, б - высокоспинового

ЛИТЕРАТУРА

1. Оспанов Х.К., Тогандыков Т.Ж., Абланова Е.Х., Полатбекова Г.П., Бакенов Ж.Б. Биологическая активность комплексных соединений унитиола и перспектива создания на их основе лекарственных средств, Гылым, Алматы, 1998, с. 17.
2. Кларк Т. Компьютерная химия. -М.: Мир., 1990,-381 с.
3. Фудзинага С. Метод молекулярных орбиталей -М.:Мир., 1983, с.462.
4. Foresman J.B., Frisch A. Exploring Chemistry with Electronic Structure Methods, Gaussian, Inc, Pittsburgh, PA, 1996.
5. Хьюи Д. Неорганическая химия. Строение вещества и реакционная способность. М., Химия, 1987, С.696.
6. Берсукер И.Б. Электронное строение и свойства координационных соединений. Ленинград, Химия, 1976. С.349.
7. Хьюи Д. Неорганическая химия. Строение вещества и реакционная способность. М., Химия, 1987, С.696.

УДК 378.147 (574)

БОЛАШАҚ МАМАННЫҢ КӘСІБИ БІЛГІШ ҚАЛЫПТАСТЫРУДЫҢ ЖОЛЫ - ОҚЫТУ ҮРДІСІН ТИІМДІ ҰЙЫМДАСТЫРУ

Н. Нұрахметов

Қазақ ұлттық университеті

А.А. Жакеева

Ш. Есенов атындағы Ақтау университеті

Мақалада болашақ маманның кәсіби білігін қалыптастыруда оқыту үрдісін тиімді ұйымдастырудың негізі мәселелері қарастырылады.

В статье рассматривается эффективная организация учебного процесса, как путь становления профессиональных знаний будущих специалистов.

In the given article the effective organization of study process as a way of forming professional knowledge of future specialists is considered.

Бүгінгі білім ордаларының басты міндеті — болашақ қоғам адамының жеке дара танымдық және тұлғалық келбетін қалыптастыратын оқыту мен тәлім-тәрбие беру. Ол дегеніміз, дүниетанымдық мәдениеті жоғары, адамгершілігі мол шығармашылыққа қабілетті, білікті мамандардың жана легін дайындау.

Кәсіби білікті мамандарды дайындаудың бірден бір жолы — оқыту үрдісін тиімді ұйымдастыру. Ал оқытудың мәні — білім беру, білімді қабылдау, білімнің қалыптасуынан тұрады.

Оқытудың негізгі мақсаты -

ойлау арқылы білім алушыға қажетті білімді бере отырып, берілген тапсырмаларды шығармашылықпен орындауға, өздігінен ізденуге, болжам мен қорытынды жасауға үйрету [1]. Ол үшін оқытушы білім берудің әдістерінің тәсілдерін, оқу формаларын, оқытудың жолдарын анықтайды. Сонымен бірге алынған білімнің дәрежесін анықтайды.

Оқу үрдісі тікелей оқытушының әзірлігіне, оның ұйымдастыру қабілеті мен оқыту шеберлігіне тәуелді. Оқытушының оқыту үрдісін ұйымдастыруы оқу жоспары мен бағдарламасының дұрыс құрылуына, оқу және методи-

калық жәге дидактикалық құралдарының жеткілікті болуына байланысты.

Танымдық әрекетке әкелетін сабақтардың формаларын айрықша атағанымыз дұрыс, оларға: тренинг, шығармашылық сағатар, сұрақтар мен жауаптар сабағы, практикалық, лабораториялық жұмыстар жатады. Мәселен, тренинг ақыл-ойды шынықтырудың құралы, ол ақыл-ой қабілетін арттырады. Шығармашылық сағаттар мен идеялар жарысы — интеллектіні дамытудың, ойлау мәдениетін көтеретін оқытудың түрі. Ал практикалық сағаттарда теориялық білімді іс жүзінде қолданудың мүмкіндігі туады. Яғни, жалаң теориялық білім беруден бас тартып, практикалық бағдар мазмұны басым білім беру бағдарламасына көшу құнды болмақ. Сол себепті биология және химия кафедрасында оқитын студенттерге физикалық химияны оқыту үрдісінде томендегі ұстанымдарды қолдандық:

1. Болашақта алатын мамандығына қажетті болатын білімдерді тереңдете оқыту.

2. Сабақтың барлық түрлерін активтендіру. Физикалық химия пәнінің мазмұны негізгі бес бөлімге түрады:

1. Заттың құрылысы
2. Химиялық термодинамика
3. Ерітінділер
4. Электрхимия
5. Химиялық кинетика

Бұл жоғарыда аталған білімдер жүйесінің бірсыпырасы алдыңғы ку-

рста жалпы химия пәнінің негіздерінде қарастырылады. Сондықтан бұл тақырыптарды оқытарда, алдын-ала жалпы химиядан алған білімдерін еске түсіру үйіпін, өздігінен қайталап оқуға тапсырмалар береміз. Мысалы, «Химиялық термодинамика» тарауынан:

1. Төмендегі термодинамикалық функциялардың қайсысы күй функциясына жатады: жылу, энтальпия, энтропия, Гиббс тің еркін энергиясы, и зохоралық- и зотерм иялы к потен ци ал?

2. Егер төмендегі термодинамикалық функциялар теріс болса, белгілі бір химиялық реакция туралы қандай қорытынды жаеауға болады?

3. Төмендегі үрдістерде энтальпияның өзгерісі мәнінің алдында қандай?

тацба (+.-) түрады?

- а) сутектің жануы
- б) су буының конденсациясы
- в) судың айырылуы
- г) калий хлоридінің суда еруі

4. Термодинамикалық шамалардың кестесін пайдаланып стандартты жағдайдағы реакцияның жылу эффектісін есептеңдер:

- а) $2\text{H}_2(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{с})$
- б) $\text{CO}(\text{г}) + \text{H}_2\text{O}(\text{г}) \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2(\text{с})$
- в) $2\text{K}_2\text{O}(\text{г}) \rightarrow 2\text{MO}(\text{г}) + \text{O}_2(\text{с})$

5. Қандай жағдайда төмендегі теңдеудің шартының орындалуы дұрыс болады: $\Delta H = T \Delta S$

6. Термодинамикалық функциялар жылу, ішкі энергияның алдындағы +, - тацбалары нені білдіреді?/2/

Осы сияқты 30-40 шакты

есептер мен жаттығулардан тұратын тапсырмаларды студенттер өзара талдайды. Талдау барысында өз ойларын, алған білімдерін жазба түрде ғана емес, ауызша баяндап, сол мәселеге сәйкес өз көзқарасын білдіріп, қортынды жасайды. Осының нәтижесінде студенттердің тақырыпты меңгеруге дайындық дәрежесі тексеріледі. Оның үстіне осындай белсенді талдаудан кейін олардың білім алуға ынтасы артатындығы байқалды.

Одан кейін лекцияда студенттерге химиялық термодинамика және оның заңдары, термохимия және оның екі заңымен таныстырамыз. Сонымен бірге энтальпия, энтропия, Гиббс энергиясын есептеудің тәсілдерін үйретеміз.

Олардың химиялық реакцияның бағытын өзгертуге әсерін қарастырамыз. Мүмкіндігінше болашақта алатын мамандығына қажетті болып табылатын білімдер кіріктіріледі, мысалы, төменде беріліп отырған материалдар сияқты. Адам организмі барлық тірі организмдер сияқты ашық термодинамикалық жүйеге жатады және термодинамиканың және заңына бағынады.

Адам организмі үшін негізгі тағам компоненттері көмірсу, май, белок. Олар организмнің тіршілік етуге қажетті негізгі энергия қорының көзі болып табылады. Көмірсулар организмде болатын метаболизм процесі кезінде CO_2 мен H_2O айналады. Көмірсулардың калориясы 16,5-17,2 кДж/г., майлардың калориясы жоғары

-37,7-39,8 кДж/г. Белоктар калориясы жағынан көмірсуларға жақын.

Адам организмі тіршілікке қажетті энергияның 55-60% көмірсулардан, 20-25% майлардан, 15-20% белоктардан аяады. Диетологтар есептеу жұмыстарында термодинамиканың I-заңын қолданады. Адам организмінде тамақпен күрделі үлкен молекулалы заттар түседі. Бұл заттардағы энтропияның мәні аз, энтальпия мен Гиббс энергиясының мәні жоғары болады. Зат алмасу, яғни, метаболизм кезінде үлкен молекулалы қосылыстар қарапайым заттарға ыдырайды, бірақ олардағы химиялық байланыстар берік және энтропиясы жоғары болады. Мысалы, CO_2 , H_2O , NH_3 , $\text{CO}(\text{M}_2)$, т.б.

Тірі организмде көмірсулардың CO_2 мен H_2O дейін тотығуы жиырмаға жуық бірнеше сатылы реакциялардан тұрады. Адам отырғанда, не жатып демалғанда жұмсалатын энергия өте аз кетеді де, энергия тек қана дене қызуына жұмсалады. Адам организмнің осы энергетикалық күйін негізгі зат алмасу деп атайды. Негізгі зат алмасудың қарқынын дене қызуына жұмсалатын энергиямен көрсетуге болады.

Қазіргі кезде ғалымдар адамға қажет тағамды, олардың калориясын есептегенде, жұмсалатын энергияны ғана есепке алып қоймайды. Сонымен қатар адам организмі үшін өте бағалы витаминдердің, амин қышқылдарының, минералдық заттардың тамақтың құрамында болу қажеттігін есепке алады.

Схема түрінде:

Белоктар, майлар, углеводтар



Қарапайым заттар CO_2 , H_2O , NH_3

Тірі организмдегі энергияның катынастарын зерттейтін ғылымның саласын биоэнергетика деп атайды. Қазіргі кезде көптеген биохимиялық және биологиялық процестердің молекулалық зерттелуіне байланысты ғалымдар термодинамикалық ұғымдарды тірі жүйелерге коддануға болатындығын дәлелдеп жүр.

Тірі организм — күрделі биологиялық жүйе. Сондықтан тірі организмнің өзінің өмір сүруі үшін қажетті заттармен, энергиямен қамтамасыз ететін қоршаған ортамен бірге қарастыру керек.

Егер тірі организмді өзін қоршаған ортадан оқшау алса, оның жекелеген термодинамикалық жүйедің айырмашылығы болмай қалады. Бірақ тірі организмде бұл процестердің бәрі күрделі. Организмнің бір бөлімінде Гиббс энергиясының өсуімен, энтропи-

яның азаюымен жүретін химиялық процестер жүріп жатса, екінші бір бөлімінде Гиббс энергиясының азаюымен энтропияның көбеюіне әкеліп соғатын химиялық реакциялар жүріп жатады/3/. Осындай болашақ мамандығына қажетті білімдер студенттердің пәнге қызығушылығын арттырып, танымдық әрекетін белселдіреді. Шығармашылық деңгейде оқитын алғыр студенттерге тірі организмдегі реакциялар, термодинамикалық функциялардың шамасын есептеп арналған тапсырмалар береміз. Сондай-ақ әрбір студенттің қабілетіне қарай практикалық сабақта есеп пш жаттығулар, арнайы тапсырмалар беру, оны талдау арқылы теориялық білімдерін бекітіп, білігін қалыптастырамыз.

Студенттер «Химиялық термодинамика» тарауынан төмендегілерді білуі керек:

1. Негізгі термодинамикалық функциялар: жылу, жұмыс, ішкі энргия, энтальпия, энтропия, изобаралык-изотермиялық потенциалдар.

2. Термодинамикалық үрдістердің түрлері.

3. Термодинамиканың бірінші заңының мәні, оның математикалық өрнегі және оны әртүрлі үрдістерде қолдану.

4. Жылу эффектісінің ту себептері, Гесс заңының мәні, оның салдарлары.

5. Кирхгофф заңының мәні, оның математикалық өрнегі.

6. Термодинамиканың екінші заңының мәні, оның математикалық өрнегі.

7. Энтропияның мәні, оның статистикалық табиғаты.

8. Химиялық реакцияның изотермалық теңдеуі және оның қолдану мүмкіндігі.

9. Химиялық реакцияның изобаралық теңдеуі, оның қолданылуы. Төмендегі шамаларды есептеп білуі қажет:

- берілген температурадағы стандартты жағдайдағы реакцияның жылу эффектісін,

- температура өзгергенде, фазалық өзгерістер кезіндегі химиялық реакцияның энтропиясының өзгерісін,

- белгілі температурадағы Гиббс энергиясының өзгерісін,

- белгілі температурадағы химиялық тепе-теңдіктің константасын.

Студенттердің осы тараудан алған білімі мен білігін тест арқылы практикалық сабақтарға қағысу белсепділігі арқылы саралап тексереміз. Студенттерге білімді теренірек меңгеруге күш салу арқылы болашақ алатын кәсібіне жақывдаға түсеміз.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

1. Ушачев В.П. Творчество в системе образования. Магнитогорск, 1995. С.9-12.

2. Гамеева О.С. Сборник задач

и упражнений по физической и коллоидной химии. Москва, 1980. С.27-59.

3. Сейтеметов Т.С. Химия, Алматы. 1994. 18-236.

УДК 577.18.02

БАКТЕРИЦИДНЫЕ СВОЙСТВА ПОЛИКОМПЛЕКСА МЕТАЦИД-ДОДЕЦИЛ- СУЛЬФАТ НАТРИЯ

О.А. Есимова, К.Б. Мусабеков,
М.Х. Шигаева, С.К. Касымбекова

Казахский национальный университет им. аль-Фараби

Электростатикалық және гидрофобтық комплекстің байланысы көрсеткендей метоцид және натрий додецил кешенді сульфатының арасындағы комплексті жасалу реакциясы зерттелген.

Исследована реакция комплексообразования между метацидом и додецил сульфатом натрия; показано, что образование комплекса происходит за счет электростатических и гидрообразных взаимодействий.

The complex formation between metacid and hodecil sulphate natrium is studied; it is shi wed that the complexing occurs because of the electrostatic and water-repellent interaction.

Поверхностно-активные вещества (ПАВ) физиологического назначения приобретают большое значение в медицине в качестве бактерицидных препаратов, а также они обладают способностью усиливать действие различных антибиотиков [1]. Однако, довольно высокая токсичность и ограниченная растворимость ПАВ затрудняет их использование в качестве химиотерапевтических средств. Известно, что одним из путей снижения токсичности и увеличения растворимости в воде лекарственных соединений является связывание их в комплексы по-

лимерами. Физиологически-активные полимеры (ФАЛ), благодаря уникальным свойствам, например, более длительный (продолжительный) терапевтический эффект, меньшая токсичность, возможность направленного транспорта лекарственного препарата в органы - мишени и др. приобретает значительный научный и практический интерес [2]. Большинство проводимых по ФАЛ работ посвящены исследованию так называемой собственной физиологической активности полимеров [2] и ФАЛ «прививочного типа» - состоящих из полимера-носи-

теля и низко или высокомолекулярного физиологически-активного вещества (ФАВ) [3]. Однако, физиологическое действие поликомплекса метацида с низкомолекулярными поверхностно-активными веществами практически не изучено.

Целью работы является установление механизма комплексообразования метацида (МЦ) с додецилсульфатом натрия (ДДС) в водной среде и исследование их антибактериальной активности. Метацид - катионный полимер, твердый, хорошо растворимый в воде, обладает высокими бактерицидными свойствами. Метацид - малотоксичный стойкий продукт, его растворы длительное время сохраняют антибактериальную активность.

Комплексообразование МЦ с ДДС проводили спектрофотометрическим и вис-козиметрическим ме-

тодами, а их антимикробная активность изучали при различных n ($n = [ДДС]/[МЦ]$) в расчете на элементарное звено МЦ.

Концентрация метацида, входящих в комплекс, была одинаковая и равнялась 0,01 моль/л. Относительная концентрация ПАВ $n = [ДДС]/[МЦ]$ варьировалась в пределах 0-1,5.

Полученные результаты представлены на рис. 1-3. Как видно из рисунка 1 оптическая плотность в зависимости от относительной концентрации ДДС проходит через максимум, что указывает на протекание реакции комплексообразования. Понижение оптической плотности при больших концентрациях ДДС может быть связано с разворачиванием макромолекулярных клубков в результате связывания дополнительного количества ДДС за счет гидрофобных взаимодействий [4].

Зависимость оптической плотности (А) водных растворов смесей МЦ-ДДС. 1 - 0,01 и МЦ + ДДС; 2 - 0,001 и МЦ + ДДС; 3 - 0,0005 и МЦ + ДДС

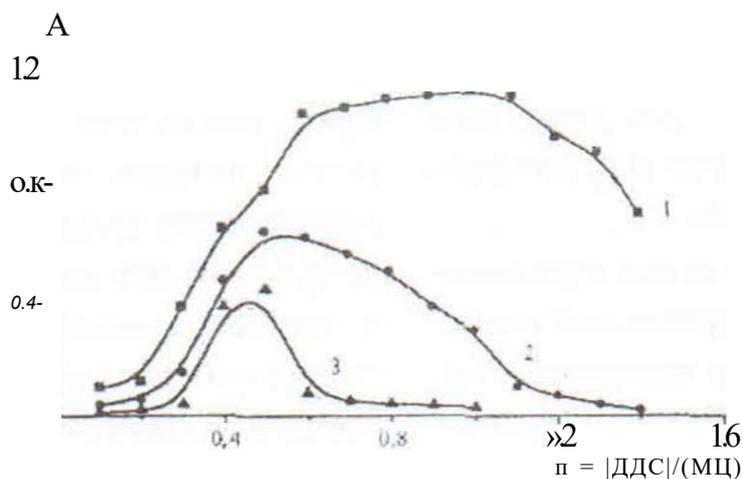


Рисунок 1

Определенные сведения о протекании реакции комплексообразования и размере образующихся комплексов можно получить из вискозиметрических измерений. На рис.2 приведена кривая вискозиметрического титрования системы МЦ-ДДС. где видно, что малые добавки ДДС приводят к

значительному снижению приведенной вязкости системы. В области $\eta = 0,5-1,1$ комплекс выпадает в осадок. Снижение вязкости в области больших значений η может быть связано со связыванием сверхэквивалентного количества ДДС за счет гидрофобных взаимодействий.

Зависимость приведенной вязкости водных растворов смесей ДДС с МЦ в зависимости от относительной концентрации ДДС. Исходные концентрации МЦ и ДДС одинаковые 0,01 н.

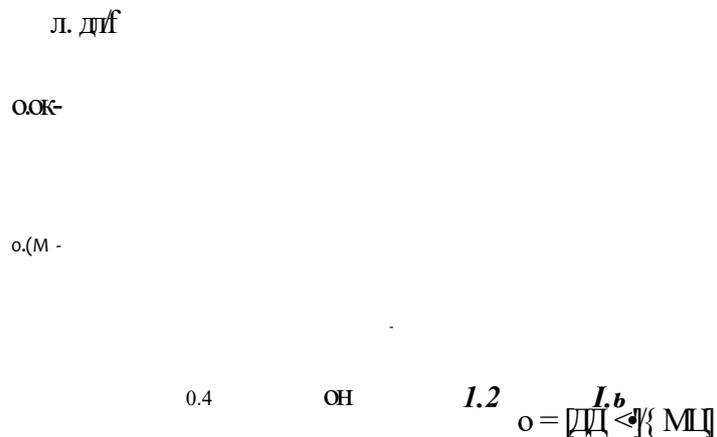


Рисунок 2

Таким образом, анализ полученных результатов указывает на формирование комплекса между сильно заряженным полимером МЦ и ДДС посредством электростатических и гидрофобных взаимодействий.

Теперь переходим к рассмотрению антибактериальной активности МЦ, ДДС и их комплексов.

Тестовые бактериальные культуры культивировались на скошенном мясо-пентонном агаре, затем смывались с поверхности

среды стерильной водой. Полученные бактериальные суспензии стандартизировались. На поверхность среды наносили стандартную суспензию определенной тест-культуры, затем шпателем равномерно распределяли для получения сплошного газона. В толще агара вырезали лунки в которые вносили испытуемый раствор МЦ, ДДС и их комплексы определенной концентрации. Культуры микроорганизмов инкубировали в течение 24 часов при

37°C, после чего проводили ! учет результатов. Результаты учитывали по наличию и величине зоны отсутствия роста чувствительных микроорганизмов. Оценку осуществляли по трехуровневой шкале: низкая степень антибактериальной активности, средняя и высокая [5-7]. Повторность опытов - двухкратная.

Додецилсульфат натрия проявляет четко выраженную антибактериальную активность только в отношении грамположительных микроорганизмов и совершенно не проявляет активности против грамотрицательных бактерий. Метацид подавляет рост и грамположительных и грамотрицательных организмов. но с разной эффективностью: отмечена слабая активность против грамотрицательных, средняя активность против возбудителя гнойничковых поражений кожи и слизистых оболочек, сильная активность против *Bacillus subtilis*.

В то же время все испытанные концентрации комплекса оказывали угнетающее действие на рост всех тест-культур, но в разной степени. Так, все опытные концентрации комплекса характеризуются низкой степенью активности по отношению к двум штаммам *E. coli*, не превышающей антибиотическую активность доде-

цилсульфата натрия. Грамположительные организмы оказались более чувствительными к исследуемым концентрациям.

Комплексы ДЦС и метацида, взятые в разных соотношениях, сохраняли свою антибактериальную активность в течение длительного времени.

Бактерицидные свойства анионных ПАВ прежде всего связаны с их действием на структуру и функционирование клеточных мембран и локализованных в них белков. Так, под действием додецилсульфата натрия изменяется транспортная функция биологических мембран. При низких концентрациях ДЦС повышает устойчивость эритро-цитарных мембран, а при высоких концентрациях понижает их устойчивость к каталитическому действию олеиновой кислоты. Анионные ПАВ оказывают такое же влияние на физиологические процессы микроорганизма.

Определение антибактериальной активности проводили методом диффузии в мясопентонном агаре. Поверхность агара (МПА) засеивали сплошным газоном определенного тест-организма. Затем в толще агара вырезали лунки, в которые вносили исследуемый раствор определенной концентрации.

=

Культуру микроорганизмов выращивали, после чего проводили учет результатов. Результаты учитывали по наличию и величине зоны угнетения роста чувствительных микроорга-

низмов. Поликомплекс метацид - ДЦС обладает антибактериальной активностью ПО отношению к грамположительным и грамотрицательным микроорганизмам, но более эффективен по

отношению к грамположительным. Данные рис.3 также подтверждает этот вывод.

Зависимость средней величины диаметра зоны угнетения роста бактерий (мм) от относительной концентрации ПАВ. 1 - *Staphylococcus aureus*, 2 - *Escherichiae coli*, 3 - *Proteus vulAgaris*

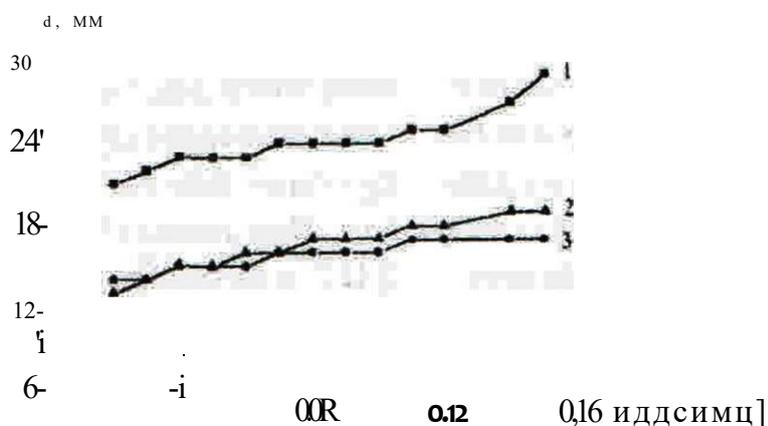


Рисунок 3

Рассмотрим наиболее вероятный механизм бактерицидного действия метацида и его комплексов с полиэлектролитами. Приведем краткие сведения о структуре клетки (микроорганизмов). Клеточная оболочка состоит из клеточной стенки и цитоплазмической мембраны. Стенки клеток грамположительных бактерий представляет собой двойной

липидный слой. Поликомплекс метацид - ДЦС обладает антибактериальной активностью ПО отношению к грамположительным и грамотрицательным микроорганизмам, но более эффективен по отношению к грамположительным. Основным компонентом является пептидогликон. Также имеются гидрофильные кислые полисахариды - тейхоевая кислота - поли (Орибозил-5 фосфат).

В клеточной стенке грамположительных бактерий имеется внешняя мембрана. Внешняя мембрана представляет собой двойной

Выводы

1. Методами вискозиметрии,

спектротурбидиметрии исследовано комплексобразование между метацидом и додецилсульфатом натрия. Установлено, что образование поликомплекса происходит за счет электростатических сил и гидрофобных взаимодействий.

2. Введение в состав поликомплекса ДДС приводит к увеличению гидрофобности полимерных цепей

и, соответственно, к изменению связывания полиэлектролита и конформаций его макромолекул на поверхности клеток микроорганизмов.

3. Бактерицидное действие метацида и его комплексов с анионоактивным ДДС обусловлено образованием поликомплекса с фосфолипидами и интерполимерного комплекса с белковыми макромолекулами цитоплазмы мембраны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Котова А.Л. Значение биологических особенностей возбудителей и состояния микробного ценоза кишечника при сальмонелёзах - Дисс. ... докт. мед. наук. М.-1983 г.

2. Платэ НА., Литманович А.Д., Ноа О.В. Макромолекулярные реакции. М.:Химия, 1977.

3. Красильников А.П.. Асептики и антисептики,- Минск. 1995.-490 с. ? 4. Мусабеков К.Б. Межфазные слои полиэлектроли-

тов. Алма -Ага.: Наука, 1987. 5. Адарченко А.А., Красильников А.П., Собешу О.П.. Методика определения чувствительности устойчивости бактерии к антисептикам. Методические рекомендации - Минск, 1989- 19с.

6. Егоров Н.С. Основы учения об антибиотиках М.: 1994.512с.

7. Ленцнер А.А., Тоом М.А., Микельсаар М.Э. Ж. микробиол.,эпидемиол..иммунол. -1964, №9. с. 146.

УДК 544.12

СИНТЕЗ И СТЕРЕОХИМИЯ 2-ФЕНИЛДЕКАГИДРОХИНОЛИНОВ

О.Т. Жилкибаев

Алматинский технологический университет

Мақалада 2-фенилдекагидрохинолонов-4 (Iг.а) негізінде жаңа дәрі-дәрмектік құралдарды табу жөне жасау жөніндегі мәселер қарастырылды.

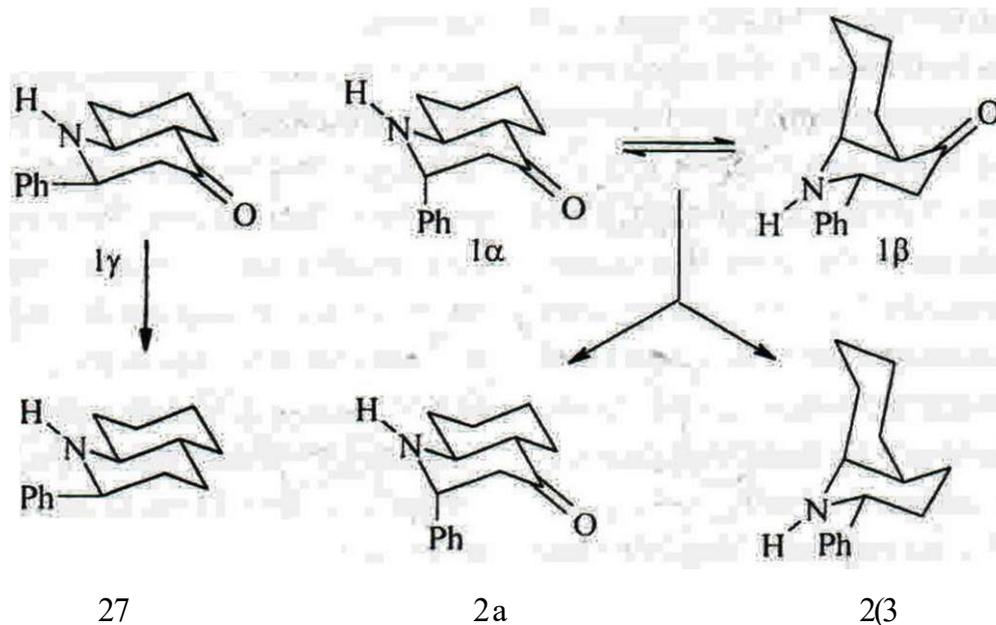
В статье рассматривается поиск и создание новых лекарственных средств на основе стереоизолярных 2-фенилдекагидрохинолонов-4 (Iг.а).

In the given article a search and, creation of a new remedy on the basis of stereoisomeric 2-phenyldecahydroquinolone-4 (Iг.а) are considered.

С целью поиска и создания новых лекарственных средств на основе стереоизомерных 2-фенилдекагидрохинолонов-4 (Iг,а), осуществлен синтез и изучена стереохимия соответствующих им декагидрохинолинов (2г,а,б). Показано, что в случае 2а-фенил-транс-декагидрохинолона-4 (1а) элиминирование сопровождается его изомеризацией в 2е-фенил-цис-декагидрохинолон-4 (1б), вследствие чего наряду с транс-изомером декагидрохинолина (2а) образуется и цис-изомер (2б).

Целевые декагидрохинолины (2г,а,б) получены элиминированием кислорода кетогруппы соответствующих декагидрохинолонов-4 (Iг,а) по методу Кижнера-Вольфа в модификации Хуанг-Минлона [1]. Реакции проводили с 85%-ным гидразингидратом

в триэтиленгликоле в присутствии едкого кали при 120-125 °С. При элиминировании кислорода кетогруппы 2-фенил-транс-декагидрохинолона-4 (Iг) с хорошим выходом получается 2-фенилдекагидрохинолин (2г). В ИК-спектре соединения 2г отсутствует полоса поглощения карбонильной группы. Пространственное строение полученного соединения 2г подтверждается данными ПМР-спектров. В спектре декагидрохинолина 2г в области 3,78 м.д. обнаруживается дублет (9,2 Гц) дублетов (3,8 Гц), а в области 2,43 м.д. - триплет (10,0 Гц) дублетов (3,8 Гц) относящихся, соответственно, к протонам 2Н и 9Н (таблица 1). Эти значения вицинальных констант свидетельствует о транс-сочленении колец и экваториальной ориентации фенила при С² соединения 2г.



При удалении кислорода кетогруппы аминокетона 1 а с аксиальной фенильной группой при С² получена смесь двух изомеров 2-фенилдекагидрохинолина 2а и 2б в соотношении 1:1, которая разделена на индивидуальные формы с помощью колоночной хроматографии на оки-

си алюминия. Ик-спектр исходного декагидрохинолона 1 а имеет интенсивную полосу поглощения при 1700 см¹, соответствующей валентным колебаниям карбонильной группы, а в ИК-спектрах декагидрохинолинов 2а и 2б, полученных из кетона 1 а, эти полосы отсутствуют.

Таблица 1

Химические сдвиги и константы спин-спинового взаимодействия протонов в 2-фенилдекагидрохинолинах (2g,a,b)

Индекс соед.	δ, м.д.				J, гц	
	2H	3H ₃	9H	5H _a	2H3H _a	2H3H _c
γ	3,78		2,43	1,01	9,2	3,8
а	4,23	2,32	2,27	0,88	5,4	2,0
б	3,89	-	3,05		10,8	2,2

Пространственная структура соединений 2а и 2б установлена на основании анализа данных ПМР спектроскопии. В спектре декагидрохинолина 2а на частоте 360 МГц хорошо видны сигналы протонов 2Н и

9Н, которые обнаруживаются в виде дублета (5,4 Гц) дублетов (2 Гц) и триплета (10 Гц) дублетов (3,0 Гц). В спектре декагидрохинолина 2б сигналы протонов 2Н и 9Н представлены дублетом (10,8 Гц) дублетов (2,2

Гц) и дублетом (12,0 Гц) триплетов (4,3 Гц) (таблица 1), что характерно для экваториального расположения фенила и цис-сочленения циклов, когда протон 9Н экваториален, а ЮН аксиален по отношению к пиперидиновому циклу. Следует отметить, что при элиминировании кислорода кетогруппы все сигналы протонов пиперидинового кольца претерпевают сильнополюсные сдвиги.

Таким образом, образование из индивидуального транс-аминокетона 1а смеси транс- (2а) и цис- (2б)

изомеров декагидрохинолина, по-видимому, связано с транс-цис-изомеризацией аминокетона 1а в 1б в щелочных условиях реакции элиминирования. Аналогичная изомеризация транс-декагидрохинолона 1а в цис-декагидрохинолон 1б обнаружена нами и в условиях реакции Фаворского [2]. Одинаковые соотношения изомеров декагидрохинолинов 2а и 2б (1:1) свидетельствуют об установлении в условиях восстановления определенного равновесия между кетонами 1а и 1б.

Экспериментальная часть

Синтез 2-фенилдекагидрохинолинов (1g,a,b).

2-Фенилдекагидрохинолин (2g). К раствору 5,0 г (0,022 моль) аминокетона 1g в 20 мл триэтиленгликоля прибавляли 3,2 г (0,006 моль) гидразингидрата и 5,0 (0,089 моль) едкого кали. Реакционную смесь нагревали в колбе с обратным холодильником при температуре 125-130 °С в течение часа. Затем обратный холодильник заменили на нисходящий и отогнали избыток гидразингидрата и воды. После этого температуру подняли до 150-165 °С и поддерживали до прекращения выделения азота (0,5 ч). После охлаждения реакционную смесь разбавляли равным объемом воды и продукт реак-

ции экстрагировали эфиром, сушили поташом и эфир отгоняли. Получили 4,04 г (86,9% от теоретического) 2g. Основание 2g перекристаллизовано из смеси эфира с гексаном, а гидрохлорид - из этанола с эфиром.

По аналогичной методике синтезированы 2-фенилдекагидрохинолины (2а и 2б).

Смесь изомеров (2а,б) разделяли на индивидуальные формы с помощью колоночной хроматографии на оксиде алюминия (элюент- смесь эфира с гексаном в соотношении 1:5).

Выходы и характеристики полученных декагидрохинолинов (2g,a,b) и их гидрохлоридов приведены в таблице 2.

Таблица 2

Выходы, Rf, т. пл. и данные элементного анализа
2-фенилдекагидрохинолинов (2g,a,b)

Индекс соед.	Выход %	Т. пл. °C	Rf	Найдено/ Вычислено. %				Брутто- формула
				C	H	N	Cl	
2y	86.9	186-7	0,83	84.41/ 84,45	9.13/ 8,89	6.49/ 6,57	-	C ₁₅ H ₁₅ N
2y HCl	95.2	255-6	-	71.96/ 72,13	7.89/ 8.07	5.53/ 5.61	14.23/ 14,19	C ₁₅ H ₁₅ N·HCl
2a	50.0*	162-4 /10**	0.56	84.56/ 84.45	8.98/ 8.89	6.32/ 6.57	-	C ₁₅ H ₁₅ N
2a HCl	92,1	267-8	-	72.25/ 72,13	7.84/ 8.07	5.99/ 5.61	14.50/ 14,19	C ₁₅ H ₁₅ N·HCl
2p	50.0*	156-8 /10**	0.69	84.58/ 84,45	8.63/ 8.89	6.21/ 6.57	-	C ₁₅ H ₁₅ N
2pHCl	98.4	263-4	-	72.56/ 72,13	7.71/ 8.07	5.48/ 5.61	13.86/ 14.19	C ₁₅ H ₁₅ N·HCl

* Для оснований 2a и 2b указаны процентные соотношения от общего количества смеси изомеров. Общий выход составляет 68,8%.

** Температура кипения

ЛИТЕРАТУРА

1. Органикум. Практикум по органической химии. - М.: Мир, 1979.-С. 125-127.
2. Жилкибаев О.Т., Пралиев К.Д., Рожнов В.Б., Соколов Д.В. *Стереохимия азотистых гетероциклов. LVI. Стереоизомерия 2-фенилдекагидрохинолона-4* // Изв. АН КазССР. Сер. хим. - 1984. - № 2. - С. 81-86.

УДК 632.95

ТЕХНОЛОГИЯ ИНАКТИВАЦИИ ЗАПРЕЩЕННЫХ И НЕПРИГОДНЫХ К ПРИМЕНЕНИЮ ПЕСТИЦИДОВ ОТ ОБЪЕКТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Т.В. Липкер, А.Г. Сармурзина, К.С. Баишев

Казахский Национальный Университет им. аль-Фараби

Пестицидтерді ауыл шаруашылығындағы аса қауіпті токсидті құрал ретінде қаралуы туралы мәселер зерттелінеді.

Пестициды, как средство, оказывающее помощь в сельском хозяйстве, в настоящее время можно оценивать как особо опасное токсичное средство.

Pesticides as a means of help in agriculture of present time may be treated as a very dangerous toxic substances.

Химические средства защиты растений (ХСЗР), включающие преимущественно пестициды из различных классов органических и неорганических соединений (инсектициды, фунгициды, гербициды и т.д.), широко применяют в сельском хозяйстве для сохранения урожайности сельскохозяйственных культур. Тем не менее, определенные их количества становятся непригодными к применению: из-за несоблюдения условий хранения (попадание воды, различных примесей, что приводит к превращению пестицидов в непригодные продукты); из-за просрочен-

ных сроков хранения (несоблюдение ГОСТОВ и других нормативных требований). Были полностью запрещены для применения и закрыты химические производства для следующих пестицидов: гранозан, парижская зелень, ПХП, ПХК и др. Ряд пестицидных препаратов были ограничены для применения, в частности, п,п'-ДДТ, хлорофос и т.д.

Запрещение пестицидных препаратов и их ограничение для применения резко привело к увеличению их запасов.

Химические предприятия отказывались принимать запасы

запрещенных и непригодных к применению пестицидов (ЗПН) для переработки, поскольку для частично разложившихся пестицидов необходима разработка новых технологий по их утилизации. И в настоящее время на многих складах и базах ядохимикатов находятся достаточные запасы ЗНП. При этом они проникают в почву, питьевые водоисточники, открытые водоемы и другие объекты, нанося урон окружающей среде. В процессе их использования могут образовываться различные метаболиты, способные циркулировать и накапливаться в различных биологических объектах и экосистемах, оказывая различные воздействия на животных, растения и человека, как правило, такие воздействия носят отрицательный характер и могут иметь различные последствия.

Пестициды, как средство, оказывающее помощь в сельском хозяйстве, в настоящее время можно оценивать как особо опасные токсичные вещества.

По состоянию на конец 1995 год в Казахстане выявлено к захоронению 419,9 тонн непригодных и запрещенных пестицидов и 23278 единиц тары изпод них. На территории Республики было выявлено 89

препаратов, запрещенных для применения и список 25 пестицидов получивших ограничение по сферам применения. Среди них наиболее опасные пестициды: диносеб, ДДТ, и его производные ДДД, ДДЭ, дильдриа, альдрин, гексахлоран, гептахлор, хлордан, ПХП, ПХК, г - ГХЦГ и др.

Существует много различных методов и проектов по захоронению и утилизации токсичных промышленных отходов, в том числе и пестицидов. Каждый метод имеет уникальный набор преимуществ, недостатков, возможностей и ограничений, но из-за каких-либо причин, они непригодны для практического использования. Основной и наиболее сложной проблемой при подземном захоронении является изоляция от подземных вод.

Для решения этой проблемы нами было исследовано два вида высокотоксичных шламов из Евпаторийской базы ядохимикатов, которая содержит пестициды (ДДТ, ДДЭ, ДДТ, ПХП, ПХК, г - ГХЦГ), и тяжелые цветные металлы. При помощи вяжущих веществ были составлены различные композиции на основе шлама, портландцемента и песка. Различные варианты таких композиций представлены в таблице 1.

Таблица 1

Вариации шламовяжущих композиций на основе строительных вяжущих материалов и шламов (I и II)

Наименование композиций	Состав композиции, весовое соотношение ингредиентов	Прочность кг/см ²
Композиция (1)	•Цемент - песок (1:3), стандартная проба	150
Композиция (2)	Цемент - песок (1:3) + 10% влажного шлама (I)	175
Композиция (3)	Цемент - песок (1:3) + 10% влажного шлама (II)	175
Композиция (4)	Цемент - песок (1:3) + 25% влажного шлама (I)	100
Композиция (5)	Цемент - песок (1:3) + 25% влажного шлама (II)	100
Композиция (6)	** Шлак (30 в.ч.); шлам (1) 70 в.ч. + жидкое стекло (10 в.ч.)	20
Композиция (7)	**Шлак (30 в.ч.); сухой шлам (1) 70 в.ч. + жидкое стекло (50 в.ч.)	70
Композиция (8)	Сухой шлам (I) 50 в.ч.; песок (50 в.ч.; натрий кремнефтористый (10 в.ч.); жидкое стекло (50 в.ч.)	80
Композиция (9)	Цемент - песок (1:3) + 50% влажного шлама (I)	50

Примечание: * портландцемент марки "500"; **

Прочность таких композиций различного состава неодинакова, по сравнению со стандартной пробой (1). После чего мы определяли степень миграции пестицидов из шламовяжущей композиции при различных значениях pH. Для каждой среды использовали по три пробы твердых образцов (кубики размером 2x2x2 см.). Ежемесячно в течении года из каждой пробы отбирали по 50 см³ воды для определения ксенобиотиков. Результаты исследований представлены в таблице 2.

Миграция хлорорганических пестицидов в течении года не превышает их ПДК для рыбохозяйственных водоемов.

Была изучена мутагенность образцов на семенах лука и традисканции, проводился ана-телофазный анализ, учитывались генные мутации, нарушения хромосом, микроядер, изучена рекомбинагенная активность на дрожжах - сахаромицетах. Все опыты показали, что комплекс веществ обладает слабо выраженной мутагенной активностью (таблица 3,4,5).

Таблица 2

Результаты по миграции ксенобиотиков из бетонной композиции (4) в водные нейтральные, щелочные и кислые среды в течение года

Компоненты композиции	Содержание в воде мигрирующих ксенобиотиков, мг/л м ³			ПДК для рыбохозяйственных водоемов, мг/дм ³
	Нейтральная среда	Щелочная среда	Кислая среда	
ПХП	0,005	0,006	123,0	0,006
ПХК	0,003	0,004	1072,2	0,004
п,п' - ДДТ	0,0001	Отсутствие	851,1	0,1
п.п'-ДДД	0,0001	Отсутствие	18,8	0,3
п.п'-ДДЭ	0,00006	0,1	Отсутствие	0,2
РБ ^Т	Отсутствие	Отсутствие	0,002	0,01
Hg ⁺¹	Отсутствие	Отсутствие	0,019	0,0001
LAХ	Отсутствие	Отсутствие	0,0019	0,0012
Mo ^{+b}	Отсутствие	Отсутствие	0,0019	0,0012

Примечания: навеска композиции 15,7162 г (исходное содержание ксенобиотиков, мг/дм³: ПХП 123,0; ПХК 1072,2; п,п' - ДДД 18,8; п,п' - ДДТ 851,1; п,п' - ДДЭ отсут.; РБ⁺² 0,02; Hg⁺² 0,019; Zn⁺² 0,021; Mo^{*4} 0,0019); нейтральная среда (рН 7,0); щелочная среда (рН 14,0); кислая среда (рН 1,0).

Таблица 3

Результаты о частоте aberrаций хромосом лука Allium сера при проращивании на шламах и водных экстрактах шламовяжущих композиций

Объект испытаний	Число анателофаз	Число клеток с aberrациями хромосом		
		Абс.	%+M	P
Шлам (I)	470	11	2,34 ± 0,69	>0,05
Шлам (II)	520	7	1,35 ± 0,51	>0,05
Контроль 1	460	8	0,85 ± 0,43	
Водный экстракт из композиции (4)	820	36	4,39 ± 0,71	<0,05
Водный экстракт из композиции (2)	613	22	3,59 ± 0,75	<0,05
Контроль 2	600	7	1,33 ± 0,47	
Водный экстракт из композиции (8)	315	23	7,30 ± 1,46	<0,01
Водный экстракт из композиции (9)	405	28	6,91 ± 1,26	<0,01
Контроль 3	1000	15	1,50 ± 0,38	

Таблица 4

Результаты рекомбиногенной активности продуктов миграции -
из шламвяжущих композиций на дрожжах - сахаромецетах

Опыт исследований	Выживаемость, %	Число колоний	Число сегрегаитных колоний		Число кроссоверных колоний	
			Абс.	%	Абс.	%
Контроль	100	4503	13	0,288 ± 0,079	1	0,022 ± 0,022
Контроль на пенициллин	75,4	3284	18	0,548 ± 0,128	1	0,030 ± 0,029
Водный экстракт из композиции (2)	82,3	5246	30	0,572 ± 0,104	1	0,019 ± 0,019
Водный экстракт из композиции (4)	95,4	6794	41	0,603 ± 0,093	2	0,029 ± 0,029

Таблица 5

Результаты по определению мутагенности шлама (I) на
Trdescantia (учет мутаций в тычинковых волосках)

Вариант наблюдений	Число тычинковых волосков	Число выявленных мутаций	
		A	B
1	265	-	-
2	288	A3; A2	B2; B3
3	310	-	-
4	281	A1	B1
5	307	A2	-
6	307	-	B1
7	311	-	B1
8	336	-	-
9	267	A1	-
10	371	Φ	-
И	297	-	-
12	311	A1	-
13	281	-	-
14	269	A5	-
15	346	-	B7
16	299	-	-
17	365	A1	B1
18	296	-	-
19	289	A3	-
20	303	-	-
21	313	-	t m
22	262	-	-
23	306	-	-
Всего	6900	9A (0,13% ± 0,04)	7B (0,101% ± 0,038)
Контроль	5996	9A (0,15% ± 0,05)	5B (0,083% ± 0,037)

Примечания: состав шлама (I). мг/дм³: п.п¹ - ДДД 7508,2; п.п¹ - ДДТ 339081,2; ПХК 427167,5; ПХП 49026,4; РЬ*² 0,78; Нг*² 7,50; Zn⁺² 8,45; Мо⁺⁶0,75.

Таким образом результаты исследования показали, что наиболее приемлемыми в экологическом аспекте являются композиции на основе смеси портландцемент: песок = 1:3 в сочетании со шламом взятом в количестве 10-25% от исходной смеси. При этом необходимо учесть, что данная композиция обладает достаточной прочностью (100-175 кг/см²). Кроме того, миграция остатков ксенобиотиков из разработанных нами компози-

ций (2,3,4,5) в воду (нейтральные, кислые, щелочные среды) не превышает ПДК рыбохозяйственных норм. Доказано, также, что продукты миграции не обладают мутагенными свойствами. Разработанная технология инактивации токсичных шламов, позволяет решать вопрос захоронения промышленных отходов и, в частности, пестицидов, для более полного изолирования от объектов окружающей среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Липкер Т.В. Устройство полигонов по захоронению особо опасных веществ, а также запрещенных и непригодных к применению пестицидов II Материалы международной конференции по аналитической химии. - Алматы, изд. КазГУ 2001 г. - с.

2. Розвага Р.И., Баишев К.С., Липкер Т.В. О технологии захоро-

нения и инактивации токсичных шламов от ксенобиотиков.// Цветная металлургия,- 2000. №8-9 - С.39-43.

3. Липкер Т.В. Некоторые рекомендации к подготовительным работам по захоронению запрещенных и непригодных пестицидов.// Вестник КазГУ. Серия экологическая.-№1-2 (6-7). С.51-54.

УДК 517.917

ОБ ОБОБЩЕННЫХ РЕШЕНИЯХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИИ В БАНАХОВОМ ПРОСТРАНСТВЕ I

V^Г

Т. Сабиров

Павлодарский государственный университет
им. С. Торайгырова

Жұмыста банах кеңістігіндегі Коши есебінің, Ляпунов операторы термині бойынша жалтылама шешімнің бар және оның бір ғана болуының жеткілікті шарты келтіріліп, дәлелденген.

В работе доказана существование и единственности обобщенного решения задачи Коши в банаховом пространстве, в терминах оператора Ляпунова.

The theorem of existence and uniqueness of general solution of Cauchy's problem in the Lyapunov's operating terms in Banach space were proved in work.

Теория обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ) в банаховом пространстве охватывает многие важные проблемы математики и она находит широкое применения в различных областях естествознания. Известно [1, С. 179], что при надлежащей интерпретации понятия производной и выбора функциональных пространств, многие краевые и начально-краевые задачи для дифференциальных уравнений в частных производных (ДУЧП) могут быть рассмотрены как операторные или операторно-дифференциальные уравнения эво-

люционного типа в гильбертовом или банаховом пространствах. Это вселяет надежду в том, что мы можем перенести наиболее важные факты из теории ОДУ в ДУЧП, такие, как метод вариации постоянных, разбиение пространства состояний на подпространства, инвариантные относительно линеаризованного уравнения, и экспоненциальные оценки решений линеаризованного уравнения в этих подпространствах.

Так, например, рассмотрим уравнение Навье-Стокса для однородной несжимаемой жидкости

$$\frac{d}{dt} (v \cdot \nabla)v - v \cdot \nabla v = \nabla p_f + f, \quad v = \frac{\dots}{Re}$$

$$\operatorname{div} v = 0$$

на компактном римановом многообразии M , граничным условием $v = 0$ на гладкой границе ∂M . Здесь $v(x,t)$ - поле скоростей жидкости; $f(x,t)$ - действующая на нее внешняя потенциальная сила; p - давление.

Если ввести функциональные пространства векторзначных функций

$$W^{k,p}([0, T] \times M) = W^{k,p}(Q),$$

$$W^{k,p}(Q) = \{v \in W^{k,p}(Q) : \operatorname{div}(v) = 0, v|_{\partial M} = 0\}$$

то, после применения теоремы разложения Ходжа, уравнение Навье-Стокса может быть представлено в виде эволюционного уравнения (см. например [2, С.23]).

$$\frac{d}{dt} (A v(t)) + P((v(t) \cdot \nabla)v(t)) = 0,$$

где

$$P: W^{k,p}(Q) \rightarrow W^{k,p}(Q); k p > n,$$

$$v(t) = v(t, \cdot): (0, T) \rightarrow W_0^{k+1,p}(M).$$

При всей заманчивости этой идеи, ее осуществление сопряжено с рядом трудностей. Каких именно - об этом мы и говорим в данной работе.

В банаховом пространстве E рассмотрим задачу Коши

$$\frac{d}{dt} u + f(t, u) = 0 \quad (1)$$

$$u(t_0) = u_0 \quad (2)$$

где $u(t)$ - искомая функция вещественного аргумента t со значениями в банаховом пространстве E , т.е. $u: J \rightarrow E, t_0, t \in J \subset \mathbb{R}$, а $f(t, u)$ - заданный, вообще говоря, нелинейный, и, возможно, с выделенной главной линейной и неограниченной частью $A(t)u$, оператор.

Среди многочисленных актуальных проблем теории ДУ особое место занимают вопросы о разрешимости и единственности задачи Коши (1), (2), а также его глобальное существование.

Суть вопроса заключается в том, что в 1950 г. Ж. Дьедонне

[3, С. 337] показал, что на дифференциальные уравнения с непрерывной правой частью, в банаховом пространстве $E = C_0$ не переносится теорема Пеано о существовании решения. Спустя 20 лет, сначала Дж.Йорке, а затем А.Н.Годунов независимо доказали, что теорема Пеано неверна и в случае гильбертовых пространств. А.Селлин установил этот факт для нереклексивных банаховых про-

странств, и, наконец, А.Н.Годунов [4] доказал, что все банаховы пространства, в которых верна теорема Пеано, - конечномерно. Кроме того, имеются многочисленные примеры неединственности и неглобальности решения ДУ.

Вопросы несуществования, неединственности и неглобальности решения являются типичными и для ДУЧП. Приведем пример принадлежащий Левину [5].

Задача

$$\frac{\partial u}{\partial t} = -\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + f(x, u(x, t)),$$

$$u(0, t) = u(\pi, t) = 0$$

где

$$f(x, \phi) = \sin x \cdot g(\phi) + \sin 2x \cdot h(\phi)$$

$$g(\phi) = \int_0^{\phi} \sin x \cdot g(\phi) dx, \quad h(\phi) = \int_0^{\phi} \sin 2x \cdot h(\phi) dx \quad (k=i, 2)$$

имеет решение вида

$$u(x, t) = a(t) \sin x + b(t) \sin 2x,$$

если

$$\dot{a} = -a + g(a, b), \quad \dot{b} = -b + h(a, b).$$

При подходящем выборе g и h можем дублировать все вышеуказанные феномены присущие ОДУ, включая такие качественные поведения динамических систем на плоскости, как наличие циклов и предель-

ных циклов, фокусов и сепаратрисных линий и т.д.

В связи с этим возникают вопросы о нахождении дополнительных условий, налагаемые оператором $f(t, u)$, гарантирующих в сочетании с не-

прерывностью существование решения задачи Коши. Следует отметить, что некоторые операторы, встречающиеся в приложениях (см. например [1], [6]), обладают свойством непрерывности в более слабом смысле, чем в ее обычном, сильном смысле. Далее, хорошо известное условие Липшица неполностью решает вопрос, так как это условие, во-первых, трудно проверяемо, а во-вторых, многие опера-

торы не обладает этим свойством. Нам кажется, что, расширив понятие решения задачи Коши (1), (2) можно найти некоторые, менее жесткие, достаточные условия существования и единственности решений этой задачи. Поясним сказанное на примере (более подробно об этом см. [7]).

Наиболее распространенной задачей для уравнения параболического типа

$$\frac{\partial u}{\partial t} - \sum_{i,j=1}^n a_{ij}(x,t) \frac{\partial^2 u}{\partial x_i \partial x_j} = f(x,t) \quad (3)$$

является начально-краевая задача, состоящая в нахождении в цилиндре $Q = Q \times (0, T)$ функцию $u(x, t)$ удовлетворяющей при $t > 0$ уравнение (3), а при $t = 0$ начальному условию (здесь $x = (x_1, x_2, \dots, x_n) \in E_n$, Q - открытая область n -мерного евклидова пространства E_n).

$$u|_{M \cup \sigma} = \varphi \quad (4)$$

и каким-либо граничным условиям, на боковой поверхности S_T цилиндра Q , например

$$u|_{S_T} = \psi(s,t) \quad (5).$$

Мы будем предполагать, что выполнены условия равномерной параболичности

$$\text{где } \mu_i > 0, \nu_i > 0, \text{ } \sum_{i=1}^n \mu_i \nu_i > 0 \quad (6)$$

Если известные функций, образующие уравнения, обладают некоторой гладкостью, то эта начально-краевая задача (3) имеет

$$u \in C(Q) \cap C^{1,1}(Q) \quad (7)$$

классическое решение, которое удовлетворяет условиям (4), (5). В этом случае решение ДУЧП и соответствующее ему решение эволюционного уравнения совпадают. Ситуация изменится в корне, если известные функции этой начально-краевой задачи не обладают свойствами гладкости [1, С. 188]. Так, например, если a_p — недифференцируемые функции, а $f(x, t) \in L_2(Q)$ и $\Gamma_0(x) \in E$ то возникает необходимость видоизменения самого уравнения (3). Для этого умножим (3) на произвольную гладкую функцию $v(x, t)$ и интегрируем полученное выражение по Q . Тогда задачи (3), (4), (5) перефразируются, как задача о нахождении функции $u(x, t)$, удовлетворяющей условиям (4), (5) и тождеству (5):

$$J(u, v + \sum_{i,j=1}^n a_{ij} u_{x_j} v_{x_i}) dx dt - \int_{S_T} v dS dt = \int_Q f - v dx dt \quad (5)$$

при любой гладкой функции $v(x, t)$.

Если решение искать в $W, U(Q)$, то в (5) поверхностный интеграл не имеет смысла. Поэтому полагая

$$v|_{S_T} = 0,$$

из (5) получим

$$J(u_t v + \sum_{i,j=1}^n a_{ij} u_{x_j} v_{x_i}) dx dt = \int_Q f - v dx dt \quad (6)$$

который имеет смысл для любого элемента $u(x, t) \in W, U(Q)$. Это позволяет ставить задачу следующим образом: найти $u \in W, U(Q)$ удовлетворяющей (4), (5) и тождеству (6). при любой гладкой v , равной нулю на S_T

Если и класс $W_2^M(Q)$ не окажется недостаточно широким, то можно отказаться от существования производной и \cdot . Полагая при этом $v(x, T) = 0$ из (6) получим

$$J(-u v_t + \sum_{i,j=1}^n a_{ij} u_{x_j} v_{x_i}) dx dt - \int_{\Gamma_2} v dx = \int_Q f - v dx dt \quad (7)$$

имеющий смысл для любой функции и $E W_2^{1,0}(Q)$. тождеству (7), при всех гладких $v(x, t)$, равных нулю на S_T и при $T = 0$.

Обобщенное решение задачи (7), (4), (5) из класса $W_2^{1,0}(Q)$ можно теперь определить как элемент $W_2^{1,0}(Q)$ Удовлетворяющий

Как видно из (7), это тождество вошло в себя и уравнение, и начальное условие (4). Это обобщенное решение называется решением в смыс-

ле Соболева.

Оказывается что, можно получить аналогичные интегральные тождества и другими способами [6, С. 22]. Такие ситуации возникают в особенности, если рассмотреть ДУЧП гиперболического типа [8]. При этом получаются так называемые интегральные законы сохранения, которые подобны функционалам Ляпунова из ОДУ. Причем, эти интегральные законы сохранения изменяются в зависимости от опера-

тора, вводимого нами ниже.

Переходим к рассмотрению задачи Коши (1),(2). Предположим сначала, что

1°. Оператор $f(t, u)$ — как оператор, действующая из $J \times E$ в E непрерывен по совокупности аргументов.

При этом условии, как известно, оператор f будет локально ограниченным. Это означает, что найдутся такие числа $T > 0, r > 0, K > 0$, что для всех

$$(t, u) \in \{ |t - t_0| < T, \|u - u_0\| < r \} = J_0 \times S(u_0, r) \subset J \times E$$

имеет место локальная ограниченность

$$\|f(t, u)\| \leq K \quad (8).$$

Причем, если положим

$$T, = \min \{ T_0; rK^{-1} \} \text{ и } I = [t_0, t_0 + T,] = [t_0, T] \subset J_0 \subset J,$$

$$\text{то } K \cdot (T - t_0) < r \cdot K \cdot (T - t_0) \cdot J r.$$

Рассмотрим отображение $F : C(I, E) \rightarrow L_p(I, E)$ вида

$$F(u)(t) = f(t, u(t)).$$

Очевидно, что если $u(t) \in C(I, E)$, то $F : C(I, E) \rightarrow C(I, E)$. С другой стороны, если $u(t) \in C(I, S(u_0, r))$, то в силу (8) имеем включение $F(u)(t) \in L_p(I, E)$. Причем, в силу плотности $C(I, E)$ в $L_p(I, E)$ указанное включение сохраняется для всех $U \in L_p(I, S(u_0, r) \subset E)$.

Определение 1. Дифференцируемый по Фреше оператор $V : E \rightarrow E^*$ называется оператором Ляпунова или, короче, Д - оператором, если для всех $u \in E$ выполнены условия:

$$\|V(u)\|_L < M(1 + \|u\|_E^{p-1}), V(0) = 0, M = \text{const} > 0, p > 1,$$

$$(V(u), u) > \tau \|u\|_E^5, \tau = \text{const} > 0,$$

$$\|V'(u)h\|_{L^*} < M \|h\|_E, M = \text{const} > 0, h \in E.$$

Здесь E^* — сопряженное к E пространство, (Ju^*, u) — значение линейного функционала $u^* \in E^*$ на элементе $u \in E$, а $V'(li)$ — производная Фреше оператора $V(u)$ на элементе $u \in E$.

Определение 2. Элемент $U \in L_p(I, E) = L_p([t_0, T], E)$ называется обобщенным решением задачи Коши (1), (2), если $u = u(t) \in C([t_0, T], E)$, и если для всех $v = v(t) \in C^1([t_0, T], E)$, $v(T) = 0$ имеет место тождество

$$\int_{t_0}^T (A_V(v(t)), u(t)) dt = -(V(v_0, u_0) + \int_{t_0}^T J(V(v(t)), f(t, u(t))) dt. \quad (9)$$

Лемма 1. При вышеуказанном предположении 1° относительно оператора $f(t, u)$ интеграл

$$\int_{t_0}^T j(V(v(t)), f(t, u(t))) dt$$

существует.

Теорема 1. Пусть выполнено условие 1° и пусть имеет место условие 2° . Существует оператор Ляпунова типа D такой, что для каждого $t \in J$ и любого $U, v \in E$ выполнено неравенство

$$(V(U - v)(f(t, u) - f(t, v)), u - v) + (V(u - v)(f(t, u) - f(t, v)), u - v) > -cp(\phi - \psi)$$

где $cp(t) > 0$, $\phi \in L_j(J_0)$. Тогда существует обобщенное решение задачи Коши (1), (2) в смысле определения 2.

Доказательство. В условиях теоремы задача Коши (1), (2) имеет «в-приближенное» решение (см. например [9, С. 122]) определенное на I (в ДУЧП такие приближенные решения получаются при применении так называемых приближений Галеркина, см., например, [6]). Зададимся последовательностью положительных чисел δ_n — таких, что $\delta_n \rightarrow 0$ при $n \rightarrow \infty$ и, для каждого n построим « δ_n -приближенное» решение $u_n(t)$ уравнения (1). Причем, как известно, [9, С. 125], $U_n(t) \in S(u_0, \gamma)$, $\forall t \in I$,

независимо от выбора S_n .

Лемма 2. Для всех $u_n(t)$, $n = 1, 2, \dots$ справедлива оценка

$$\|u_n - u_m\|_{C(I, E)} \leq C \cdot \delta_{nm},$$

где $\delta_{nm} \rightarrow 0$ при $n, m \rightarrow \infty$.

Таким образом « δ_n - приближенные» решения $u_n(t)$ образуют фундаментальную последовательность Коши в $C(I, E)$, и, в силу полноты последнего имеет предел $u(t) \in C(I, E)$. Ясно, что $u(t) \in S(u_0, r)$ для любого $t \in I$.

Теперь покажем, что найденное $u(t)$ есть искомое обобщенное решение задачи Коши (1), (2).

Действительно, в силу плотности $C(I, E)$ в $L(I, E)$, последовательность $u_n(t)$ имеет предел $u'(t)$ в $L_p(I, E)$, и, если необходимо, изменяя значения $u^*(t)$ на множестве меры нуль, можем считать, что $u^*(t) = u(t)$. Поэтому $u(t_0) = u_0$ имеет смысл в $L_p(I, E)$. Теперь для всех $v(t) \in C^1(I, E)$, для которых $v(T) = 0$ имеем тождество:

$$\int_{t_0}^T (V(v(t), u'_n(t) + f(t, u_n(t))) dt = (V(v(t_0)), u_0) - \int_{t_0}^T (V(v(t)), u'_n(t)) dt + \int_{t_0}^T (V(v(t)), f(t, u_n(t))) dt$$

Отсюда, в силу условия теоремы и определения « E_n - приближенного» решения получим

$$\begin{aligned} & |(V(v_0), u_0) - \int_{t_0}^T (V(v(t)), u'_n(t)) dt + \int_{t_0}^T (V(v(t)), f(t, u_n(t))) dt| \\ & \leq \int_{t_0}^T (|V(v(t), u'_n(t) + f(t, u_n(t))| dt) < |M(1 + \|v(t)\| r^1)| \|u'_n + f(t, u_n)\| dt < \\ & < \delta_n - c(1 + M\Gamma^n). \end{aligned} \tag{10}$$

Поскольку $[t_0, T]$ компактен и $u_n(t) \rightarrow u(t)$ равномерно, в силу лем-

мы 2, то в силу непрерывности $f(t, u)$ получим, что

$$f(t, u_n(t)) \rightarrow f(t, u(t))$$

причем сходимость равномерно по t на E . Поэтому из (10), на основании теоремы Лебега [3] при $n \rightarrow \infty$ получим (10), т.е. $u(t)$ есть обобщенное решение задачи Коши (1). (2). Теорема доказана. Легко доказывается единственность обобщенного решения этой задачи. В последующих работах мы обобщим полученные результаты на операторы f более общего вида.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гаевский Г., Греггер К., Захариас К. Нелинейные операторные и операторно-дифференциальные уравнения. М.: «Мир», 1978, 327 с.
2. Странные аттракторы. Новое в зарубежной науке. Математика. 22. М.: «Мир», 1981, 253 с.
3. Дьедонне Ж. Основы современного анализа. М.: «Мир», 1964.
4. Годунов А. Н. О теореме Пеано в банаховом пространстве. Функциональный анализ и его приложения. Т. 9, вып. 1, 1975, С.59-60.
5. Н. Levine. Some nonexistence and instability theorems for solutions of formally parabolic equations. Arch. Rat. Mech. Anal, v 5, 1973, p.371-386.
6. Лионе Ж.-Л. Некоторые методы решения нелинейных краевых задач. М.: «Мир», 1972, 587 с.
7. Ладыженская О.А., Солонников В.А., Уральцева Н.Н. Линейные и квазилинейные уравнения параболического типа, М.: «Наука», 1967, 736 с.
8. Шестаков А.А. Обобщенный прямой метод Ляпунова для систем с распределенными параметрами, М.: «Наука», 1990, 316 с.
9. Картан А. Дифференциальное исчисление. Дифференциальные формы. М.: «Мир», 1971.

УДК 504.453(574.5)
» • «

14

ПРИСУТСТВИЕ РАДИОНУКЛИДОВ В РЕЧНОМ БАССЕЙНЕ СЫРДАРЬИ

Х.Н. Жанбеков, К.Б. Мусабеков,
Ж.С. Мукатаева, М.А. Оразбаева

Ўзбекистан аймагы мен Шардара, Байгекум су қоймасындагы су қурамінің негізгі сипатының радионуклид тер әсерінен концентрация дәрежесінің көтерілуі зерттелінеді

Изучено влияние радионуклидов, концентрации которых превышают допустимые значения, на естественные водоемы территории Узбекистана, на водохранилище Шардара, с. Байгекум.

In the article is studied the influence of radio-nucleids, the concentration of which is higher than the dimmited one, on the natural water reservoirs of Uzbekistan of Sardar, Baigekum.

Река Сырдарья в верхнем течении протекает по территории трёх Центрально - Азиатских республик (Киргизии, Таджикистана и Узбекистана).

В среднем течении реки Майлуу-Суу (Киргизия) располагалось крупное месторождение урановой руды. Урановая руда добывалась с 1945 года в долинах рек, с территории Киргизии и Таджикистана. В оставшихся отходах производства имеются радионуклиды, которые промываются с дождевой и родниковой водой в реку Майлуу-Суу. Она впадает в Карадарью, которая в свою очередь впадает в Сырдарью.

Основными источниками искусственных радиоактивных изото-

пов в поверхностных водах являются: радиоактивные выпадения после испытаний ядерного оружия, радиоактивные отходы возникающие при применении изотопов в технике и медицине, а также промышленные урановые рудники, которые расположены вдоль исследуемого объекта.

Радиоактивные изотопы, образующие естественный фон гидросферы, попадают в воду в результате активного взаимодействия вод с горными породами, почвами и атмосферой. Вследствие выщелачивания и растворения радиоактивных минералов и пород поверхностные воды обогащаются V^{238} , Ra^{228} , Rn^{220} , K^{40} и др. изото-

пами. Взаимодействие природных вод с атмосферой приводит к попаданию в них продуктов «космического синтеза» элементов (C^{14} , Be^{10} , H^3).

Радиоактивность подземных вод складывается из двух различающихся по своему генезису частей: естественной и искусственной радиоактивности.

Естественные радионуклиды поступают в водоемы в основном с подземными водами и отчасти с атмосферными осадками. При поступлении радиоактивных веществ в водоем под воздействием естественных факторов с ними происходит ряд превращений. Основными из этих превращений являются разбавление и рассеивание, перемещение и отложение поступивших радионуклидов.

Важное практическое значение имеют миграционные процессы, создающие возможность поступления радиоактивных веществ из водоема в организм человека по различным пищевым цепям. Значимость этих путей при определенных обстоятельствах может быть гораздо больше.

Таблица 1

Результаты радиометрического анализа:

А) Определение суммарной объемной активности альфа - излучающих радионуклидов.

№ п/п	№ проб	норматив	Минерализация Г/л	Альфа - интегральная	
				Бк/л	+ -
1	Узбекская	0,1	0,87	0,21	0,13
2	Шардара	0,1	0,85	1,33	0,29
3	Байгекум	0,1	1,2	24,77	4,1

чем поступления радионуклидов в организм с питьевой водой.

Влияние радионуклидов, концентрации которых превышают допустимые значения, на человека и окружающую среду мало изучено. При низких концентрациях радиоактивных нуклидов естественного происхождения в воде поверхностных водоемов не нужны какие-либо профилактические мероприятия. Определение естественного радиоактивного фона водоема и путей воздействия содержащихся в нем радионуклидов на человека представляет интерес в плане установления доз облучения, воздействию которых подвергается местное население.

Ранее нами было показано, что по результатам измерений суммарной активности альфа - излучающих радионуклидов превышает ПДК в Шардаре 11 раз, а в станции Томенарык 6 раз.

Поэтому нами проведён анализ следующих мест, на территории Узбекистана и на водохранилище Шардары, а также на станции Томенарык получены следующие результаты исследования.

Б) Определение объёмной интегральной бета активности по сухим остаткам.

№ п/п	№ проб	норматив	Минерализация г/л	Альфа - интегральная	
				Б к/л	+ -
1	Узбекская	1	0,87	0,24	0,11
2	Шардара	1	0.85	0,51	0,19
3	Байгекум	1	1,2	3,96	0,41

Таблица 2

Результаты гамма спектрометрического анализа

№	а-Проб	Ra226		Th228		Ra228		Th234			u235		K40		Cs 137	
		Бк/л	+ -	Бк/л	Ф.	Бк/л		Бк/л		Бк/л		Бк/л	+ -	Бк/л	+ -	
1	Узбекская	<0015		<0010		<0,113		<0,113		<0,113		0,19	006	<0,113		
2	Шардара	0130	009	<0016		<1105		<01		IB		018	009	<0,01	N	
3	Байгекум	229	о.и	<0028		<1111		IV	0,23	0,082	0,014	018	006	<1111	(d)	

Как видно из результатов исследования самый загрязнённый местностью является село Байгекум.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 624.012.8: 624.137.001.24

У

**ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ОТКОСОВ С
РАСЧЛЕНЁННОЙ ПРИЗМОЙ ОБРУШЕНИЯ****АЛ. Можевитинов***Санкт-Петербургский государственный технический университет***М.А. Шинтемиров***Павлодарский государственный университет
им. С. Торайгырова*

Бөтиектенген қирау призмасы бар қулама орнықтылығын бағалау жаңа әдісі берілген. Бул одіс элементтерде де, жалпы қирау призмасында да шекті күйінде тепе-теңдік теңдеуіерінің орындалуы қатынасы жағынан дурыс. Вертикаль және горизонталь (филтрлі және сейсмикалық) күштер жеріне таралатын біртекті және біртекті емес топырақтар жылжу бетінің еркін созылуы үшін қолданылудың мүмкіншілігі бар.

Излагается новый метод оценки устойчивости откосов с расчлененной призмой обрушения, строгий в отношении соблюдения уравнений равновесия в предельном состоянии как в элементах, так и в призме обрушения в целом; применимый для произвольного очертания поверхности сдвига, однородного и неоднородного грунтов, распространяющийся на действие вертикальных и горизонтальных (фильтрационных, сейсмических) сил

A new method estimation the of slope stability calculation with dismembered prism of the crushing is presented, strict in respect of observance of the equations of the balance in limiting condition both in elements, and in prism of the crushing as a whole; applicable for free outline of the surfaces of the shift, uniform and lumpy soil, spreading on action vertical and horizontal (filtration, seismic) of power.

В инженерной практике для оценки устойчивости грунтовых откосов сопоставляются действительные их состояния с предельным, которое характеризуется возникнове-

нием предельных по Кулону касательных напряжений по всей потенциальной поверхности сдвига, отделяющей гипотетическую призму обрушения от остального грунтово-

го массива

$$+ c \quad (1)$$

Это напряженное состояние может возникнуть лишь в результате пластических деформаций в грунте, что вносит специфические трудности в его расчет. Отношение между предельным (на поверхности сдвига) состоянием откоса и его действительным состоянием зависит от способа, которым одно состояние переводится в другое.

Наиболее универсальным, применимым практически для всех употребительных методов оценки устойчивости откосов, является переход от действительного к предельному состоянию путем пропорционального изменения прочностных характеристик грунта.

При этом коэффициент устойчивости k призмы обрушения, определяется как отношение действительных расчетных прочностных характеристик грунта к критическим

$$k = \frac{f_0}{f} = \frac{c_0}{c}$$

где k - коэффициент устойчивости; $f = \text{tg } \varphi$

Неопределенность закона распределения нормальных напряжений по поверхности сдвига приводит к необходимости пользоваться теми или иными гипотезами для ре-

шения поставленной задачи. Среди большого числа методов оценки устойчивости откосов, основанных на этих гипотезах, в некоторых строго соблюдаются условия равновесия призмы обрушения в предельном состоянии, другие, приближенные, ориентированы на простоту массовых вычислений.

Наиболее распространенные методы оценки устойчивости откосов оперируют с расчлененной на плоские элементы призмой обрушения.

В большинстве этих методов поверхность сдвига принимается круглоцилиндрической, а в некоторых она считается произвольной. Грунт может быть неоднородным. Как показали исследования [1,2], все эти методы приближенные, не удовлетворяют условиям равновесия призмы в предельном состоянии. Созданные по замыслу для вертикальных нагрузок, они сильно увеличивают свою погрешность при попытках обобщить их на произвольно направленные силы.

Трудоемкие методы расчета, основанные на теории В. В. Соколовского [3], определяют однозначно поверхность сдвига на основе гипотезы предельного напряженного состояния во всем грунтовом массиве откоса. Призма обрушения рассматривается в этих методах расчлененной на малые элементы сопряженными поверхностями скольже-

ния. Принципиально возможно распространение этих методов на произвольно направленные активные силы и неоднородные грунты. Однако упомянутая стеснительная гипотеза ограничивает применение данных методов простейшими частными случаями формы откосов и схемы их загрузки и позволяет судить в этих случаях о прочности лишь определенных поверхностей сдвига. Большинство практических задач решить этими методами невозможно, поэтому они используются в качестве эталонов для оценки приближенных методов в условиях однородного грунта и доступных этим методом форм откосов и схемах нагрузки.

Таким образом, существующие методы расчета устойчивости откосов либо недостаточно общие, не решают всех практически важных задач, либо недостаточно точные, не удовлетворяют условиям равновесия.

В предлагаемом в связи с этим общем методе расчета рассматривается призма обрушения, расчлененная на плоские элементы, и поэтому он относительно прост, вычисления можно выполнять без привлечения ПК. Метод этот применим для произвольной формы поверхностей сдвига, неоднородных грунтов и различно направленных поверхностных и объемных активных сил. Отличие данного метода от известных методов этой группы - соблюдение

условий равновесия в предельном состоянии, как для элементов, так и для призмы обрушения в целом.

Путь отыскания решения, удовлетворяющего условиям равновесия призмы обрушения в предельном состоянии, заключается в данном методе в следующем. Составляется система трех дифференциальных уравнений равновесия плоского элемента призмы, в которую, помимо активных сил, входят четыре неизвестные функции - вертикальный и горизонтальный компоненты силы взаимодействия между элементами в плоскостях раздела и ее момент, а также реактивная сила на поверхности сдвига, определяемая при критических значениях прочностных характеристик грунта. В таком виде задача не полностью определена. и для ее решения необходимо задавать еще одно уравнение, связывающее неизвестные функции, на основе какой-либо правдоподобной гипотезы.

Компоненты и момент силы взаимодействия, как внутренней силы, должны принимать нулевые значения на концах призмы обрушения, и это требование выражается шестью условиями решения полученной краевой задачи. Этими условиями определяются только три постоянные интегрирования дифференциальных уравнений и один неизвестный параметр - коэффициент устойчивости призмы, связываю-

ший действительные и критические характеристики грунта пропорцией (2). Таким образом, упомянутое дополнительное уравнение и соответствующая гипотеза должны избираться не произвольно, а так, чтобы все краевые условия были совместными. С этим ограничением не считаются в большинстве существующих методов расчета устойчивос-

ти расчлененной призмы обрушения, в силу чего условия равновесия призмы в целом в них не соблюдаются и результаты расчета получаются различными и неточными.

Следуя намеченному пути, составим общие уравнения равновесия элемента призмы обрушения в следующем, удобном для решения виде (рис. 1):

проекция сил на направление компонента p реакции грунта на поверхности сдвига

$$pds - g \cos(a + S - (p)dx - \sin(\alpha - \langle p) dE_x + \cos(\alpha - \langle p) dE_x + c \sin(pds = 0, \quad (3)$$

проекция сил на нормаль к компоненту p

$$- \xi \sin(a + S - (p)dx + \cos(a - \langle p) dE_x + \sin(a - \langle p) dE_x + c \cos(pds = 0, \quad (4)$$

момент сил относительно подошвы элемента на поверхности сдвига

$$mdx + E_x dy - E_y dx - dM = 0, \text{ где } m = gbsinS, \quad M = E_x a \quad (5)$$

Здесь компонент реакции p - равнодействующая нормального напряжения и силы трения, отклоняющаяся от нормали к поверхности сдвига на угол трения. Погонная активная сила g - равнодействующая сил веса, взвешивания, фильтрационных, сейсмических и других и нагрузки на поверхности элемента призмы единичной длины, d - угол ее наклона к вертикали, t - ее момент относительно подошвы элемента, E_x, E_y - компоненты силы взаимодействия E между элементами.

M - ее момент относительно подошвы элемента. Критические значения прочностных характеристик (g, c - в общем случае переменные по длине поверхности сдвига. Произвольное очертание рассчитываемой поверхности сдвига задано, поэтому ее длина s и угол наклона к горизонту β - известные функции абсциссы x принятой за независимую переменную.

Условия равновесия призмы обрушения в целом выразятся, очевидно, следующими уравнениями:

при $x = 0$

$$E_x = 0, \quad E_y = 0, \quad M = 0 \quad (6)$$

при $X = l$

$$E_x = 0, \quad E_y = 0, \quad M = 0 \quad (7)$$

Компонент реакции входит только в уравнение (3) и в дальнейшем может быть по нему определен, если это будет представлять интерес. Условия (6) удовлетворяются, если заменить в искомом решении дифференциальных уравнений неопределенные интегралы определенными и исключить постоянные интегрирования. Таким образом, для решения поставленной задачи - определения коэффициента к устойчивости призмы - остаются лишь уравнения (4), (5), дополняемые какой-либо гипотезой относительно компонентов и момента силы взаимодействия. и краевые условия (7). Только решения, полученные на основе этих или эквивалентных им зависимостей, могут быть признаны строгими в отношении соблюдения условий равновесия.

$$E_y = E_x \operatorname{tg} \beta, \quad \text{где } p = \text{const}, \quad (8)$$

но, в отличие от этих методов, не будем назначать его произвольно, чтобы не нарушить краевых условий (7) равновесия призмы в целом. Форма (8) третьего уравнения обеспечивает совместность первых

Дополнительные гипотезы, делающие задачу определенной, могут быть разные, и искомым решений, поэтому может быть много. Наилучшими из них следует считать наиболее простые и с приемлемой точностью подтверждаемые экспериментами и натурными наблюдениями. Покажем несколько вариантов таких решений рассматриваемой задачи.

Один из возможных вариантов решения неопределенной задачи об устойчивости призмы обрушения - это установление гипотетической связи между компонентами силы взаимодействия, т. е. задание угла наклона этой силы к горизонту в качестве третьего уравнения системы. Как во многих существующих методах, примем этот угол постоянным,

двух краевых условий. Подстановка же компонента E из этого уравнения в уравнение (4) позволяет найти путем интегрирования общее выражение для силы взаимодействия E (х) и конкретизировать с его помо-

стью упомянутые первые два краевые условия:

$$E_{\{x\}} = P^g \frac{\sin(a + P - (p)dx - c \cos(pds)}{\cos\{a - P \sim (p)\}} \quad \mathcal{L}(l) = 0. \quad (9)$$

Из этого уравнения, если известен угол p , можно определить критические значения прочностных характеристик, удовлетворяющие пропорции (2), т. е. единственное неизвестное - искомый коэффициент устойчивости k призмы обрушения. Подстановка компонента E из урав-

нения (8) в уравнение (5) и его интегрирование позволяет найти общее выражение для момента взаимодействия $M(l)$, а подстановка последнего в третье краевое условие $M(l) = 0$ определяет однозначно необходимую для решения задачи величину угла B :

$$tgP = \frac{J\{Ejga + m\}dx}{\sqrt{E, dx}} \quad (10)$$

Этот угол не может, как видим, назначаться априори. В данном варианте, при выборе третьего уравнения в форме (8), задача решается методом итераций (Пикара): задается предварительно угол B , и по уравнению (9) находятся характеристики tgj , c в первом приближении. Общее выражение компонента силы взаимодействия $E_x(l)$ при этих значениях характеристик подставляется в уравнение (10), и в результате интегрирования находится уточненное значение угла B . При новом угле определение критических характеристик повторяется, и находится коэффициент устойчивости k , как и во всех методах, оперирующих с расчлененной призмой, интегрирование здесь заменяется суммированием.

Другим возможным вариантом решения задачи является выбор такого выражения для момента взаимодействия, чтобы кривая давления, соединяющая точки приложения силы взаимодействия, проходила в призме обрушения на правдоподобном уровне над поверхностью сдвига и в плоскостях раздела не возникали растягивающие напряжения. Чтобы краевые условия при этом были совместными, краевые значения функции взаимодействия $M(l)$ и ее производной $\frac{dM}{dx}$ должны равняться нулю. Это требование должно выполняться и потому, что на краях призмы оба сомножителя, образующие момент, обращаются в нуль. При этом не только третье кра-

еое условие (7) будет соблюдено, но и соблюдение первого краевого условия повлечет за собой, согласно уравнению (5), соблюдение второго краевого условия (полагая, что у концов призмы погонный момент активных сил $t(0) = t(l) = 0$).

Примем, например, третье уравнение в виде

$$M(x) = M \frac{\pi}{2j} \sin^3 \frac{TLx}{T} \quad (11)$$

полагая заданным вероятное возвышение кривой давления над

$$E_x(x) = e^{j \cdot dx} \cos \alpha \cdot E \cdot \sin^3 \frac{TLx}{T} \cdot \left[\sin(\alpha + \frac{1}{3} - p) + \frac{cC-M}{dx} \frac{dm}{dx} \sin(\alpha - p) - dx - cds \right] \cdot \cos(p) \quad (12)$$

где $\alpha = -tg(p)$.

По этому уравнению можно определить критические значения прочностных характеристик и коэффициент устойчивости призмы обрушения, если известно значение компонента E в ее середине. входящее в выражение момента взаимодействия по зависимости (11) и, следовательно, в его вторую производную.

И в данном случае, при выборе третьего уравнения в форме (11), задача решается путем итераций. В качестве первого приближения мож-

поверхностью сдвига в середине ГО

призмы обрушения Все поставленные требования будут при этом удовлетворены, в чем легко убедиться проверкой.

Подстановка компонента E из уравнения (5) в уравнение (4) и интегрирование полученного линейного дифференциального уравнения позволяет найти общее выражение горизонтальной проекции силы взаимодействия и с его помощью расшифровать первое краевое условие:

но положить $\alpha = 0$. вследствие чего будет $M = 0$ и $\frac{d^2M}{dx^2} = 0$. и определить соответствующие α , с по уравнению (12), в котором нулю равен, очевидно, интеграл, а не постоянный множитель. Затем по общему выражению для компонента силы взаимодействия (12) находится его частное значение при $x = 0$ и соответствующее значение момента силы M при заданном α , а следовательно, определяется функция M

(л), удовлетворяющая гипотезе (11). Вторичное использование уравнения (12) с учетом второй производной $\frac{d^2 M}{dx^2}$ дает уточненные значения λ, c

$$y' = \frac{g \sin(\alpha + \beta) - \frac{1}{\cos \beta} \sin(\alpha - \beta)}{dx} = 0, \quad (13)$$

являются сами по себе третьим возможным вариантом решения задачи, поскольку выбор частного значения T_{BY} при выводе общего решения (12) по второму варианту условиями равновесия не ограничивался.

Преимуществом третьего варианта решения задачи является отсутствие необходимости в итерациях, а недостатком - относительно низкое положение кривой давления, совмещаемой с поверхностью сдвига. Однако, как показывают результаты пробных расчетов, коэффициенты устойчивости, определяемые по уравнению (13), отличаются от полученных по уравнениям (12) и (9) в пределах точности вычислений (не более 1-2%). Таким образом, данное решение может быть рекомендовано для практического применения.

В рассмотренной общей постановке задачи, при действии непараллельных активных сил, направлять координатную ось y , т. е. ориентировать плоскости, расчленяю-

щие призму обрушения на элементы, лучше всего параллельно равнодействующей всех активных сил, действующих на призму.

Упомянутое первое приближение, т. е. гипотеза $a = 0$, вытекающая из задания a^I и соответствующее уравнение

В этом случае углы S и погонные моменты T внешних сил оказываются минимальными и в наименьшей степени нарушаются идеи методов, оперирующих с расчлененной призмой и созданных, в первую очередь, для вертикальных, т. е. параллельных нагрузок. В случае действия параллельных активных сил дифференциальные уравнения и их решения упрощаются, так как в них полагаются $\lambda = 0, m = 0$.

Если представляет интерес распределение напряжений на поверхности сдвига в предельном состоянии, то после определения критических значений λ / c компонент реактивного напряжения p может быть найден, как указывалось, из уравнения (3).

Так, в варианте использования гипотезы (8) для решения задачи о предельном состоянии откоса искомое напряжение находится по формуле

$$P = \frac{g \cos(S) + J3 \cos a - c \sin(a - \beta)}{\cos(a - \rho - \sigma)} \quad (15)$$

где b определяется зависимостью (10).

В варианте использования гипотезы (II) для той же цели нормальное напряжение на поверхности сдвига равно

$$\sigma_j = p \cos \rho = g \cos \{a + P\} c \cos a + \frac{f}{dx'} \frac{d^2 M}{dx} \cos^2 a + \frac{E}{r \cos a} \quad (16)$$

где E_x определяется зависимостью (12).

На метод " $\sigma = 0$ " распространяется формула (16). в ней лишь следует положить $M = 0$.

ВЫВОДЫ

1. Существующие методы расчета устойчивости откосов многочисленны и разнообразны, многие из них широко распространены благодаря простоте, но ни один из них не может быть квалифицирован как сочетающий с простотой общность и строгость.

2. Наиболее перспективны в этом отношении методы, в которых рассматривается устойчивость призм обрушения, расчлененной на плоские элементы, и форма поверхности сдвига может быть любая.

3. Для достижения общности и строгости такие методы должны основываться на решении системы дифференциальных уравнений (4), (5) равновесия элемента призмы обрушения при соблюдении краевых условий (7) равновесия призмы

в целом в предельном состоянии. Возможность выбора третьего уравнения, связывающего силы взаимодействия между элементами, ограниченная лишь тремя краевыми условиями с одним неизвестным - коэффициентом устойчивости призмы, делает решение задачи многовариантным.

4. Примерами таких решений являются уравнения (9) и (12), а также частный случай уравнения (12) - уравнение (13). Последнее уравнение, так называемый метод " $a = 0$ " - наиболее простое из найденных решений, применимых для неоднородных грунтов, любой формы поверхностей сдвига и произвольно направленных активных сил, и дает практически такие же результаты, как и другие строгие выводы.

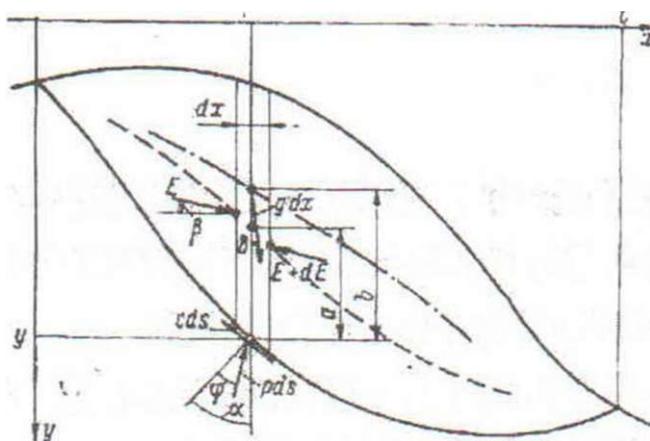


Рисунок 1

ЛИТЕРАТУРА

1. Можевитинов А. Л. Основные положения расчетов устойчивости земляных откосов (по материалам межведомственной комиссии НТС Госстроя СССР), ВНИИГ. Л: "Энергия", 1970

2. Чугаев Р. Р. Земляные гидротехнические сооружения. Л: "Энергия", 1967.

3. Соколовский В. В. Статика сыпучей среды. Физматгиз, 1960.

УДК 625.7А8: 532.73

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОДНО-СОЛЕВОГО РЕЖИМА ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ГРАФО-АНАЛИТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ ДИАГРАММ ПЛАВКОСТИ

Б.Б. Телтаев, Г.Б. Умарова

*Казахская академия транспорта и коммуникаций
им. М. Тынышпаева*

Автомобиль жолдарының жер төсемсінің су-туздық күйін анықтауға графо-аналитикалық балқу диаграммасы одісін қолдану қарастырылған. Температура мен туздың мөлшеріне байланысты жер төсемесі топырағының ылғалдылығының өзгеруі нақты мысалдармен көрсетілген.

Рассмотрено применение графо-аналитического метода диаграмм плавкости в определении водно-солевого режима земляного полотна автомобильных дорог. На конкретных примерах показано изменение влажности грунта земляного полотна в зависимости от температуры и содержания солей.

Use of graphic-analytical method of diagrams meltability when determining water-salt regime of the highways ground blade is considered. On the concrete examples change of ground blade soil humidity depending on temperature and salts contents is shown.

Первоначально кристаллы солей считаются распределенными равномерно в грунте земляного полотна. Основанием для такого допущения в определенной степени может служить перемешивание засоленных грунтов в процессе послойной отсыпки земляного полотна.

Концентрация солей C и влажность грунта W представляются в процентном соотношении от массы сухого и без солей грунта.

Рассмотрим следующий пример. Исходные данные приведены в таблице 1.

Таблица 1

Исходные данные для определения водно-солевого режима
земляного полотна

Глубина h, м	0.4	0.6	0.8	1,0	1,2
Температура T, °C	28	26	24	20	18
Влажность W, %	15,0	13,7	12.3	11,0	19,0
Концентрация MgCб.С, %	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0

Дальнейшие расчеты выполняем в следующей последовательности.

На диаграмме плавкости системы $H_2O - MgCl_2$ (рисунок 1) определяем координаты фигуративных точек.

Для криогидратной точки 1' суммарная масса влаги и соли в двойной системе $H_2O - MgCl_2$:

$$S = W + C = 15,0 + 3,0 = 18,0\%$$

Содержание соли $MgCl$ в двойной системе:

$$\bar{C}_1 = \frac{C-100}{5} = \frac{3,0-100}{18,0} \sim 1\%$$

Содержание воды в двойной системе:

$$= \text{ИМ00} = \frac{15,0-100}{8,0} = 83\%$$

Аналогичные вычисления выполняются для определения координат точек 2', У, 4', 5'.

Результаты вычисления представлены в таблице 2.

Таблица 2

Координаты фигуративных точек в плоской диаграмме плавкости
системы $H_2O - MgCl_2$

Фигуративная точка		2'	3'	4'	5'
Содержание $MgCl_2$ в системе С ₁ , %	17,0	18,0	20,0	21,0	14,0
Содержание H_2O в системе С ₂ , %	83,0	82,0	80,0	79,0	86,0

Как видно из рисунка 1, все фигуративные точки лежат выше ликвидусов. Поэтому во всех рассматриваемых точках $MgCl_2$ нахо-

дится в растворенном состоянии. В них увеличивается первоначальная влажность за счет перехода кристаллов $MgCl_2$ в жидкое состояние (таблица 3).

Таблица 3

Результаты определения водно-солевого режима земляного полотна

Глубина h, м	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2
Конечная влажность W, %	18,0	16,7	15,3	14,0	22,0
Изменение влажности ΔW, %	+20,0	+21,9	+24,4	+27,3	+15,8

Известно, что с увеличением влажности жесткостные и прочностные показатели грунтов, особенно глинистых, резко снижаются. Например, по данным ВСН 46-83 [1], при увеличении влажности легкого пылеватого суглинка на 10 % расчетные значения модуля упругости.

угла внутреннего трения и сцепления снижаются до 36, 28 и 50 % соответственно, что необходимо в обязательном порядке учитывать в расчетах дорожных конструкций на прочность.

Исходные данные для следующего примера даны в таблице 4.

Таблица 4

Исходные данные для определения водно-солевого режима земляного полотна

Глубина h, м	0	0,5	1,0
Температура T, °C	-30,0	-28,0	-25,0
Влажность W, %	22,0	16,0	28,0
Концентрация MgСв, С, %	3,0	6,0	9,0

Координаты фигуративных точек приведены в таблице 5. Фигуративные точки 2" и 3" показаны на рисунке 1. Аналогично первому

примеру, в точках 2" и У имеются только расплавы. Значения конечной влажности в этих точках равны 22 и 37 % соответственно.

Таблица 5

Координаты фигуративных точек в плоской диаграмме плавкости системы $H_2O - MgCl_2$

Фигуративная точка		2''	2'''
Содержание $MgCl_2$ в системе Сь %	12,0	27,0	24,0
Содержание H_2O в системе С ₂ , %	88,0	73,0	76,0

Фигуративная точка 1'' отвечает условиям, при которых система распадается на две фазы: кристаллы H_2O и расплав из H_2O и $MgCl_2$.

Для количественной оценки содержания каждой из фаз применим правило рычага [2].

По правилу рычага:
$$\frac{\text{количество} \cdot \text{расплава}}{\text{количество} \cdot \text{кристаллов} \cdot n} = \frac{64}{20}$$

Откуда

количество расплава: $25\% \cdot 0,762 \approx 19\%$,

количество кристаллов H_2O : $25\% \cdot 0,238 \approx 6\%$.

Диаграмма плавкости системы $H_2O-MgCl_2$: 1 - $12H_2O$; 2 - $MgCl_2 \cdot 8H_2O$; 3 - $MgCl_2$ в H_2O .

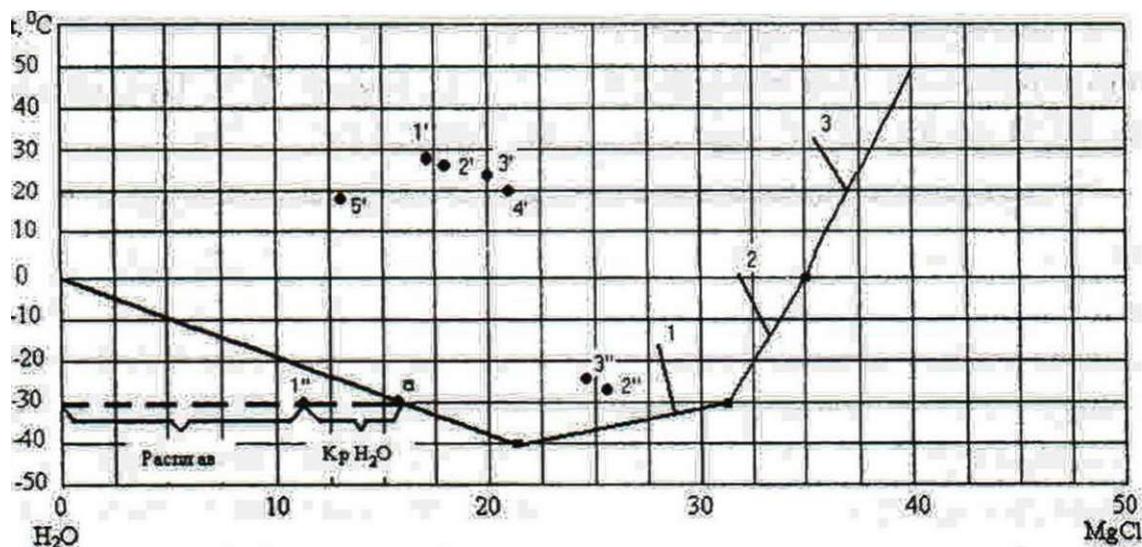


Рисунок 1

Состав расплава находим, опуская перпендикуляр из точки а на ось абсцисс. Получаем, что в расплаве

содержится 18 % $MgCl_2$ и 82 % #, О.

Окончательные результаты приведены в таблице 6.

Таблица 6

Результаты определения водно-солевого режима земляного полотна

Глубина h , м	0	0,5	1,0
Конечная влажность w' , %	19,0	22,0	37,0
Изменение влажности ΔW , %	-14,0	+38,0	+32,0

Как видно, на поверхности грунта земляного полотна влажность грунта уменьшилась на 14 %, тогда как на остальных двух точках она увеличилась.

При назначений расчетных значений прочностных показателей грунтов земляного полотна рекомендуется расчетное значение влаж-

ности определять как среднее арифметическое:

л. ы

где W_j - конечная влажность в i -й точке, %;

n - число рассматриваемых точек.

ЛИТЕРАТУРА

1. Инструкция по проектированию дорожных одежд нежесткого типа. ВСН 46-83. М.: Транспорт,

1985. - 157 с.

2. Древинг В.П. Правило фаз. М.: МГУ, 1954. - 175 с.

УДК 625.855: 625.72

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИВЕДЕНИЮ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ К РАСЧЕТНОЙ НАГРУЗКЕ ГРУППЫ "А"

Б.Б. Телтаев, Н.К. Кудереев, Г.А. Еспаева

Казахская академия транспорта и коммуникаций

им. М.Тынышпаева

С.Т. Дузельбаев

Павлодарский государственный университет

им. С. Торайгырова

Апшылмыш мақалада корреляциялық тәуелділікке орналасу негізінде келтірілетін түрлі маркалы автомобильдердің «А» тобының есептеу жүкшөмесіне 200 маркадан астам көлік құралдарының геометриялық пилдау нәтижесі мен қуатты параметрлері келтіріледі.

В настоящей статье приводятся результаты анализа геометрических и силовых параметров бо/ее 200 марок транспортных средств, на основе чего установлены корреляционные зависимости для приведения различных марок автомобилей к расчетной нагрузке группы "А".

In the given article the results of the analysis of geometrical and power parameters of more than 200 models of transport means are brought up. on the basis of which correlation dependencies are set for different automobile models reduction to the "A" group design load.

При расчёте нежёстких дорожных одежд на прочность возникает вопрос о приведении транспортных средств различных марок к расчётным нагрузкам [1, 2]. Согласно инструкции [1], в зависимости от категории дороги нежёсткие дорожные одежды автомобильных дорог общей сети должны рассчитываться на

воздействие расчетных нагрузок групп А и Б. В инструкции ВСН 46-83 имеется специальное приложение, где приведены основные геометрические и силовые характеристики наиболее часто встречающихся в составе транспортного потока автомобилей, в том числе их коэффициенты приведения к расчетным на-

грузкам групп А и Б. С момента утверждения этого нормативного документа прошло почти 20 лет. С тех пор произошли существенные изменения в составе транспортного потока. Появилось множество новых марок автомобилей, особенно производства стран дальнего зарубежья. В связи с этим возникла практическая необходимость определения значений коэффициентов приведения новых транспортных средств к расчетным нагрузкам.

В методических указаниях [3] рекомендации по рассматриваемому вопросу даны в табличной форме в зависимости от типов автомобилей (табл. 1) Существенным недостатком такого подхода является то, что типы автомобилей не отражают геометрические и силовые параметры отдельных марок автомобилей.

Анализ коэффициентов приведения к расчетной нагрузке группы А, приведенных в [1], показал, что автомобили марок МАЗ-500А и КамАЗ-5320 имеют одинаковую грузоподъемность, равную 8,0 т, но различные коэффициенты приведения $S_A = 1.04$ и $\gamma = 0,24$ соответственно. Автомобили КамАЗ-5410 и Магirus 290 D 26 L относятся к типу очень тяжелых грузовых автомобилей с грузоподъемностью соответственно 8.1 и 16.6 т. А их коэффициенты приведения равны 0,27 и 4,21. Аналогичные несоответствия имеют место и среди автобусов. Например, в таблице 1, для всех автобусов рекомендуется значение $\gamma = 0.8$. Но для автобусов марок ПАЗ-3201 и Икарус-250 по данным [1] S , принимают значение, равное соответственно 0,03 и 0,91.

Таблица 1

Типы автомобилей и коэффициенты приведения к расчетной нагрузке

Типы автомобилей	Коэффициенты приведения к расчетной нагрузке S, γ
Лёгкие грузовые автомобили грузоподъемностью от 1 до 2 тонн	0,05
Средние грузовые автомобили от 2 до 5 тонн	0,20
Тяжёлые грузовые автомобили от 5 до 8 тонн	0,70
Очень тяжёлые грузовые автомобили более 8 тонн	1,25
Автобусы	0,80
Тягачи с прицепами и полуприцепами	1,5

Следует также отметить, что разница в значениях коэффициентов приведения автомобилей, относящихся к отдельным типам, очень велика. Поэтому крайне нежелательно руководствоваться в практических расчетах данными таблицы 1.

В официальном нормативном документе [4], действующем в дорожной отрасли Казахстана, расчетное значение коэффициента приведения состава транспортного потока к расчетной нагрузке рекомендуется определять по формуле:

$$R_p = f \frac{V_{\text{ам}} S}{h \cdot 100} \quad (1)$$

где: f - коэффициент, учитывающий число полос движения;

a_{ij} - количество автомобилей i -й марки автомобилей в процентах от общего числа различных транспортных средств в составе транспортного потока;

S_m - коэффициент приведения транспортных средств m -й марки к расчетной нагрузке;

n - общее количество различных марок транспортных средств в составе транспортного потока.

Причем, в случае отсутствия данных по составу транспортного потока величину $\frac{2-T_{\text{пл}}}{n}$ рекомендуется принимать равной 0,45 для расчетной нагрузки группы А.

Как видно, для всех автомоби-

лей (как правило, различных марок) рекомендуется одно усредненное значение коэффициента приведения, с чем также трудно согласиться.

Нами собраны и проанализированы геометрические и силовые характеристики более 200 современных марок автомобилей, в том числе и производства стран дальнего зарубежья, встречающихся в составе транспортного потока на автомобильных дорогах Казахстана. Для каждого из них определены значения коэффициентов приведения к расчетным нагрузкам групп А и Б. В таблице 2 приведены границы изменения коэффициентов приведения к расчетной нагрузке группы А для отдельных типов автомобилей по их грузоподъемности, в том числе и автобусов.

Грузовые автомобили включают бортовые грузовые автомобили, седельные тягачи, автомобили-самосвалы, автомобили-фургоны, рефрижераторы, автомобили-цистерны, автомобили-битумовозы, автогудронаторы, автобетононасосы и автобетоносмесители. Прицепы и полуприцепы представлены прицепами общего назначения, прицепами цистернами, полуприцепами общего назначения, полуприцепами-контейнеровозами. Полуприцепами-рефрижераторами, полуприцепами-цистернами, полуприцепами-цементовозами и полуприцепами-скотовозами. Внедорожные ав-

томобили и городские транспортные средства рассмотрены отдельно.

Таблица 2

Пределы изменения значений коэффициентов приведения к расчетной нагрузке группы А для грузовых автомобилей и автобусов

№№ п./п.	Виды автотранспортов	Коэффициент приведения к расчетной нагрузке /J
1.	Автомобили грузоподъемностью от 5 до Ют	0,02-2,22
2.	Автомобили грузоподъемностью от 10 до 20т	0,96-9,33
3. <i>t</i>	Автомобили грузоподъемностью более 20 т. прицепы и полуприцепы	0,01-2,91
4.	Автобусы	0,01-2.70

Как видно из таблицы 2. значения коэффициентов S , для отдельных типов автомобилей по грузоподъемности, колеблются в широких пределах.

Иногда отношение $Z_{лтгх} / S_{A.min}$ достигает почти 300. Поэтому никак нельзя принимать какое-то одно, определенное значение S_A для всех автомобилей, относящихся к одному типу по грузоподъемности.

Для определения требуемого модуля упругости нежестких дорожных конструкций рекомендуется вычислять значения расчетной приведенной интенсивности движения при минимальных и максимальных коэффициентах приведения, т.е. $N_{p.min}$ и $N_{p.max}$, соответствующие $S_{A.шп}$ и $S_{A.max}$

По двум значениям расчетной приведенной интенсивности движения определяются два показателя требуемого модуля упругости - $E_{„ртт} "$ и $E_{n,max}$. которым соответствуют два значения фактического коэффициента прочности - K_{lirmin} и K_{prt}^{\wedge} . Величина разницы

$\wedge_{ур}$ и $\wedge_{уртя}$ и $\wedge_{уртт}$ дает возможность судить о степени технико-экономического обоснования принимаемой конструкции.

Далее была сделана попытка получения корреляционных зависимостей S_A от грузоподъемности Θ_y для каждого типа автомобилей и автобусов. Полученные уравнения с соответствующими коэффициентами корреляции к приведены ниже:

Для автомобилей грузоподъемностью от 5 до Ют:

$$S_A = 0.0002 - \Theta \Gamma / 7^{3,96}, \quad K = 0.65; \quad (2)$$

Для автомобилей грузоподъемностью от 10 до 20 т:

$$S_A = 0,03 - \Theta \Gamma^{1,81}, \quad K = 0,27 \quad (3)$$

Для автомобилей грузоподъемностью более 20т :

$$S_A = 0,0009 \Theta \Gamma^{2,42}, \quad K = 0,78. \quad (4)$$

Как видно, уравнения (2) и (4) обладают достаточной практической для использования теснотой связи, тогда как этого сказать никак нельзя о зависимости (3).

ЛИТЕРАТУРА

1. Инструкция по проектированию дорожных одежд нежесткого типа. ВСН 46-83. М.: Транспорт. 1985.-157с.
2. Конструирование и расчет нежестких дорожных одежд / Под ред. Н.Н. Иванова. М., Транспорт, 1974.-328С.
3. Васильев А.П., Яковлев Ю.М., Когонзон М.С., Пашкин В.К. Методические указания по расчету нежестких дорожных одежд. Москва-Иркутск, 1988.- 55с.
4. Инструкция по назначению межремонтных сроков службы нежестких дорожных одежд и покрытий. ПР РК 218-05-97. Алматы, 1998.-32с.

УДК 621.3.041.34:330.13.001.26

ОПТИМИЗАЦИЯ ГАБАРИТНО- СТОИМОСТНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОПРОВОДОК В СТАЛЬНЫХ И ПЛАСТМАССОВЫХ ТРУБАХ

Б.Б. Утегулов, Д.Б. Утегулова

*Павлодарский государственный университет
им. С. Торайгырова*

В.В.Ткаченко

*Костанайский государственный университет
им. А. Байтурсынова*

Болат және пластмасстық құбырларда габарит-құндық параметрлерін оңтайландыру. монтаждың құны фазада параметрлерінің сапасы арттырумен көбеитіледі. Жұмсауларының коэффициент! артуға өткізгіштерінің тарамдаусы өткізгіштерің кийікене қимастары арқасында (10 мм² дейін алюмин откізгіштер). өткізгіштік материаланың экономиясы жасалынады. Сондықтан, бірнеше тегілік мағынады үлкен қимастары арқасында электр энергиясының беріген капиталдық жұмсауларының төмендетілуін береді. Өткізгіштерінің бөлшектеуін тиімділіге тоқтары желіліқынен берілген мондері арттырылуын көбейтеді.

Оптимизация габаритно-стоимостных параметров электропроводок в стальных и пластмассовых трубах показала, что с увеличением числа проводников в фазе увеличивается стоимость монтажа, при малых сечениях проводников (до 10 мм² при алюминиевых проводниках) расщепление проводников приводит к увеличению коэффициента затрат, хотя и образуется экономия проводникового материала. Таким образом, расщепление проводников дает снижение капитальных затрат на передачу электрической энергии при сечениях больше некоторого порогового значения (примерно 10 мм² для алюминиевых проводников и 6 мм² для медных проводников). С увеличением значений передаваемых по линии токов, эффективность расщепления проводников повышается.

Optimization of weight-cost parameters electrical harnesses in steel and plastic pipes has shown, that with increase of number of conductors in a phase cost of installation is increased, at small sections of conductors (up to 10 square

millimeter at aluminum conductors) splitting of conductors results in increase of factor of expenses though the economy conduction a material is formed. Thus, splitting of conductors gives decrease (reduction) of capital expenses for transfer of electric energy at sections more than some threshold value (approximately 10 square millimeter for aluminum conductors and 6 square millimeter for copper conductors). With increase of values transmitted by currents efficiency of splitting of conductors rises.

В электроустановках напряжением до 1000 В широко применяют трубные электропроводки, прокладываемые как скрыто, так и открыто.

При скрытых видах трубных электропроводок, прокладываемых в конструктивных элементах зданий и сооружений (стенах, полах, фундаментах, перекрытиях и др.), применяются следующие виды труб: полиэтиленовые, полипропиленовые и стальные.

Открытые электропроводки в трубах применяют для устройства осветительных и силовых электрических сетей в производственных цехах примышленных предприятий, в технических, подвальных и чердачных помещениях, а также в наружных электропроводках.

Трубы предназначаются для защиты прокладываемых в них проводов и кабелей от механических повреждений и от коррозии, для скрытых и открытых электропроводок по стенам и потолкам помещений в стесненных условиях, а также при прокладке проводов и кабелей под полами, в толще бетонных полов и в фундаментах машин и агрегатов в помещениях с любой окру-

жающей средой.

Таким образом, электропроводки в трубах широко применяются в электроустановках, и оптимальное их выполнение может дать значительный экономический эффект.

Обычно в одной трубе прокладывается одна линия электропроводки, включающая в себя четыре проводника (три фазных и один нулевой), при электропроводках в стальных трубах с асинхронным электродвигателям в одной трубе обычно прокладываются только три фазных проводника, стальная труба используется в качестве зануляющего проводника.

При расщеплении фазных проводников на несколько, технико-экономические показатели электропроводки изменяются по сравнению с электропроводкой с одним проводником в фазе. Представляет интерес изменение технико-экономических показателей электропроводок в трубах при изменении количества проводников в фазе от одного до четырех. В соответствии с [1] длительно допустимые токи проводников, прокладываемых в трубе при их количестве более четырех, определяются как для проводов, проклады-

ваемых в воздухе с введением снижающих коэффициентов 0,68 для 5-6; 0,63 для 7-9 и 0,6 для 10-12 проводников.

Таким образом, длительно допустимые токи нагрузки определяются по выражению:

$$I_{\text{доп.нагр.}} = I_{\text{доп.}} \cdot K_c, \quad (1)$$

где n - число проводников в фазе;

$I_{\text{доп.}} j$ - длительно допустимый ток одного из фазных проводников, определяемый по таблицам 1.3.4 и 1.3.5/1/как для проводов прокладываемых открыто:

K_c - снижающий коэффициент.

Условный проход трубы зависит от числа и диаметра проводников, прокладываемых в ней, поэтому с изменением числа проводников в фазе будет изменяться диаметр трубы. Для трасс средней сложности прокладки внутренний диаметр трубы определяется по выражению [2]:

$$0,4 - D^2 > n - d^2, \quad (2)$$

где J - внутренний диаметр трубы, мм;

n - количество проводников в трубе;

d - диаметр одного проводника.

Влияние расщепления фазного проводника на технико-экономические показатели электропроводки рассмотрим на примере проводов марок АПВ и ПВ1, как наиболее распространенных.

Технико-экономические показатели электропроводок с разным числом проводников в фазе линии сведем в таблицу 1.

Рассмотрим вариант прокладки проводников к асинхронным электродвигателям в стальных трубах.

Проанализировав технико-экономические данные, приведенные в таблице 1., можно выбрать варианты исполнения электропроводок, имеющие капитальные минимальные затраты при одинаковых длительно допустимых токах нагрузки. Варианты исполнения электропроводок с наименьшей стоимостью капитальных затрат сведем в таблицу 2. Из таблицы 1. и 2. видно, что вариант исполнения электропроводок с одним проводом в фазе для некоторых сечений проводов обладает большими капитальными затратами по сравнению с несколькими проводниками в фазе. К таким относятся стандартные сечения провода АПВ: 25; 35; 50; 120; 150 мм². Применение проводов 10; 16; 70 и 95 мм² эффективно только в узком интервале рабочих токов.

Таблица 1
Технико-экономические показатели электропроводок в стальных трубах

Сечение проводников в фазе, F, мм ²	Интервал допустимых токов, ^доп.' А	Масса проводникового материала на линию, ГП, кг/км	Активное погонное сопротивление, Г ₀ , Ом/км	Диаметр трубы, D, мм	Удельная стоимость линии, К ₀ , тен-Ю'/км	Стоимость монтажа. Шт тен-10 ³ /исм	Коэффициент затрат, К _ж тен-Ю'/Акм
1	2	3	4	5	6	7	8
1x2,5	0-19	20,3	11,75	15	139,11	121,95	7,32
1x4	19-28	32,4	7,85	15	145,35	121,95	5,19
1x6	28-32	48,6	4,9	15	156,93	124,17	4,90
1x10	32-47	81	2,94	20	196,13	141,53	4,17
1x16	47-60	129,6	1,84	25	251,69	156,53	4,19
1x25	60-80	202,5	1,17	32	355,74	199,74	4,45
1x35	80-95	283,5	0,84	32	397,86	199,74	4,19
1x50	95-130	405	0,59	40	491,01	219,57	3,78
1x70	130-165	567	0,42	50	643,47	253,47	3,90
1x95	165-200	769,5	0,31	80	922,26	382,5	4,61
2x2,2	0-32	40,5	5,88	20	170,72	136,4	5,34
2x4	32-43	64,8	3,93	20	186,18	139,38	4,33
2x6	43-53	97,2	2,45	20	204,9	139,38	3,87
2x10	53-81	162	1,47	32	314,76	205,56	3,89
2x16	81-102	259,2	0,92	32	395,38	205,56	3,88
2x25	102-142	405	0,59	50	575,1	263,1	4,05
2x35	142-176	567	0,42	50	659,34	263,1	3,75
2x50	176-224	810	0,3	65	889,53	346,65	3,97
3x2,5	0-45	60,8	3,93	25	212,19	160,71	4,72
3x4	45-60	97,2	2,62	32	268,44	198,24	4,47
3x6	60-73	145,8	1,63	32	296,52	198,24	4,06
3x10	73-113	243	0,98	40	397,25	233,45	3,52
3x16	113-141	388,8	0,61	50	552,83	267,35	3,92
3x25	141-198	607,5	0,39	65	823,11	355,11	4,16
3x35	198-245	850,5	0,28	80	991,47	397,11	4,05
4x2,5	0-57	81	2,94	32	268,58	199,94	4,71
4x4	57-76	129,6	1,84	32	298,05	204,45	3,92
4x6	76-93	194,4	1,23	40	351,99	220,95	3,78
4x10	93-144	324	0,74	50	497,13	278,73	3,45
4x16	144-180	518,4	0,46	65	738,42	357,78	4,10
4x25	180-252	810	0,3	80	1034,07	410,07	4,10
1x120	200-220	972	0,25	80	1072,02	382,5	4,87
1x150	220-255	1215	0,2	80	1265,95	396,72	4,96
2x70	224-285	1134	0,21	80	1168,65	388,65	4,10

1 52 НАУКА И ТЕХНИКА КАЗАХСТАНА

продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8
			Провод ПВ1 - 660				
1x1	0-15	26,4	17,76	15	142,23 ,	121,95	9,48
1x1,5	15-17	39,3	11,84	15	151,59	121,95	8,92
1x2,5	17-25	65,7	7,1	15	165,63	121,95	6,63
1x4	25-35	105	4,44	15	191,83	124,15	5,48
1x6	35-42	156	2,96	15	220,89	124,15	5,26
1x10	42-60	264	1,78	20	305,33	141,53	5,09
1x16	60-80	426	1,1	25	426,41	141,53	5,33
1x25	80-100	672	0,71	32	616,26	199,74	6,16
1x35	100-125	933	0,51	32	767,58	199,74	6,14
1x50	125-170	1332	0,36	40	996,45	219,57	5,86
1x70	170-210	1836	0,26	50	1293,79	253,47	6,16
1x95	210-225	2492	0,19	80	1977,6	382,5	7,76
1x120	225-290	3147	0,15	80	2568,68	382,5	8,86
1x150	290-330	3996	0,12	80	3155,74	396,72	9,56
2x1	0-23	52,8	8,88	15	167,96	127,4	7,30
2x1,5	23-31	- 78,6	5,92	20	195,68	127,4	6,31
2x2,5	31-40	131,4	3,55	20	223,76	127,4	5,59
2x4	40-55	210	2,22	20	273,54	139,38	4,97
2x6	55-68	312	1,48	20	332,82	139,38	4,89
2x10	68-108	528	0,89	32	533,16	205,56	4,94
2x16	108-136	852	0,56	32	745,32	205,56	5,48
2x25	136-190	1344	0,36	50	1096,14	263,1	5,77
2x35	190-231	1866	0,26	50	1398,78	263,1	6,06
2x50	231-292	2664	0,18	80	1942,41	388,65	6,65
2x70	292-367	3672	0,13	80	2469,69	388,65	6,73
3x1	0-32	79,2	5,92	20	206,55	145,71	6,45
3x1,5	32-43	117,9	3,95	20	234,63	145,71	5,46
3x2,5	43-56	197,1	2,37	25	291,75	160,71	5,21
3x4	56-77	315	1,48	32	399,48	198,24	5,19
3x6	77-94	468	0,99	32	488,4	198,24	5,20
3x10	94-151	792	0,59	40	724,85	233,45	4,80
3x16	151-189	1278	0,37	50	1076,99	267,35	5,70
3x25	189-264	2016	0,24	65	1604,67	355,11	6,08
3x35	264-321	2799	0,17	80	2100,63	397,11	6,54
3x50	321-406	3996	0,12	80	2727,75	397,11	6,72
4x1 ,	0-40	105,6	4,44	20	227,42	146,3	5,69
4x1,5	40-55	157,2	2,9	25	279,86	161,3	5,09
4x2,5	55-72	262,8	1,78	32	374,66	199,91	5,20
4x4	72-98	426	1,1	32	402,77	204,45	4,11
4x6	98-120	624	0,74	40	607,83	220,95	5,07
4x10	120-192	1056	0,45	50	933,93	278,73	4,86
4x16	192-240	1704	0,28	65	1037,3	357,78	5,99
4x25	240-336	2688	0,18	80	2076,15	410,07	6,18

Расщепление фазных проводников при сечениях более 6 мм², несмотря на увеличение стоимости монтажа, ведет к экономии проводникового материала и стоимости капитальных затрат.

Расщепление фазных проводников для проводов АПВ, прокладываемых в стальной трубе не эффективно для сечений от 2,5 мм² до 6 мм² включительно. Наибольшая экономия проводникового материала (405

кг/км) достигается при замене одного провода в фазе сечением 150 мм² на четыре провода сечением 25 мм², наибольшая экономия капитальных затрат (271,48410³ тен/км) при замене провода сечением 150 мм² тремя проводами сечением 35 мм².

Для проводов марки ПВ1,

прокладываемых в стальных трубах неэффективно расщепление фазных проводников сечением 156 мм², при прокладке в фазе одного проводника сечением 25; 35; 50 мм² капитальные затраты на линию будут выше, чем при двух, трех и четырех проводниках в фазе.

Таблица 2

Оптимальные варианты исполнения электропроводок в стальных трубах

Интервал рабочих токов, I доп. А	Оптимальное сечение проводников в фазе, F, мм ²	Масса проводникового материала на линию, ПП, кг/км	Активное погонное сопротивление, Г ₀ , Ом/км	Удельная стоимость липни. Котен-Ю/км	Коэффициент затрат, & tch-IOVAkm	Экономия по сравнению с базовым вариантом	
						Стоимости, тен-1 о7км	проводник, материала. ГП1, кг/км
1	2	3	4	5	6	7	8
Провод АПВ							
0-19	1x2,5	20,3	11,75	139,11	7,32	-	-
19-28	1x4	32,4	7,85	145,35	5,19	-	-
28-32	1x6	48,6	4,9	156,93	4,9	-	-
32-43	2x4	64,8	3,93	186,18	4,33	9,95	48,6
43-47	1x10	81	2,94	196,13	4,17	-	-
47-53	2x6	97,2	2,45	204,9	3,87	46,79	97,2
53-60	1x16	129,6	1,84	251,69	4,19	-	-
60-73	3x6	145,8	К63	2%,52	4,06	59,22	170,1
73-76	4x4	129,6	1,84	298,05	3,92	57,69	218,7
76-81	2x10	162	1,47	314,76	3,89	40,98	121,5
81-93	4x6	194,4	и з	351,99	3,79	45,87	267,3
93-102	2x16	259,2	0,92	395,38	3,88	95,63	437,4
102-113	3x10	243	0,98	397,25	3,52	93,76	186
113-144	4x10	324	0,74	497,13	3,45	146,34	729
144-165	1x70	567	0,42	643,47	3,9	-	-
165-176	2x35	567	0,42	659,34	3,75	262,92	607,5
176-180	4x16	518,4	0,46	738,42	4,1	183,84	753,3
180-198	3x25	607,5	0,39	823,11	4,16	99,15	486
198-224	2x50	810	0,3	889,53	3,97	182,49	486
224-245	3x35	850,5	0,28	991,47	4,05	274,48	1095
245-252	4x25	810	0,3	1034,07	4,1	231,88	1215
252-285	2x70	1134	0,21	1168,65	4,1	97,3	243
Провод ПВ1							
0-15	1x1	26,4	17,7*		142,23	9,48	-
15-17	1x1,5	39,6	11,84		151,59	8,92	-
17-25	1x2,5	65,7	7,1		165,63	6,63	-
25-35	1x4	105	4,44		191,83	5,48	-
35-42	1x6	156	2,9%		223,76	5,32	-
42-55	4x1,5	156	2,96		279,86	5,09	25,47
55-60	1x10	264	1,78		305,33	5,09	-

продолжение таблицы 2

I	2	3	4	5	6	7	8
60-72	4x2,5	262,8		1,78	374,66	5,2	51,75
72-98	4x4	426		1,11	402,77	4,11	213,49
98-108	2x10	528		0,89	533,16	4,94	234,42
108-120	4x6	624		0,74	607,83	5,07	159,75
120-151	3x10	792		0,59	724,85	4,8	27,16
151-192	4x10	1056		0,45	933,93	4,86	359,86
192-210	1x70	1866		0,26	1293,79	6,16	
210-231	2x35	1866		0,26	1398,78	6,06	57&,82
231-240	4x16	1704		0,28	1437,3	5,99	540,3
240-264	3x25	2016		0,24	1604,67	6,08	964,01
264-292	2x50	2688		0,18	1942,41	6,65	626,27
292-336	4x25	2688		0,18	2076,15	6,18	1079,59

Мы рассматривали прокладку проводов в стальных трубах, при прокладке проводов в пластмассовых трубах (чаще всего применяют поливинилхлоридные) технико-экономические показатели электропроводки изменятся по следующим причинам:

а) стоимость пластмассовых труб меньше стоимости стальных труб;

б) в пластмассовых трубах обязательно должен прокладываться нулевой провод, с сечением не менее половины фазного проводника, т.е. в одной трубе может прокладываться четыре проводника (по одному в фазе и нулевой), восемь (по два в фазе и нулевом проводе) или двенадцать (по три в фазе и нулевой провод).

Обычно по нулевому проводу проходит ток значительно меньше, чем в фазных проводниках (при симметричной трехфазной нагрузке ток

в нулевом проводе отсутствует), поэтому нулевой провод можно не расщеплять и принимать его сечение от половины до полного сечения фазных проводников. С учетом этого в одной трубе может прокладываться 4; 7 или 10 проводников.

Для анализа этого варианта исполнения электропроводки рассмотрим прокладку проводов АПВ и ПВ1 в трубах из поливинилхлоридного (ПВХ) пластика. Техничко-экономические показатели электропроводок с разным числом проводников в фазах сведем в таблицу 3.

Длительно допустимые токи проводников при расщепленной фазе определяем в соответствии с /1/ как для проводников, прокладываемых в воздухе с учетом понижающего коэффициента 0,63 для двух проводников в фазе (7 проводов в трубе), 0,6 для трех проводников в фазе (10 проводов в трубе).

Таблица 3 • *

**Технико-экономические показатели электропроводок
в ПВХ трубах**

Сечение проводников в фазе, F, мм ²	Интервал допустимых токов, I _{доп.} · А	Масса проводникового материала на линию, ГП, кг/км	Активное погонное сопротивление, Г ₀ , Ом/км	Диаметр трубы, D, мм	Удельная стоимость линии, тен-Ю/км	Стоимость монтажа, тен10 ^л /км	Коэффициент затрат, К _i , tch-IOVA-km
1	2	3	4	5	6	7	8
Провод АПВ - 660							
1x2,5	0-19	27,1	11,75	20	109,6	86,72	5,77
1x4	19-23	43,2	7,85	20	117,92	86,72	5,13
1x6	23-30	64,8	4,9	20	132,87	89,19	4,43
1x10	30-39	108	2,94	25	183,32	110,52	4,70
1x16	39-55	172,8	1,84	32	279,4	152,52	5,08
1x25	55-70	270	1,17	40	408,16	200,16	5,83
1x35	70-85	378	0,84	40	4*4,32	200,16	5,46
1x50	85-120	540	0,59	50	606,3	244,38	5,05
1x70	120-140	756	0,42	63	862,33	342,33	6,16
1x95	140-175	1026	0,31	80	1131,73	412,05	6,47
1x120	175-200	1296	0,25	80	1331,41	412,05	6,66
Провол ПВ1							
2x2,5	0-30	54,2	5,88	25	143,45	103,41	4,78
2x4	30-40	86,4	3,93	25	161,25	106,65	4,03
2x6	40-49	129,6	2,62	25	183,09	106,65	3,74
2x10	49-75	216	1,47	40	332,86	205,46	4,43
2x16	75-94	345,6	0,92	40	427,5	205,46	4,55
2x25	94-132	540	0,59	63	715,57	351,57	5,42
2x35	132-163	756	0,42	63	813,85	351,57	4,99
2x50	163-207	1080	0,3	80	1035,69	402,33	5,00
3x2,5	0-43	81,3	3,92	32	213,78	150,86	4,97
3x4	43-57	129,6	2,62	40	282,21	196,41	4,95
3x6	57-70	194,4	1,63	40	316,53	196,41	4,52
3x10	70-108	324	0,98	50	457,54	257,34	4,24
3x16	108-135	518,4	0,61	63	704,21	355,29	5,22
3x25	135-189	810	0,39	80	9% ,53	424,53	5,27
3x35	189-234	1134	0,28	80	1150,97	424,53	4,92
Провол ПВ1							
1x1,0	0-14	35,2	17,76	20	113,76	86,72	8,13
1x1,3	16-25	87,6	7,1	20	144,96	86,72	5,80
1x4,0	25-30	140	4,44	20	178,63	89,19	5,95
1x6,0	30-40	208	2,96	25	218,15	89,19	5,45
1x10	40-50	352	1,78	32	328,92	110,52	6,58
1x16	50-75	568	1,11	40	512,36	152,52	6,83
1x25	75-90	896	0,71	40	755,52	200,16	8,39
1x35	90-115	1244	0,51	50	984,28	227,16	8,56
1x50	115-150	1776	0,36	63	1280,67	244,83	8,54
1x70	150-185	2448	0,26	80	1792,69	342,33	9,64
1x95	185-225	3400	0,19	80	2435,89	412,05	10,83
1x120	225-260	4232	0,15	80	3072,37	412,05	П,82

продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8
2x1,0	0-21	70,4	8,88	25	150,73	103,41	7,18
2x1,5	21-29	104,8	5,92	25	172,57	103,41	5,95
2x2,5	29-37	175,2	3,55	25	205,33	103,41	5,55
2x4,0	37-42	280	2,22	25	263,17	106,65	6,27
2x6,0	42-63	416	1,48	32	351,83	126,15	5,58
2x10	63-100	704	0,89	40	587,66	205,46	5,88
2x16	100-126	1136	0,56	50	862,18	232,46	6,84
2x25	126-176	1792	0,36	63	! 323,45	351,57	7,52
2x35	176-214	2488	0,26	63	1676,53	351,57	7,83
2x50	214-270	3552	0,18	80	2215,05	402,33	8,20
3x1,0	0-30	105,6	5,92	25	206,22	131,86	6,87
3x1,5	30-41	157,2	3,95	32	259,54	150,86	6,33
3x2,5	41-54	262,8	2,37	32	311,02	150,86	5,76
3x4,0	54-73	420	1,48	40	442,37	196,41	6,06
3x6,0	73-90	624	0,99	50	591,55	236,91	6,57
3x10	90-144	1056	0,59	63	932,94	332,34	6,48
3x16	144-180	1704	0,37	63	1344,85	355,29	7,47
3x25	180-252	2688	0,24	80	1951,77	424,53	7,75
3x35	252-306	3732	0,17	80	2506,61	424,53	8,19

Проанализировав технико-экономические данные, приведенные в таблице 3., можно выбрать варианты исполнения электропроводок, имеющих капитальные минимальные затраты при одинаковых длительно допустимых токах нагрузки, т.е. оптимальные по стоимости капитальных затрат.

Варианты исполнения электропроводок с наименьшей стоимостью капитальных затрат сведем в таблицу 4.

Из таблицы 4. видно, что при прокладке проводов марки АПВ -660 не эффективно расщепление фазных проводов сечением 2,5- 6 мм² при всех интервалах допускаемых рабочих токов и проводов сечением 16 и 50 мм² в ограниченном интервале рабочих токов. Наибольшая экономия проводникового материала (486 кг/км) и стоимости (334,88 тыс.тен/км) достигается при

замене фазного провода сечением 120 мм² на три провода сечением 25 мм².

Для проводов марки ПВ1 - 600 не эффективно расщепление фазных проводников сечением 1 - 2,5 мм² во всем диапазоне допускаемых рабочих токов и сечением 4,6,16,50 мм² в ограниченном интервале рабочих токов.

Наибольшая экономия проводникового материала (1544 кг/км) и стоимости (1120,6 тыс.тен/км) достигается при замене фазного провода сечением 120 мм² тремя проводами сечением 25 мм².

Несмотря на большую стоимость стальных труб по сравнению с трубами из ПВХ пластиката, коэффициент затрат для электропроводок в ПВХ трубах выше по сравнению с электропроводками в стальных трубах при сечениях больше 16 мм² для проводов марки АПВ - 660 и при сечениях больше 4 мм² для проводов марки ПВ I.

Таблица 4

**Оптимальные варианты исполнения электропроводок
в ПВХ трубах**

Интервал рабочих токов, I _{доп.} • А	Оптимальное сечение проводников в фазе. F.ММ ²	Масса проводникового материала на линию, Ш, кг/км	Активное погонное сопротивление. Г ₀ , Ом/км	Удельная стоимость линии, к. о, тен-10 ³ /км	Коэффициент затрат, % тен-Ю/А-км	Экономия по сравнению с базовым вариантом		
						Стоимости; тен-Ю ³ /км	Проводник, материала, Ш, кг/км	
1	2	3	4	5	6	7	8	
			Провод АПВ - 660					
0-19	1x2,5	27,1	11,75	109,6	5,77	-	-	
19-23	1x4	43,2	7,85	117,92	5,13		p »	
23-30	1x6	64,8	4,9	132,87	4,43		■	
30-40	2x4	86,4	3,93	161,25	4,03	22,07	21,6	
40-49	2x6	129,6	2,62	183,09	3,74	96,31	43,2	
49-55	1x16	172,8	1,84	279,4	5,08			
55-57	3x4	129,6	2,62	282,21	4,95	125,95	140,4	
57-70	3x6	194,4	1,63	316,53	4,52	91,63	75,6	
70-75	2x10	216	1,47	332,86	4,44	131,46	162	
75-94	2x16	345,6	0,92	427,5	4,55	36,82	32,4	
94-108	3x10	324	0,98	457,54	4,24	148,76	216	
108-120	1x50	540	0,59	606,3	5,05			
120-135	3x16	518,4	0,61	704,21	5,22	158,21	238	
135-163	2x35	756	0,42	813,85	4,99	317,88	270	
163-189	3x25	810	0,39	996,53	5,27	334,88	486	
189-207	2x50	1080	0,3	1035,69	5	295,72	216	
207-234	3x35	1134	0,28	1150,97	4,92			
			Провод ПВ1 -660					
0-14	1x1,0	35,2	17,76	113,76	8,13	-	-	
14-16	1x1,5	52,4	11,84	126,24	7,89			
16-25	1x2,5	87,6	7,1	144,96	5,8			
25-29	2x1,5	104,8	5,92	172,57	5,95	6,06	35,2	
29-30	1x4	140	4,44	178,63	5,95			
30-37	2x2,5	175,2	3,55	205,33	5,55	12,82	32,8	
37-40	1x6	208	2,96	218,15	5,45			
40-42	2x4	280	2,22	263,17	6,27	65,75	72	
42-54	3x2,5	262,8	2,37	311,02	5,76	201,34	305,2	
54-63	2x6	416	1,48	351,83	5,58	160,53	152	
63-75	1x16	568	1,11	512,36	6,83			
75-100	2x10	704	0,89	587,66	5,88	396,62	504	
100-126	2x16	1136	0,56	862,18	6,84	418,49	640	
126-144	3x10	1056	0,59	932,24	6,47	348,43	720	
144-150	1x50	1776	0,36	1280,67	8,53			
150-176	2x25	1776	0,36	1323,45	7,52	469,24	672	
176-180	3x16	1704	0,37	1344,85	7,47	447,84	744	
180-214	2x35	2488	0,26	1676,53	7,83	759,36	912	
214-252	3x25	2688	0,24	1951,77	7,75	1120,6	1544	
252-270	2x50	3552	0,18	2215,05	8,2	856,95	680	
270-306	3x35	3732	0,17	2506,61	8,19			

ЛИТЕРАТУРА

1. Правила устройства электроустановок. /Мин. Энерго СССР - 6-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1985.-640 с.

2. Анастасией П.И., БранзбургЕ.З. и др., под общей редакции Хромченко Г.Е/Проектирование кабельных сетей и проводок. - М.: Энергия. 1979. - 328 с

УДК 621.3.041.34:330.13.001.26

ОПТИМИЗАЦИЯ ГАБАРИТНО- СТОИМОСТНЫХ ПАРАМЕТРОВ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ, ПРОКЛАДЫВАЕМЫХ ПО КАБЕЛЬНЫМ КОНСТРУКЦИЯМ

Б.Б. Утегулов, Д.Б. Утегулова

*Павлодарский государственный университет
им. С. Торайгырова*

В.В. Ткаченко

*Костанайский государственный университет
им. А. Байтурсынова*

Кабельдік қурылыспен тоселген кабель желілерінің габарит-құндық параметрлерін оңтайландыру көрсетелген, кабель қурылыспен кабельдері төсем арқасында және көптік салалық кабелінің желісін әр фазасында қолданылуы нәтижелі болып табылады. Нәлдік өткізгіштер кабель қурылысының бірмгіушін қызмет етуге болат жазықтағы пайдалы болады.

прокладываемых, по кабельным конструкциям показала, что при прокладке кабелей по кабельным конструкциям - прокладка в каждой фазе линии отдельного многожильного кабеля, с использованием одного общего нулевого проводника для нескольких линий является эффективной. В качестве нулевого проводника может быть использована стальная полоса, служащая, одновременно, для зануления кабельных конструкций.

Optimization of weight-cost parameters of the cable lines laid, on cable designs has shown, that at a lining of cables on cable designs - a lining in each phase of a line of a separate multi core cable, with use of one general (common) zero conductor for several lines is effective. As a zero conductor the steel strip serving, simultaneously, for neutral earthing of cable designs may be used.

При открытой прокладке кабелей в воздухе понижающие коэффициенты к допустимым длительным токам кабелей в соответствии с /1/ не применяются.

Рассмотрим случай прокладки одиночной линии на кабельных конструкциях. Линия может выполняться одним кабелем или несколькими кабелями меньшего сечения при одинаковом значении рабочих токов. С учетом обеспечения нормальных условий охлаждения, а так же сохранения стоимости кабельных конструкций на одном уровне, ограничимся заменой одного кабеля максимально тремя. Варианты прокладки кабелей по кабельным конструкциям и схемы рассматриваемых линий приведены на рис. 1. и рис. 2.

Замену одного кабеля двумя или тремя будем выполнять, исходя из значений допустимых длительных токов кабелей по условиям допустимого нагрева.

Результаты замены сведем в таблицу 1.

Выполним анализ для наиболее распространенных марок кабелей используемых при открытой прокладке по кабельным конструк-

циям: АВВГ, ААШв, ВВГ.

При определении стоимости кабельных линий учитываем стоимость кабельных конструкций, а именно кабельной стойки и кабельной полки, расстояние между опорными конструкциями принимаем равным 0,5 м. Стоимость кабельных конструкций принимаем по /2, 3/. С учетом этого стоимость прокладки одного километра линии составит:

§ для одного кабеля - 117,844 10³ тен;

§ для двух кабелей - 148,26410³ тен;

§ для трех кабелей - 178,68410³ тен.

Цены на кабельные изделия принимаем по данным Российских поставщиков на 15.04.2001 г. /4/.

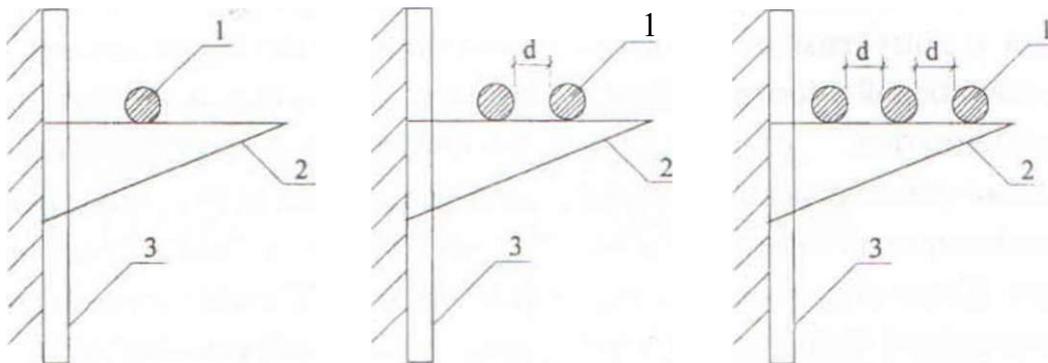
В таблице 1 параметры кабельных линий определены из условия прокладки в каждом кабеле трех фазных проводников и одного нулевого проводника.

Длительно допустимые токи для кабельной линии из нескольких кабелей определялись как:

$I_{доп.п} = I_{доп.1}^5$ (О

где $I_{доп.i}$ допустимый длительно ток для одного кабеля в линии, определяемый по таблицам /1/.

Варианты прокладки кабелей по кабельным конструкциям



а) б) в)
 1 - кабель; 2 - кабельная полка; 3 - кабельная стойка.

- а) один кабель в линии;
- б) два кабеля в линии;
- в) три кабеля в линии.

Рисунок 2.1

Электрические схемы вариантов кабельных линий прокладываемых по кабельным конструкциям

A
 B
 C
 N

а)

A
 B
 C
 N

A
 B
 C
 N

б)

B
 C
 N —

A
 B
 C
 N

в)

Рисунок 2.2

Таблица 1

Прокладка кабелей в воздухе по кабельным конструкциям

ечение проводников в фазе, F, мм ²	Интервал допустимых токов, ^доп.»А	Масса проводникового материала, т, кг/км	Активное погонное сопротивление, г ₀ , Ом/км	Удельная стоимость линии, К ₀ , тен-10 ³ /км	Стоимость монтажа, К _М > тен-10 ³ /км	Коэффициент затрат, К _М тен-10 ³ /Акм	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8
			Кабель АВВГ-660				
1x2,5	0-19	27,2	11,75	150,34	117,84	7,91	
1x4	19-27	43,5	7,85	164,12	117,84	6,08	
1x6	27-32	65,3	4,9	186,48	117,84	5,83	
1x10	32-42	108,8	2,94	223,92	117,84	5,33	
1x16	42-60	174,1	1,84	273,32	117,84	4,56	
1x25	60-75	272	1,17	352,88	117,84	4,71	
1x35	75-90	380,8	0,84	426,72	117,84	4,74	
1x50	90-110	544	0,59	554,12	117,84	5,04	
1x70	110-140	761,6	0,42	727,8	117,84	5,20	
1x95	140-170	1033,6	0,31	887,44	117,84	5,22	
1\120	170-200	1305,6	0,25	991,96	117,84	4,96	
1x150	200-235	1632	0,2	1201,52	117,84	5,11	
1x185	235-270	2012,8	0,16	1464,64	117,84	5,42	
2x2,5	0-32	54,4	5,88	213,26	148,26	6,66	
2x4	32-54	87	3,93	240,82	148,26	4,46	
2x6	54-64	130,6	2,45	285,54	148,26	4,46	
2\10	64-84	217,6	1,47	360,42	148,26	4,29	
2x16	84-120	348,2	0,92	459,22	148,26	3,83	
2x25	120-150	544	0,59	618,34	148,26	4,12	
2x35	150-180	761,6	0,42	766,02	148,26	4,26	
2x50	180-220	1088	0,3	1020,82	148,26	4,64	
2x70	220-280	1523,2	0,21	1368,18	148,26	4,89	
3x2,5	0-57	81,6	3,92	276,18	178,68	4,85	
3x4	57-81	130,5	2,62	317,52	178,68	3,92	
3x6	81-96	195,9	1,63	384,6	178,68	4,01	
3x10	96-126	326,4	0,98	496,92	178,68	3,94	
3x16	126-180	522,3	0,61	645,12	178,68	3,58	
3x25	180-235	1142,4	0,28	1105,32	178,68	4,70	
3x35	235-270	1142,4	0,28	1105,32	178,68	4,09	

продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8
			Кабель ААШв - 1кВ				
1x10	0-45	108,8	2,94	444	117,84	9,87	
1x16	45-60	174,1	1,84	491,52	117,84	8,19	
1x25	60-75	272	1,17	562,8	117,84	7,50	
1x35	75-95	380,8	0,84	642	117,84	6,76	
1x50	95-110	544	0,59	759,52	117,84	6,90	
1x70	110-140	761,6	0,42	982,08	117,84	7,01	
1x95	140-165	1033,6	0,31	1290,44	117,84	7,82	
1x120	165-200	1305,6	0,25	1536,4	117,84	7,68	
1x150	200-230	1632	0,196	1748,04	117,84	7,60	
1x185	230-260	2012,8	0,159	2062,64	117,84	7,93	
2x10	0-90	217,6	1,47	800,58	148,26	8,90	
2x16	90-120	348,2	0,92	895,62	148,26	7,46	
2x25	120-150	544	0,582	1038,18	148,26	6,92	
2x35	150-190	761,6	0,42	1196,58	148,26	6,30	
2x50	190-220	1088	0,295	1431,62	148,26	6,51	
2x70	220-260	1523,2	0,21	1876,74	148,26	7,22	
3x10	0-135	326,4	0,98	1157,16	178,68	8,57	
3x16	135-180	522,3	0,613	1299,72	178,68	7,22	
3x25	180-225	816	0,39	1513,56	178,68	6,73	
3x35	225-260	1140	0,28	1751,16	178,68	6,74	
			Кабель ВВГ - 660				
1x1,5	0-19	52,5	11,95	164,48	117,84	8,66	
1x2,5	19-25	87,5	7,17	184,4	117,84	7,38	
1x4	25-35	140	4,5	219,76	117,84	6,28	
1x6	35-42	210	3	273,32	117,84	6,51	
1x10	42-55	350	1,79	367,96	117,84	6,69	
1x16	55-75	560	1,12	498,84	117,84	6,65	
1x25	75-95	875	0,72	758,48	117,84	7,98	
1x35	95-120	1225	0,51	985,2	117,84	8,21	
1x50	120-145	1750	0,36	1228,04	117,84	8,47	
1x70	145-180	2450	0,26	1832,8	117,84	10,18	
1x95	180-220	3325	0,19	2566	117,84	11,66	
1x120	220-260	4200	0,15	3201	117,84	12,31	
1x150	260-305	5250	0,12	3963	117,84	12,99	
1x185	305-350	6475	0,01	4852	117,84	13,86	

Таблица 2

Оптимальные варианты прокладки кабелей по кабельным
конструкциям

Интервал рабочих токов, $I_{доп}$ «А»	Оптимальное сечение проводников в фазе, F , мм ²	Масса проводникового материала на линию, t , кг/км	Активное погонное сопротивление, Γ_0 , Ом/км	Удельная стоимость линии. K_0 , тсн10 ³ /км	Коэффициент затрат. $K_{,,}$ тен-КУ/А-км	Экономия по сравнению с базовым вариантом	
						Стоимости, тен-10 ³ /км	Проводник, материала, кг/км
1	2	3	4	5	6	7	8
		Кабель АВВГ-660 В					
0-19	1x2,5	27,2	11,75	150,34	7,91	-	-
19-27	1x4	43,5	7,85	164,12	6,08	-	-
27-32	1x6	65,3	4,9	186,48	5,82	-	-
32-42	1x10	108,8	2,94	223,92	5,33	-	-
42-54	2x4	87	3,93	240,82	4,46	32,5	87,1
54-60	1x16	174,1	1,84	273,32	4,56	-	-
60-64	2x6	130,6	2,45	285,54	4,46	67,34	141,4
64-75	3x4	130,5	2,62	317,52	4,23	35,36	141,4
75-81	3x4	130,5	2,62	317,52	3,92	109,2	250,3
81-90	3x6	195,9	1,63	384,6	4,27	42,12	184,9
90-96	3x6	195,9	1,63	384,6	4,01	169,52	348,1
96-110	2x16	348,2	0,92	459,22	4,17	94,9	195,8
110-120	2x16	348,2	0,92	459,22	3,83	268,58	413,4
120-140	2x25	544	0,59	618,34	4,42	109,46	217,6
140-150	3x16	522,3	0,61	645,12	4,3	272,32	511,3
170-180	3x16	522,3	0,61	645,12	3,58	346,84	783,3
180-200	3x25	816	0,39	883,8	4,42	108,16	489,6
200-225	3x25	816	0,39	883,8	3,93	317,72	816,0
225-235	3x35	1142,4	0,28	1105,32	4,7	96,2	489,6
235-270	3x35	1142,4	0,28	1105,32	4,09	359,32	870,4
		Кабель ААШв - 1кВ					
0-45	1x10	108,8	2,94	444,0	9,87	-	-
45-60	1x16	174,1	1,84	491,52	8,19	-	-
60-75	1x25	272,0	1,17	562,8	7,50	-	-
75-95	1x35	380,8	0,84	642,0	6,76	-	-
95-110	1x50	544,0	0,59	759,52	6,90	-	-
110-120	2x16	348,2	0,92	895,62	7,46	86,46	413,4
120-140	1x70	761,6	0,42	982,08	7,01	-	-
140-150	2x25	544,0	0,59	1038,12	6,92	252,32	272,0
150-165	2x35	761,6	0,41	1196,58	7,25	93,86	272,0
165-190	2x35	761,6	0,41	1196,58	6,30	339,82	544,0
190-200	2x50	1088,0	0,30	1431,62	7,16	104,78	217,6

продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8
200-220	2x50	1088,0	0,30	1431.62	6.51	316.42	544.0
220-225	3x25		0,39	1513,56	6,72	234.48	816.0
225-230	1x150	1632.0	0,20	1748.04	7,60	-	-
230-260	3x35		0,28	1751,16	6,74	311.48	870,4
		Кабель ВВ	-660 В				
0-19	1x1,5	5,5	11,95	164.48	8.66	-	-
19-25	1x2.5	87,5	7,17	184.40	7,38	-	-
25-35	1x4	140,0	4,50	219.76	6,28	-	-
35-38	2x1.5	105,0	5,98	241,52	6.36	31.8	105,0
38-42	1x6	210,0	3,00	273.32	6.51	-	-
42-50	2x2,5	175,0	3,59	281,38	5.63	86.58	175,0
50-55	3x1,5	157,5	3.98	318,60	5.79	49,36	192,5
55-57	3x1.5	157,5	3.98	318.60	5.59	180.24	402.5
57-75	3x2,5	262.5	2,39	378,36	5.05	120.48	297.5
75-95	3x4	420.0	1,50	484.44	5,10	274,04	455,0
95-105	3x4	420.0	1,50	484.44	4.61	500,76	805,0
105-120	3x6	630,0	1,00	645,12	5,38	340,08	595,0
120-126	3x6	630,0	1,00	645,12	5.12	582.92	1120,0
126-145	3x10	1050,0	0,60	746,52	5,15	481,52	700.0
145-165	3x10	1050,0	0.60	746,52	4.52	1085,48	1400.0
165-180	3x16	1680.0	0.37	1321.68	7.34	511,12	770.0
180-220	3x16	1680.0	0,37	1321.68	6,01	1244.32	1645,0
220-225	3x16	1680.0	0,37	1321,68	5.87	1879.32	2520.0
225-260	3x25	2625.0	0,24	2100,60	8.07	1100,4	1575,0
260-285	3x25	2625,0	0,24	2100,60	7,37	1862,4	2625,0
285-305	3x35	3675,0	0.17	2597,76	8.52	1365,24	1575.0
305-350	3x35	3675.0	0.17	2597,76	7,42	2254.24	2800.0

Из таблицы 1. видно, что расщепление одного кабеля на несколько, ведет к изменению технико-экономических параметров линии, при этом значительно уменьшается масса проводникового материала, как правило, во всех случаях замены, причем для трех кабелей в линии экономия проводникового материала больше, чем при двух кабелях в линии.

С увеличением рабочих токов в линии и, следовательно, с увеличением сечений токоведущих жил проводников, экономия проводникового материала увеличивается. Для рассматриваемых стандартных значений сечений проводников, максимальная экономия имеет место при сечении кабеля $4 \times 185 \text{ мм}^2$.

При замене одного кабеля сечением $4 \times 185 \text{ мм}^2$ на два кабеля сечением

чением $4 \times 70 \text{ мм}^2$ экономия проводникового материала на 1 километр линии составит 489,6 кг алюминия или 1575 кг меди.

При замене того же кабеля тремя кабелями сечением $4 \times 35 \text{ мм}^2$ экономия проводникового материала на 1 км линии составит 870,4 кг алюминия или 2800 кг меди.

Расщепление одного кабеля на несколько не всегда ведет к уменьшению стоимости линии, существуют интервалы рабочих токов, при которых стоимость линии с одним кабелем меньше чем при двух или трех кабелях.

На основании данных таблицы 1. можно выбрать оптимальный по стоимости вариант исполнения кабельной линии прокладываемой по конструкции. Под оптимальным будем понимать вариант, имеющий наименьшую стоимость при данном интервале рабочих токов. Уменьшение стоимости прокладки кабельной линии, при изменении ее габаритных параметров, происходит прежде всего, из-за уменьшения расхода проводникового материала за счет улучшения условий охлаждения. При этом коэффициент затрат, характеризующий выполнение проводниками линии основной функции, уменьшается. Хотя сравнение различных вариантов исполнения элементов систем электроснабжения выполняется по приве-

денным затратам, при принятии вариантов к сравнению можно заранее отбросить явно худшие, обладающие большим коэффициентом затрат. Расположив варианты прокладки кабеля, обладающие наименьшей удельной стоимостью капитальных затрат при данном интервале рабочих токов от минимального до максимального, мы получим таблицу оптимальных вариантов прокладки кабельной линии по кабельным конструкциям (табл. 2.). Пользуясь этой таблицей можно выбрать оптимальное по стоимости исполнение прокладки кабельной линии по конструкциям для заданного рабочего тока линии.

Сравнив базовый и оптимальный вариант прокладки кабеля, можно увидеть, что для оптимального варианта увеличиваются объемные габариты линии (объем занимаемого линией пространства для кабеля АВВГ максимального сечения $4 \times 185 \text{ мм}^2$ меньше, чем для линии из трех кабелей сечением $4 \times 35 \text{ мм}^2$ примерно в 1,6 раза, с учетом промежутков между кабелями равному их диаметру), но уменьшаются весовые показатели (масса проводникового материала меньше примерно в 1,8 раза) и стоимость.

Мы рассматривали вариант выполнения линии одним или несколькими кабелями, при котором

в каждом кабеле прокладывается по три фазных проводника и нулевой провод. Такой вариант исполнения позволяет повысить надежность электроснабжения потребителей, т.к. при выходе из строя одного кабеля из двух или трех, оставшиеся в работе кабели могут обеспечить питание часть потребителей. Недостатком такого способа прокладки кабелей является усложнение концевых разделок кабелей.

С целью упрощения концевых разделок кабелей, а также для уменьшения расхода проводникового материала на линию, может быть предложен другой вариант прокладки кабельной линии по конструкциям, когда каждая фаза выполняется отдельным многожильным кабелем, а в качестве общего нулевого провода для потока линий прокладываемых в одном направлении используется одна стальная шина, используемая и для зануления электрооборудования и электроконструкций. Таким образом, для одной линии используется три кабеля и одна общая нулевая шина. В фазах линии могут применяться стандартные кабели с числом жил от одной до четырех. В качестве нулевого провода примем предварительно стальную шину сечением 40x4 мм².

С учетом нулевой шины общая стоимость прокладки трех кабелей по конструкциям составит 188,31410¹ тен/км. Технико-экономические показатели указанного способа прокладки линии сведем в таблицу 3. Данные в таблицу заносим в порядке увеличения общего сечения проводников в фазе линии. В таблицу заносим только стандартные сечения кабелей, выпускаемые промышленностью и на которые есть данные по оптовым ценам.

При указанном выше способе прокладки кабелей, т.е. при использовании многожильных кабелей в каждой фазе, можно применять двух, трех и четырехжильные кабели.

Допустимые длительно токи для двух и трехжильных кабелей определяются по выражению 1.

$$I_{\text{доп.п}} \sim \sqrt{I_{\text{доп.п}}^2}$$

Для четырехжильного кабеля с пластмассовой изоляцией ток в соответствии с /1/ определяется по выражению:

$$I_{\text{доп.4}} = 4 \cdot 0,92 \cdot I_{\text{доп.3}},$$

где $I_{\text{доп.3}}$ Длительно допустимый ток. А, в одной жиле трехжильного кабеля, определяемый по таблице /1/.

Таблица 3

Прокладка кабелей по кабельным конструкциям с отдельными
кабелями в фазах

Интервал рабочих токов, I А	Кол-во и сечение жилы в фазном проводнике, F, мм ²	Расход проводникового материала, ш, кг/км	Удельное электрическое сопротивление, Г ₀ , Ом/км	Удельная стоимость, К ₀ , тен-10 ³ /км	Коэффициент затрат, Кч, тен-10 ³ /Акм
1	2	3	4	5	6
		АВВГ-660			
0-23	1x2,5	6,8	11,8	236,67	10,29
23-31	1x4,0	10,9	7,39	247,59	7,99
31-42	2x2,5	13,6	5,9	240,57	5,72
31-38	1x6	16,3	4,91	257,73	6,93
42-57	3x2,5	20,4	3,93	274,11	4,81
42-58	2x4	21,8	3,7	267,87	4,62
38-60 (58-60)	1x10	27,2	2,94	284,25	4,73
60-76	2x6	32,6	2,46	305,31	4,02
76-87	3x4	32,6	2,46	294,85	3,39
60-75	1x16	43,5	1,85	333,07	4,44
87-96 (105-110)	3x6	49	1,64	343,99	3,58
96-110 (96-105)	2x10	54,4	1,47	417,31	3,79
75-105	1x25	68	1,17	387,21	3,69
110-126	3x10	81,6	0,98	431,35	3,42
126-140	2x16	87	0,92	448,51	3,2
105-130	1x35	95,2	0,84	428,86	3,26
130-180	3x16	130,6	0,62	556,15	3,09
180-225	3x25	204	0,39	751,15	3,34
0-69	4x2,5	27,2	2,94	258,81	3,75
69-99	4x4	43,5	1,85	327,15	3,3
99-117	4x6	65,2	1,23	394,23	3,37
117-154	4x10	108,8	0,74	506,55	3,29
154-220	4x16	174	0,46	654,75	2,98
220-276	4x25	272	0,29	893,43	3,23
276-331	4x35	380,8	0,21	1115	3,36
331-404	4x50	544	0,15	1308,84	3,23
404-515	4x70	761,6	0,11	1829,88	3,55
515-625	4x95	1032,3	0,08	2308,8	3,69
625-736	4x120	1304	0,06	2622,4	3,56
736-864	4x150	1630	0,05	3251	3,76
864-993	4x185	2010,3	0,04	4040,4	4,07

Анализируя данные в таблице 3. можно заметить что, разное конструктивное исполнение кабелей в фазных проводниках линии при одинаковых значениях допустимых токов нагрузки дает разные значения удельной стоимости линий.

Исходя из стоимости капитальных затрат на линию, применение некоторых стандартных сечений кабелей экономически не эффектив-

но. Например, не эффективно применение кабелей сечением 1x4; 1x6; 1x10; 2x6; 1x16; 2x10 мм².

Из таблиц следует, что для прокладки в воздухе по конструкциям наиболее эффективен кабель АВВГ, причем при токах более 81 А наиболее эффективен способ прокладки с применением в каждой фазе одного многожильного кабеля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Правила устройства электроустановок. /Мин. Энерго СССР - 6-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1985. - 640 с.

2. Строительные нормы и правила. СНИП IV-6-82. Сборники расценок на монтаж оборудования. Сборник 8. Электротехнические установки. М.: Стройиздат, 1985.

3. Строительные нормы и правила СНИП IV-4-82. Часть Материалы изделия и конструкции для монтажных и специальных строительных работ. М.: Стройиздат, 1983.

4. Электрокомплектсервис. Прайс-лист на 15.02.2001 г. Новосибирск: Электрокомплектсервис, 2001.

УДК 519.872

ОПТИМИЗАЦИЯ одной ИГРОВОЙ СИТУАЦИИ В СИСТЕМЕ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

у

Г.Б. Шинтемирова

Павлодарский Государственный Университет
им. С. Торайгырова

Бұл жұмыста көпшілікке қызмет көрсететін жүйеде, яғни абоненттердің қызығушылықтарының және қызмет көрсету пункттерінің сәйкес келмеуінен болып тұратын даулы ахуалдар зерттеледі. Автормен алынған ойынды қарапайым жобаға келтіруге болатын тиімді стратегиялары анықталған.

В данной работе исследуется одна конфликтная ситуация, возникающая в системе массового обслуживания из-за несовпадения интересов абонентов и пунктов обслуживания. Автором определены оптимальные стратегии, позволяющие привести полученную игру к более простой модели.

In the given work one conflict situation arising in system of mass service because of discrepancy of interests of subscribers and service stations is investigated. The author determines the optimal strategy, allowing reduces the received game in simpler model.

1. Введение

При проведении технико-экономических расчетов, связанных с проектированием систем массового обслуживания сети ВЦ, возникает необходимость учета величины и характера потоков требований, которые могут реально возникнуть на входе того или иного пункта обслуживания ВЦ. Поскольку последнее

связано с поведением различных групп носителей интересов, то обоснованный расчет требует учета интересов этих групп. Другими словами, появляется необходимость в исследовании конфликтов, возникающих в системе массового обслуживания из-за несовпадения, а иногда и противоположности интересов

сторон, участвующих в процессе обслуживания. Решить конфликт означает найти наилучшие действия игроков, удовлетворяющие интересы сторон. Совокупность действий всех игроков называется ситуацией.

Так как действующих лиц

2. Описание модели

Пользуясь терминологией и обозначениями из [3] опишем «конфликтную ситуацию», которая может возникнуть из-за несовпадения интересов абонентов и пунктов обслуживания («каналы»). Абоненты стараются быть быстрее обслуженными. Пункты обслуживания стремятся максимизировать чистую прибыль. Действия абонента заключаются в выборе пункта обслуживания. Действия пункта обслуживания заключаются в установлении приоритетов среди заказчиков. Система будет функционировать планомерно, если все обязательства будут выполнены. Таким образом, возникает задача нахождения устойчивой системы обязательств.

Обозначим через $N = \{1, 2, \dots, p\}$ и $M = \{0, 1, 2, \dots, m\}$ множества абонентов и пунктов обслуживания соответственно. Пункт обслуживания k ($k \in M$) характеризуется мощностью d_k и стоимостью c_k -единицы времени работы.

Абонент l ($l \in N$) генерирует

много, то в качестве решения необходимо предлагать такую ситуацию, в которой ни одной из сторон не выгодно отклоняться в одностороннем порядке. Такая ситуация называется ситуацией равновесия. Исследованиям таких ситуаций посвящены, например, работы [1] - [4].

по пуассоновскому закону поток заявок с параметром λ_l . Продолжительность их обработки задана для пунктов единичной мощности и распределена по экспоненциальному закону с параметром μ_k . Будем считать, что длительность обработки заявки для произвольного пункта обратно пропорциональна его мощности. Кроме того, заданы числа B_l , которые являются штрафом за единицу времени простоя в очереди задачи l -го абонента, накладываемым им на тот пункт обслуживания, по вине которого произошел простой.

Специализацию, оснащенность, степень удаленности и другие факторы можно учесть, задавая множество $P\{i\} \in M$ «ближайших» к l -му абоненту пунктов обслуживания. Тогда для каждого пункта обслуживания k определяется круг возможных заказчиков $Q(k) \subset N$, где Q есть отображение множества N в множество 2^N . Всевозможные отношения линейного порядка на $Q(k)$ обозначим через $R(k)$.

Согласно [1] - [4], игроками в данной игровой ситуации являются элементы множества $I = M \cup N$. Чистыми стратегиями игрока $i \in N$ являются элементы множества $P(i)$. Обозначим произвольный элемент множества $P(i)$ через p_i . Стратеги-

ями игрока $k \in M$ являются элементы множества $R(k)$. Обозначим произвольный его элемент через r_k .

Тогда ситуация S имеет вид:

$$\{p_1, \dots, p_n, r_1, \dots, r_m\},$$

где

$$p_i \in P(i), i \in N, r_k \in R(k), k \in M$$

3. Реализация игры

Обозначим через $w_i(S)$ - среднее время ожидания заявки i -го абонента в ситуации S , через $v_i(S)$ - среднюю продолжительность обработки заявки i -го абонента в ситуации S , а через $Q(k, S)$ - множество игроков из J , выбравших в ситуации S стратегию k . Тогда игрок $i, i \in N$ максимизирует функцию $w_i(S) = -Y_{i,m}(S)$, определяющую среднее время ожидания всех заявок, генерируемых им в течение единичного промежутка времени, а игрок $k, k \in M$ максимизирует функцию

$$W(S) = c_k \sum_{i \in Q(k, S)} w_i(S) - b \sum_{i \in M \setminus Q(k, S)} w_i(S)$$

т.е. разность между оплатой за услуги и штрафом.

Получили бескоалиционную игру $\Gamma(n + m)$ игроков:

Эта игра решена при двух предположениях, что все игроки однотипны и число игроков из множества M равно двум ($m = 2$) [3]. В силу однотипности абонентов ситуация теряет конфликтность для иг-

роков из множества M . Они могут действовать по принципу "первым пришел-первым обслужен". Поэтому элементы множества M выбывают из числа игроков. Кроме того, изменяя единицу измерения времени, можно добиться, что потоки заявок будут иметь параметр $\lambda_j = 1$.

При сделанных предположениях игра Γ сводится к игре, в которой найдены все ситуации равновесия, как в чистых стратегиях, так и в смешанных. Одной из смешанных стратегий является стратегия **FCFS** [5] - стратегия обслуживания в порядке поступления заявки. Покажем, что в игре Γ её можно отбросить.

Рассмотрим сначала стратегии одного произвольного канала. У него есть две активные стратегии (чистые стратегии 0 и 1) и одна пассивная. Пусть заявки с приоритетом номера j (чем меньше номер, тем выше приоритет) поступают в одноканальную систему в соответствии с пуассоновскими процессами с параметрами λ_j ($j = 1, 2, \dots, z$). тогда

общий поток заявок является μ -асимптотическим с параметром $\lambda = \sum_{i=1}^n \lambda_i$. Заявки с высшим приоритетом обслуживаются раньше заявок с низким приоритетом, независимо от времени их поступления. Следовательно, любое упорядочение по приоритету входящих потоков есть активное действие игрока k , реализуемое чистыми стратегиями. А стратегия *FCFS* обслуживания - пассивная. Кажется очевидным, что любой индивидуум активно вмешиваясь в собственную судьбу, может сделать ее по желанию и хуже, и лучше, чем если он будет сидеть, сложа руки. Тем самым установлено, что у каждого игрока k найдутся чистые стратегии, доминирующие и доминируемые стратегией *FCFS*. Следовательно, стратегию *FCFS* можно не рассматривать.

Второе соображение, позволяющее надеяться на дальнейшее упрощение игры следующее. Выигрыш любого канала есть разница между полученной им абонентной оплатой и штрафом. На первый взгляд кажется, что канал должен ориентироваться на наиболее выгодного заказчика, т.е. отдавать предпочтение заказчику с более крупным заказом. Но это оказывается не так. Канал не может переманить более выгодного заказчика высоким приоритетом, так как такой же приоритет ему мо-

гут дать другие каналы. Поэтому каждый из каналов должен ориентироваться лишь на часть функции выигрыша, связанную со штрафом. Более точно сказанное формулируется в следующем виде.

Игра Γ стратегически эквивалентна игре $\Gamma = (I; \{>(I), *(\mathcal{E})\}; \{/, H_k\})$, полученной из Γ заменой в ней функции выигрыша $F_k(S)$ каждого игрока $k \in M$, на функцию

$$ieQ(k.S)$$

Таким образом, количество заказов не влияет на распределение приоритетов, если только станции обслуживания не могут влиять на размещение заказов.

В системе массового обслуживания с одним каналом обслуживания канал может минимизировать штраф, определенным образом упорядочивая заказчиков. А именно, игрок i имеет более высокий приоритет, чем игрок j , если $b_i/\lambda_i > b_j/\lambda_j$. Если две стратегии одновременно минимизируют штраф, то они могут отличаться лишь приоритетами заказчиков с равными b_j/λ_j .

Применение этих рассуждений к многоканальной системе обслуживания дает следующий результат, который приводится без доказательства.

Теорема. В игре Γ все ситуации равновесия равноценны для игрока $k \in M$, т.е. если S_1 и S_2 - ситуации равновесия игры Γ , то $H_k(S_1) = H_k(S_2)$.

Следствие. Для обслуживающего канала выбор любого абонента, приводящего к ситуации равновесия в игре Γ , является оптимальным.

4. Выводы

Ценным свойством найденных стратегий является то, что они определяются только функциями $H_k(S)$. Следовательно, их можно определить заранее и тем

самым исключить каналы (т.е. игроков из L) из игры. Это значительно уменьшает размерность игры и дает возможность упростить ее анализ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Б.М.Конурбаева. О теоретико-игровой модели оптимизационной задачи массового обслуживания. // Сб. Численные методы решения задач математической физики и оптимизации. Наука, КазССР, 1983, с.51-59.

2. Радюк Л.Е. Теркучев Л. Об игровых ситуациях в многолинейных системах массового обслуживания с несколькими входящими потоками. ТГУ, 1978, № 582-78, Деп.

3. Б.М. Конурбаева. Об одной модели конфликтной ситуации в СМО. // Известия АН КазССР, сер. физ.-мат, Алма-Ата, 1978, № 5, с.79-81.

4. Б.М.Конурбаева, С.Т.Оразов Теоретико-игровые модели систем массового обслуживания, Алма-Ата: Наука, 1985г.

5. Риордан Дж. Вероятностные системы обслуживания. Изд: "Связь", 1966г.

УДК 624.012.8: 624.137.001.24

ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ОТКОСОВ С МОНОЛИТНОЙ ПРИЗМОЙ ОБРУШЕНИЯ

М.А. Шинтемиров

Павлодарский государственный университет

им. С. Торайгырова

Бір тұтас қирау призмасы бар құламаларының орнықшылығын бағалау үшін Како үдісінің вариациясы берілген. Бұл одіс де ішекте күйдегі тепе-теңдік теңдеулерінің орындалуы қатанасы жағынан дұрыс. Жылжудық дөңгелек цилиндрлік беті үшін, біртекті топырақтар үшін, еркім бағытталған активті күштер үшін қолданылады. Ұсынылған әдіс бойынша және басқа авторлардың әдісі бойынша орындалған есептердің салыстыру мәліметтер келтірілген.

Излагается вариация метода Како для оценки устойчивости откосов с монолитной призмой обрушения. Этот метод, строгий в отношении соблюдения уравнений равновесия в предельном состоянии, применяется для круглоцилиндрической поверхности сдвига, однородных грунтов и произвольно направленных активных сил. Приводятся сопоставительные данные расчетов, выполненных по предлагаемому методу и по методам других авторов.

The variation of a method Caquot for an estimation of stability of slopes with a monolithic prism of the crushing is presented. This method, strict in respect observance of the equations of balance in a limiting condition, is applied for round cylindrical surface of shift, homogeneous soils and arbitrary directed active forces. The comparative data of accounts executed on an offered method and on methods of other authors are resulted.

Большинство существующих методов оценки устойчивости откосов земляных сооружений основаны на сопоставлении активных сил, действующих на гипотетическую призму обрушения, и реактивных сил сопротивления, которые могут

возникнуть в предельном состоянии на поверхности сдвига, отделяющей призму от остального грунтового массива.

При этом под предельным подразумевается такое напряженное состояние поверхности сдвига, кото-

рое во всех ее точках характеризуется критерием прочности Кулона

$$\tau = \sigma \operatorname{tg}(\rho + c) \quad (1)$$

Это напряженное состояние может возникнуть лишь в результате пластических деформаций в грунте, что вносит специфические трудности в его расчет.

Для сопоставления активных и предельных реактивных сил необходимо привести поверхность сдвига в предельное состояние путем соответствующего изменения действующих нагрузок или прочностных характеристик грунта, и тогда коэффициент устойчивости призмы обрушения может быть найден по отношению измененных величин к действительным. По этому вопросу также существуют разные точки зрения, и мы будем ориентироваться на наиболее универсальную из них (применимую для большинства методов расчета), согласно которой коэффициент устойчивости откоса оценивается отношением действительных и критических, соответствующих предельному состоянию, характеристик грунта на наиболее опасной поверхности сдвига:

В наиболее простых методах оценки устойчивости откосов призмы обрушения рассматривается как

монолитное тело и, соответственно, поверхность сдвига предполагается либо плоской, либо круглоцилиндрической.

Во избежание ошибок при выборе закона распределения нормальных напряжений, эти методы рекомендуются применять при однородных грунтах вдоль поверхности сдвига.

При монолитной призме обрушения наличие горизонтальных составляющих активных сил не вносит усложнений в расчет, поэтому здесь они учитываются при составлении уравнений предельного равновесия.

Формула для расчета сдвига откоса по плоскости общеизвестна, она непосредственно вытекает из критерия Кулона. Для расчета же обрушения откоса по круглоцилиндрической поверхности полностью удовлетворяющим условиям равновесия является метод Д. Тейлора, видоизмененный М. Како [1].

Оба эти метода пригодны для произвольно направленных активных сил, круглоцилиндрической поверхности сдвига и только для однородного грунта. При этом для расчета плоского сдвига не требуется каких-либо дополнительных предположений.

Метод Како опирается на гипотезу заданной формы симметричного компонента эпюры нормальных напряжений на поверхности сдвига. Асимметричный компонент

этой эпюры на устойчивость призм обрушения не влияет.

Метод Тейлора, строгий в отношении соблюдения условий равновесия, почти доведен до определенности в редакции Р. Р. Чугаева [2].

Для полной определенности этому методу не хватает лишь гипотезы распределения компонента p предельных реактивных напряжений по поверхности сдвига, и ее роль в расчете устойчивости откоса выполняет интегральная величина - так называемый коэффициент формы эпюры напряжений. Этот коэффициент равняется отношению суммы напряжений по поверхности сдвига к их равнодействующей. Связь коэффициента с центральным углом поверхности сдвига зависит как от полноты, так и от асимметрии эпюры напряжений, а потому его величина оценивается приблизительно.

Положив в основу расчетов в этом методе гипотезу той или иной формы эпюры компонента p реак-

тивных напряжений и выразив эти напряжения через два неизвестных параметра, можно сделать задачу полностью определенной и найти эти параметры вместе с искомым коэффициентом устойчивости откоса исходя из трех условий предельного равновесия.

Параметры асимметричной в общем случае эпюры p всегда можно выбрать так, чтобы напряжения выражались через два слагаемых

$$p(a) = p_0 F_0(a) + p_x F_x(a) \quad (3)$$

где P_0, P_x - неизвестные параметры; F_0, F_x - гипотетические функции координатного угла a , соответственно четная (симметричная) и нечетная (антисимметричная) относительно середины поверхности сдвига (рис. 1).

Условия равновесия монолитной призмы обрушения формулируются следующими уравнениями: проекция сил на направление реакции p в середине поверхности сдвига (при $a = y/2$)

$$G \cos(\alpha/2 - \beta) - p_0 r \int_0^{\alpha} F_0(\alpha) \cos(\alpha - y/2) da - c r \int_0^{\alpha} F_x(\alpha) \sin(\alpha - y/2 + \beta) da = 0, \quad (4)$$

проекция сил на нормаль к предыдущему направлению

$$G \sin(\alpha/2 - \beta) + p_0 r \int_0^{\alpha} F_0(\alpha) \sin(\alpha - y/2) da - c r \int_0^{\alpha} F_x(\alpha) \cos(\alpha - y/2 + \beta) da = 0, \quad (5)$$

момент сил относительно оси 0 поверхности сдвига

$$G a - p_0 r^2 \int_0^{\alpha} F_0(\alpha) da - c r \int_0^{\alpha} F_x(\alpha) da = 0 \quad (6)$$

Здесь компонент реакции p - равнодействующая нормального напряжения и силы трения, отклоняющаяся от нормали к поверхности сдвига на угол трения. Критические значения прочностных характеристик $\text{tg}(\rho, c$ - постоянные по длине поверхности сдвига. Равнодействующая всех активных сил, приложенных к призме обрушения - (7, угол её наклона к вертикали - $S \cdot$ Плечо равнодействующей активных сил относительно центра O - a . Радиус поверхности сдвига - r , половина центрального угла - α , угол наклона хорды к поверхности сдвига - γ . Координата поверхности сдвига - s , и угол её наклона - α . Пределы интегрирования функций - по всей длине поверхности сдвига, в направлении возрастания a . Для упрощения интегрирования целесообразно произвести замену переменной $a_i = a - \gamma$ и использовать симмет-

рию функций.

В уравнения (4), (6) составленной таким образом системы не входит параметр p_0 , поскольку определенные интегралы от нечетных функций Z^7 , и $F^{\wedge} \cos(\alpha - 1//)$ в силу симметрии равны нулю. В уравнение (5) не входит параметр p_0 , поскольку равен нулю по той же причине интеграл от нечетной функции $F_Q \sin(\alpha - 1//)$.

Для расчета устойчивости откоса параметр p_i определять не нужно и можно не задаваться формой нечетного слагаемого эпюры напряжений. Исключая из системы (4). (6) также параметр p_0 и выполняя интегрирование, получим в результате уравнение, из которого можно определить (подбором) критические значения прочностных характеристик грунта, удовлетворяющие пропорции (2), и искомый коэффициент устойчивости откоса:

$$\int_0^a \frac{1}{r} \sin \alpha p \cos(\gamma - \alpha p + \delta) - 2c_2(\alpha - // \sin \alpha \sin^2 \alpha p) = 0, \quad (7)$$

где $\int_0^a j \cdot F_0(\alpha, \gamma) \cos$ коэффициент формы четного слагаемого эпюры напряжений.

Уравнение (7) отличается от полученных ранее уравнений, в которых используется коэффициент формы всей эпюры напряжений.

Для удобства подбора значе-

ний характеристик данное уравнение может быть решено относительно характеристики c .

Форму четного слагаемого эпюры напряжений правильнее всего выбрать в виде плавной выпуклой кривой с нулевыми ординатами по концам. Если принять, например, для четного слагаемого форму косинусоиды $L > = c \cdot s \sim \frac{\gamma a}{1 \cos}$, то ее коэффи-

коэффициент будет равен $\frac{M^2 \gamma}{\cos(\alpha)}$. Для параболической формы примет иное, но очень близкое значение, и вообще их обоим выражение $\frac{1}{1 + 0,1 \gamma}$. Таким образом, в рамках принятой гипотезы оценка устойчивости выполняется вполне строго.

Если представляет интерес

$$G \sin(\gamma - \alpha + \beta) + 2\gamma \sin \alpha \cos \beta = 0 \quad (8)$$

где $\gamma = J^2 W \sin \alpha \cdot r / \sigma$, если нечетную функцию предположить в виде синусоиды $F = -\sin \alpha$ то коэффициент при γ будет равен $\sin \alpha$. Если же выбрать функцию в виде многочлена третьей сте-

эпюра распределения компонента реактивных напряжений в предельном состоянии, то параметр p_0 после определения $\tan \alpha$, c может быть найден по любой из зависимостей (4), (6). А для определения нечетного слагаемого эпюры напряжений может быть использовано уравнение (5), из которого после интегрирования получим:

пени, то коэффициент этот будет иметь иной вид, но величина его изменится мало.

Из уравнения (7) может быть получено, как частный случай ($\alpha = 0, \beta = 0$), уравнение для плоского сдвига

$$G \sin(\alpha + \beta) = \tan \alpha - G \cos(\alpha + \beta) + c - s \quad (9)$$

Сравнение результатов оценки устойчивости откосов по разным методам

Для сопоставления разных методов оценки устойчивости откосов по точности результатов и трудоемкости вычислений было произведено определение критических значений прочностных характеристик для крутого откоса, наклоненного к горизонту под углом 60° и ограниченного сверху горизонтальной плоскостью. Поверхность сдвига принималась круглоцилиндрической с центральным углом $2\alpha = 90^\circ$, заключенным между вертикальным и гори-

зонтальным радиусами, причем последний совмещался с плоскостью, ограничивающей откос сверху. Одна из прочностных характеристик грунта принималась постоянной $\tan \alpha = 0,5$; другая характеристика подлежала определению.

Оценка устойчивости откоса по методу $\alpha = 0$ с расчлененной призмой обрушения [3] дала результаты, практически совпадающие с расчетом по методу Тейлора в изложенной выше уточненной редакции.

Этим подтверждается тезис, что основным для получения правильных результатов при оценке устойчивости откосов является соблюдение условий равновесия.

Расчет по методу Терцаги дает отклонение в коэффициенте устойчивости от метода Тейлора в 6% в сторону запаса. Нарушение условий равновесия в этом методе, выражающееся в том, что реакция грунта преуменьшается на величину радиального наклонного вектора, составляющего заметную долю веса призмы обрушения, может привести и к значительно большему недоучету предельных сил сопротивления. Погрешность метода растет с увеличением центрального угла поверхности сдвига и с уменьшением роли прочностной характеристики c .

Метод Крея дает малую погрешность по сравнению с методом Тейлора, хотя в нем нарушаются условия равновесия. Однако в этом методе реакция грунта преувеличивается на величину радиального горизонтального вектора, близкого к направлению, на которое проектировались силы в уравнении (15), а силы, приложенные в этом направлении, не влияют на устойчивость откоса, а сказываются только на величине антисимметричного слагаемого реакции грунта по поверхности сдвига.

Оценка устойчивости по методам горизонтальных сил взаимодействия Чугаева и Шахунянца (для пре-

дельного состояния их уравнения совпадают) дает отклонение от метода Тейлора в коэффициенте устойчивости в 5% в сторону запаса. В этих методах нарушение условий равновесия заключается в том, что преуменьшается момент реакции грунта.

Приближенный метод Терцаги характеризуется наибольшей простотой среди методов, рассматривающих расчлененную призму обрушения.

Методы Тейлора и Крея, применяемые для круглоцилиндрических поверхностей сдвига, и методы горизонтальных сил Чугаева и Шахунянца, а также метод $a = 0$, пригодный для любых поверхностей, практически одинаковы по трудоемкости.

Эпюра реакции грунта по поверхности сдвига и силы взаимодействия между элементами призмы обрушения могут быть найдены только на основе методов Тейлора и $a = 0$ • удовлетворяющих условиям равновесия.

Возможность определения предельного напряженного состояния по поверхности сдвига и внутренних усилий в призме обрушения имеет большое значение; оно позволяет контролировать правильность исходных гипотез метода. Так, например, при значительной величине параметра c прочности грунта по поверхности сдвига в расчете могут появиться растягивающие усилия в верхней части призмы обрушения - В

таком случае нужно пересмотреть исходные гипотезы, например, ограничить величину c в верхней части поверхности сдвига. В методе $a = 0$ [3] эта операция сводится лишь к

тому, что в интегрировании уравнения (13) распространяется не на всю длину поверхности сдвига и начинается там, где подинтегральная функция перестает быть отрицательной.

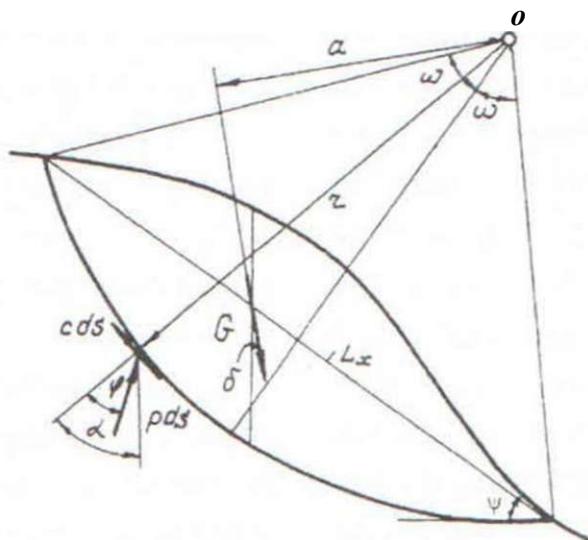


Рис. I
Рисунок I

ВЫВОДЫ

1. Основное достоинство методов, рассматривающих монолитную призму обрушения, их статическая обоснованность с учетом допущений принятых в отношении коэффициента λ .

2. Однако эти методы не применимы при произвольных поверх-

ностях сдвига, в неоднородных грунтах, не учитывают распределение активных сил по призме обрушения.

3. Удовлетворяющие условиям равновесия метод $a = 0$ и Тейлора в уточненной редакции дают практически одинаковый вариант.

ЛИТЕРАТУРА

1. Caquot M. Mflthode exacte pour le calcul de la rupture d'un massif par glissement cylindrique. Annates des ponts et chaussées № 3, 1954.

2. Чугаев Р. Р. Земляные гидротехнические сооружения, Л: "Энергия", 1967.

3. Можевитинов А. Л. Шинтемиров А. М. Оценка устойчивости откосов с расчлененной призмой обрушения // Наука и техника Казахстана.-Научный журнал ПГУ им. С. Торайгырова, №2. Павлодар. 2002.

УДК 691.4. - 033.76.004.14. (574.25)

МЕСТОРОЖДЕНИЕ БЕЛОЖГУЩИХСЯ ГЛИН В ПАВЛОДАРСКОЙ ОБЛАСТИ И ЕГО ПЕРСПЕКТИВЫ

М.К. Кудерин, Г.А. Лотов

*Павлодарский государственный университет
им. С. Торайгырова*

Осы жумыста Павлодар облысының кеч орындарынды алынған оңқа шозімді ақ сазды әнеркәсіптік өндірісте пайдалану және талдау нәтижелері қарастырылған. Оның химиялық, минералогиялық құрамы және керамикалық қасиеттері келтірілген.

В работе рассмотрены результаты анализа и перспективы использования в промышленном производстве беложгущихся огнеупорных глин месторождений Павлодарской области. Приведены химический, минералогический состав и керамические свойства.

An the given work the analyses results and perspectives of using in industrial production of whiteburning fireproof clays of Pavlodar region formations are considered. chemical, mineralogical composition and ceramic properties are given.

В 1984 году в десяти км. от районного центра Коктобе. Павлодарской области было выявлено месторождение глин, известные, как Свхановские, Агит. Кемертуз. Елюбай и другие.

По терминологии геологов это «широкое площадное развитие более 96 км² - каолиновых глин, светлых окрасок, залегающих пластами от одного до десяти метров».

По результатам лабораторно-

технологических испытаний НИИ Москвы. Ленинграда, Акмолы и авторами. по заказу ЗАО «Концерн-Сервис». по своему составу и качеству. эти глины соответствуют добываемых на известных крупнейших месторождениях.

В 1992 году специалистами министерства геологии республики, институтом Карагандагипрошахт, центром Казгеология, начаты работы по детальной разведке месторож-

дения.

В настоящее время к идее добычи глин вернулись в основном из-за потребности в огнеупорных и строительных материалах. В свое время только наш тракторный завод ежемесячно использовал 300 тонн глины, она же нужна и ферросплавному заводу и ряду других предприятий. Кроме того, рядом огромный рынок - металлургические комбинаты России. И Сухановское месторождение беложгущихся глин такое сырье имеет. Огнеупоры из глин этого месторождения выдерживают температуру более чем 1500⁰ С.

По свойствам изучаемых глин пришли к выводу о возможности их использования в следующих производствах:

- огнеупорном, т.е. в производ-

стве шамотных огнеупорных материалов (кирпича, марок ША, ЛПАК (ГОСТ 390-96), шамотных огнеупорных мертелей марок МШ-28, МШ-36 (ГОСТ6137-80);

- лицевого строительного кирпича;

- кислотоупорных изделий;

- технической керамики общего назначения (капсели и каркасные огнеупорные детали);

- в качестве катализаторов и носителей катализаторов для повышения октанового числа бензино-лигроиновой фракции и т.п., при производстве соответствующих углеводородных масс.

Общая характеристика изучаемых глин.

По химическому составу глина относится к основным.

Таблица I

ский состав

SiO_2	Fe_2O_3	Al_2O_3	CaO	MgO	770_2	$K_2O + Na_2O$	п.п.п.	Огнеупорность, °С
48,6- -50,7	0,85- -1,55	32,0- -34,6	0,15 -0,7	0,17- -0,49	1,00- -1,65	0,5- 0,8	12,4- -13,5	Более 1730

Минералогический состав

Основной составляющей глины является каолинит и близкие к нему минералы группы каолинита с общей формулой:



Очень мало примесей кварца и слюды (до 5%).

Таблица 2

Гранулометрический состав глины

Содержание в %	Размер фракции в мм			
	>0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001
От	0,1	3,7	10,6	22,4
До	3,7	10,6	22,4	63,3

т.е. глина относится к высокодисперсным: содержание частиц менее 10 мкм - более 85% (96.3%);

содержание частиц менее 1 мкм - более 60% (63,3%).

Таблица 3

Керамические свойства

Число пластичности	Температура обжига. °С	Линейная усадка, %	Водопоглощение, %	Пористость, %	Кажущаяся плотность, г/см ³
13,0	1000	6,8	17,7	30,1	1,8
	1100	11,9	17,0	30,0	1,8
	1200	14,2	7,6	16,8	2,23
	1250	18,0	2,0	5,5	2,6
	1300	20,7	U	2,7	2,65
	1400	22,2	1,5	3,6	2,39

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 21286-75. Каолин, обобщённый для керамических изделий.

2. ГОСТ 530-95. Кирпич и камни керамические.

3. Геология СССР. Централь-

ный Казахстан том XX. Издательство недр. Москва, 1972

4. Саарыгин В.С. Мойское месторождение огнеупорных глин. Новосибирск 1955г. Фонд ЦКПГО.

УДК 728.05:699.86

ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОМФОРТНЫХ УСЛОВИЙ В ПОМЕЩЕНИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ УТЕПЛИТЕЛЕЙ

П.В. Корниенко, А.Е. Рахмуханов

Павлодарский государственный университет
им. С. Торайгырова

Ғимарандың макроклиматы жылы. вентиляция, ауа ылғалдылығын ішартқа сәйкестендіру арқылы ауа температурасының ылғалдылықтың ауа қозғалысының жылдамдығының көрсеткіштерінің сәйкестігіне байланысты болады. Құрылымдардың жылы қарсыластығының есептеу нәтижелері таблицанда көрсетілген жоғары нәтижелі жылылықты өткізбейтін материалдарды пайдалану қажеттілігін көрсетеді. Жылылықты өткізбейтін материалдарды өндіру принципі бейнеленген (шихта құрамының есебін қосқанда).

Микроклимат помещения зависит от сочетания показателей температуры, влажности, скорости движения воздуха, которые поддерживаются отоплением, вентиляцией, кондиционированием. Результаты расчётов теплопроводящий конструкций указывают на необходимость использования высокоэффективных теплоизоляционных материалов, которые приведены в таблицах. Описан принцип получения утеплителей (включая расчёт состава шихты).

Room s mikroklimat depends on combination of temperature, moisture and air movement speed indexes which are supported by heating, ventilation and condensation. The results of protected constructions heat resistance calculation indicate to necessary using of highly effective heat isolating materials which are presented in tables. The receiving principle of heater is discribed (including the calculation of blend structure).

Комфортное состояние человека во многом зависит от микроклимата помещения, под которым понимается совокупность теплового, воз-

душного и влажностного режимов и их взаимосвязь. Основные требования к микроклимату - это поддержание благоприятных условий для лю-

дей находящихся в помещении.

В организме человека в процессе обмена веществ освобождается энергия в виде тепла. Эта теплота путём конвекции, излучения, теплопроводности и испарения передаётся в окружающую среду. Интенсивность этих явлений зависит от параметров помещения: температуры внутреннего воздуха (t_e) и радиационной температуры (t^{\wedge}), скорости движения (подвижности) и относительной влажности воздуха (ρ_a). Сочетание этих параметров, при которых в организме человека не возникает напряжённого состояния в его системе терморегуляции, называется комфортным или оптимальным. Существует два условия комфортности. Первое условие комфортности температурной обстановки определяет такое сочетание t_H и t_R при которых, человек находясь в центре рабочей зоны не испытывает ни перегрева, ни переохлаждения. Второе условие комфортности это допустимые температуры нагретых и охлаждённых поверхностей при нахождении человека в непосредственной близости от них. [1]

Немаловажное значение для решения вопросов комфортности приобретает умение проектировать ограждающие конструкции наружных стен, покрытия, перекрытий, перегородок др. конструкций новых и реконструируемых зданий и сооружений различного назначения.

Для сокращения тепловых по-

терь в зимний период и поступления тепла в летний период при проектировании сооружений следует, наряду с объёмно-планировочным решением (наименьшая площадь ограждающих конструкций), предусматривать солнцезащиту световых проёмов (с учётом нормативных величин теплопропускания), площадь световых проёмов (в соответствии с нормированными значениями естественной освещённости), рационально применять эффективные теплоизоляционные материалы и уплотнение притворов и фальцев (в заполняемых проёмах) и швов в наружных стенах и покрытиях. [2]

В данной работе большее внимание уделено теплосопrotивлению конструкций и материалу, который способствует увеличению этого показателя.

Если предположить, что ограждающая конструкция плоская, а установившийся поток тепла проходит перпендикулярно к её поверхности, то его количество (Q) может быть определено согласно закона Фурье [3]

$$Q = \frac{m_{\theta} - m_{\theta_1}}{R} \cdot F \cdot z \quad (O)$$

где m_{θ} , m_{θ_1} - температуры соответственно тёплой и холодной поверхности ограждения, R - коэффициент теплопроводности материала; S, F — соответственно толщина и площадь ограждения; z - время передачи тепла, ч (с).

Теплофизический расчёт ог-

раждающих конструкций помещения сводится к определению теплозащитных показателей; поэтому если в формуле (1) отношение заменить обратной величиной мы получим термическое сопротивление (R) однородного ограждения или одного слоя многослойной конструкции.

Термическое сопротивление слоистой конструкции будет равно

$$R = \frac{1}{\alpha} + \frac{b_1}{\lambda_1} + \dots + \frac{b_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\beta}, \quad (2)$$

где b_1, \dots, b_n — толщина отдельных слоев, м; $\lambda_1, \dots, \lambda_n$ — коэффициенты теплопроводности материалов слоев. На рис.1 приведено общеприня-

$$R_{\text{общ}} = \frac{1}{\alpha} + \frac{b_1}{\lambda_1} + \dots + \frac{b_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\beta} \quad \text{°C} \cdot \text{м}^2 / \text{Вт} \quad (3)$$

Учитывая повышенные требования к ограждающим конструкциям по теплосопrotивлению, вопрос этот целесообразно решать с использованием высокоэффективных теплоизоляционных материалов, которые предлагаются в настоящее время.

Теплоизоляционные материалы и изделия обладают высокой пористостью и низкой теплопроводностью. Они предназначены для тепловой защиты зданий, сооружений, а также изоляции различных тепловых установок во избежание потерь тепла. Предусматриваемое увеличение теплового сопротивления ог-

раждающих конструкций ограждающей конструкции.

При передаче тепла через ограждающую конструкцию происходит падение температуры от t_n до t_R и перепад $t_R - t_n$ состоит из трёх частных перепадов $\Delta t_1, \Delta t_2, \Delta t_3$, каждый из них вызван конкретным сопротивлением переносу тепла соответственно:

сопротивлением тепловосприимчивости ($R_{\text{вн}}$), термическим сопротивлением конструкции (R), сопротивлением теплоотдаче ($R_{\text{вн}}$).

Общее сопротивление ограждающей конструкции теплопередаче ($R_{\text{общ}}$) может быть выражено:

раждающих конструкций в среднем в 1,5 раза возможно при использовании эффективных теплоизоляционных материалов.

Состоявшийся 24-25 мая, 2001 года в Астане 1-ый Казахстанский Международный Форум по Новым Технологиям показал, что многие фирмы придают огромное значение производству таких теплоизоляционных материалов.

Компания «ISOVER» предлагает для Казахстана продукцию с финских заводов, которые производят стекловолокно с 1941 г. Накопленный опыт этих предприятий, позволяет производить стекловату с Я

в интервале $0,33...0,41$ $Bm / (м - K)$ (слой ваты 5 см заменяет кладку в 2 кирпича), при правильном монтаже не проседает, не сыпется,

все тепловые и акустические характеристики сохраняются на весь период службы, полная химическая инертность [5].

Распределение температур в однородной ограждающей конструкции при постоянном тепловом потоке

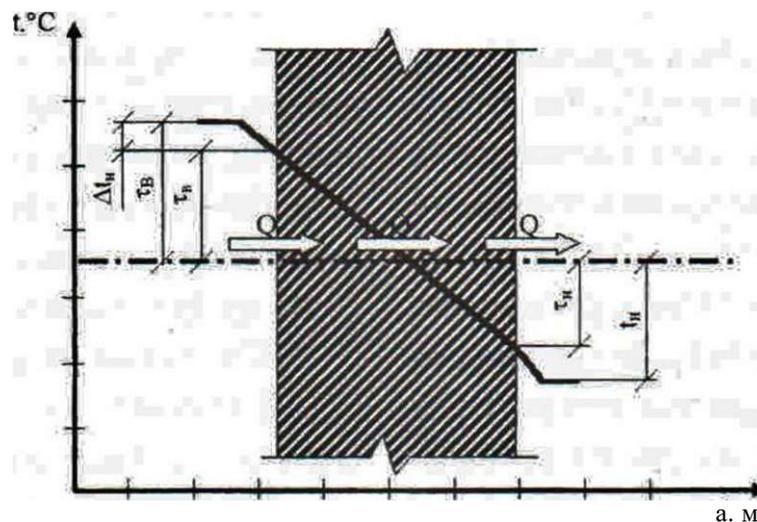


Рисунок 1

Компания «РЕИЗ», основанная в 1991 году г. Алматы, предлагает новейшую, внедряемую разработку - теплоизоляционный материал - «Эковата»- который на западе применяется более 80-ти лет.

«Эковату» отличает от известных теплоизоляционных материалов, быстрота и лёгкость использования, отсутствие стыков, швов и усадки при монтаже, самая высокая пожаростойкость среди теплоизоляционных материалов, невысокая цена, коэффициент теплопроводности «Эковаты»- $0,041 Bm / (м-K)$. При утеплении «Эковатой» расход тепла снижается в 3...4 раза, (3,7 см тол-

щины этого материала заменяет толщину стены в 2 кирпича). Объёмная плотность (сухой) - $30 кг/м^3$, усадка 20% от планируемой толщины, нанесение может быть сухим и влажным. [6]

Сравнительные данные использования «Эковаты» приведены в табл.1, в которой расчёты приведены к постоянному термическому сопротивлению $R = 0,9 м^2 \cdot \text{°C} / Bm \cdot$

Следует отметить «Эковата» является органическим вариантом теплоизоляции состоящим из: целлюлозного волокна - 81% (чистая макулатурная бумага) и 19% - нелетучих, безопасных для здоровья ан-

типиренов и антисептиков (бура и борная кислота).

В настоящее время широко известна акционерная компания строительной индустрии «АКСИ» благодаря своему мощному производственному комплексу по выпуску высокоэффективного утеплителя из минеральной ваты.

Номенклатура теплоизоляционных материалов «АКСИ» выпускаемых в России представлена тремя группами изделий: плиты минераловатные повышенной жесткости; плиты полужесткие и маты прошивные из минеральной ваты. Вся продукция соответствует требованиям российских стандартов и сертифицирована. Минеральная вата получается при плавлении доменного шлака при температуре 450 °С и из расплава преобразуется в волокна диаметром 4-6 микрон, которые осаждаются в виде непрерывного минераловатного ковра.

Теплоизоляцию повышенной

жесткости производят мокрым формованием гидромассы, состоящей из минваты, связующего компонента и водоотталкивающих добавок.

Полужесткую изоляцию производят путём впрыскивания расчётного количества связующего в зону осаждения.

Отличительные особенности этих утеплителей: высокие теплоизоляционные свойства, огнестойчивость, водоотталкивающие свойства, прочность и упругость, звукопоглощение, долговечность, не гниёт, не требует защиты от грызунов.

Согласно изменению № 3 СНиП 11-3-79*, ограждающие конструкции должны иметь приведенное сопротивление теплопередачи $R = 3,2 \text{ M}^2 \text{ c/Wm}$. Разумно решить эту задачу можно только применяя многослойные конструкции, где в качестве одной из слоев применён эффективный утеплитель.

Эффективность утеплителя можно проследить по табл.2

Таблица 2

Сравнительные данные материалов

Вид материала	Утеплитель «АКСИ»	Сосна	Шлак	Кирпич щелевой
1. Коэффициент теплопроводности <i>Л. Вт/(м·°С)</i>	0,044	0,14	0.18	0.52
2. Толщина изоляционного слоя в М, при $R_0=3.5 \cdot \text{M} \cdot \text{°C}/\text{fi}$	0,14	0,49	0,63	1.82

Характеристика номенклатуры изделий компании «Акси» по основным показателям приведена в табл.3 [7].

Таблица 3

Основные показатели свойств изделий

Показатели свойств	Плиты минватные на карбидном связующем		Маты прошивные теплоизоляционные из минваты (ГОСТ 21880-94)
	Повышенной жёсткости (ТУ 67-16-207-93)	Полужёсткие (ГОСТ9573-96)	
1	2	3	4
1.Плотность, кг/ м ³	173...250	75...200	До 110
2.Теплопроводность при +25 "С; +5"С; не более	0,044	0.038	0,038
3.Сжимаемость, % не более		10	<i>j</i>
4.Уиругость,% не менее			95
5.Содержание органических веществ, % не более	7...9	2,5...4.0	1
6.Влажность,% не более	1,0	1,0	1,0
7.Прочность на сжатие при 10%-ной деформации не менее, МПа	0,1		
8.Водопоглощение,% по массе	10...20	-	-
9.Размер, мм	1000x500x50	1000x500x60... ...200	2000x1000x60...80
Ю.Температура применения в зависимости от обкладки, °С -без обкладки -на стеклоткани (металл осетка, стеклосетка) -на бумаге		До 400	700 700 700 450 60
11.Противопожарные свойства: -горючесть	Трудногораемые	несгораемые	несгораемые

Учитывая возможность поставки других типоразмеров фирма рекомендует широкую область применения изделий указанных в табл. 3. Это тепловая изоляция кровли зданий с непосредственным нанесением покрывного материала на утеплитель без дополнительной цементной стяжки, изоляция ограждающих конструкций в промышленном строительстве, наружная тепловая изоляция зданий с оштукатуриванием или устройством защитно-покрывного слоя; тепловая изоляция в деревянном строительстве во всех ограждающих конструкциях зданий, в качестве среднего слоя в кирпичных стенах, звуковая и тепловая изоляция межэтажных перекрытий и внутренних перегородок, огнестойкая защита воздуховодов и конструкций, теплоизоляция холодильных камер и др. Все эти материалы экологически безопасны.

Лидером в производстве высококлассных теплоизоляционных материалов в России является немецко-российское предприятие ОАО «Флайдерер-Чудово», которое выпускает материалы «URSA» [8].

Характеристика этих материалов приведена в табл.4

Продукция марки «URSA» выпускается на оборудовании и по технологии фирмы «Флайдерер». Процесс производства многоступенчатый, практически известен давно.

и включает в себя: расчёт и подготовку шихты, её плавление, распыление на волокна с использованием центробежных сил и отверстий в чаше вращения, набрызга различных связующих и масел, формирование структуры ковра, который после полимеризации режется на заданные размеры и упаковка.

С большей наглядностью использование материала марки «URSA» можно видеть на рис. 2 и в табл. 5

Заслуживает внимания ЗАО «Минеральная вата», которое предлагает высококачественный базальтовый утеплитель концерна «Rockwool» г. Железнодорожный. Россия (качество продукции подтверждено сертификатами России и соответствует датскому качеству). Вся продукция с гидрофобизированными водоотталкивающими добавками [9].

Обобщая историю производства теплоизоляционных материалов из минерального сырья, следует отметить, например, что Павлодарская область располагает всем необходимым сырьём для получения этого высокоэффективного материала, каким является силикатное волокно. По химическому составу и областям применения эти волокна делят на стеклянные, специальные, минеральные и специальные высокотемпературные (кварцевые, каолинитовые, циркониевые и др.).

Вязкость, поверхностное натяжение и способность к кристаллизации - основные свойства силикатных расплавов, определяющих их способность к волокнуобразованию.

Как показывают данные справочника [4], расплав для получения рядовой минеральной ваты содержит оксиды в пределах, % по массе SiO_2 2-35...60; Al_2O_3 3-5...15; CaO 20...35; MgO 5...15. Каждый из этих оксидов, а также другие, которые являются попутными в исходных компонентах, оказывают существенное влияние на определённую группу свойств силикатного расплава. Так SiO_2 важнейший стеклообразователь, повышающий вязкость и интервал вязкого расплава, химическую стойкость. Слишком большое его количество повышает тугоплавкость шихты. Повышая CaO до 45% снижается водостойкость волокна. Na_2O , K_2O , Li_2O - являются плавнями, которые снижают склонность к кристаллизации, однако уменьшают водостойкость; B_2O_3 - оказывает сильное флюсующее действие, понижает поверхностное натяжение расплава и температуру верхнего предела кристаллизации, увеличивает длину волокон, повышает водостойкость, но понижает химическую устойчивость (к щелочам, кислотам). В природном техногенном сырье, используемом для изготовления минеральных волокон эти оксиды, за

исключением $R \rightarrow O$, отсутствуют.

Сырьём для получения волокон служит боросиликатный расплав с высоким содержанием кремнезёма (более 65%). Основные компоненты шихты: кварцевый песок, известняк, кальцинированная сода и борная кислота. Al_2O_3 - в шихту вводят с добавлением нефелинового или полевошпатного концентрата или каолина. Используя другие природные и техногенные материалы необходимо производить соответствующую корректировку шихты. Многокомпонентную шихту обычно рассчитывают методом составления и решения систем уравнений исходя из химического состава каждого компонента и требуемого химического состава стекланной ваты (% каждого оксида). Для плавления шихты используют стекловаренные ванны или электрические печи.

Наиболее распространённым сырьевым материалом для производства минеральной ваты являются доменные шлаки. Большинство кислых ваграночных шлаков легкоплавки и пригодны для получения ваты из однокомпонентной шихты, но их применение ограничено в связи с непостоянным химическим составом, значительным содержанием металла, поэтому кислые металлургические шлаки применяют для подкисления доменных.

Для производства минеральной ваты используют (кислые и основные) местные легкоплавкие от-

ходы производств (пыль цементных и керамзитовых печей, горелые породы, бой глиняного кирпича и т. д.), но в чистом виде эти материалы малопригодны для производства ваты. Их применяют в качестве составных (элементов) многокомпонентных шихт (при ванном способе плавления), либо подкислителей при плавлении доменных шлаков в вагранках.

Техногенные материалы отличаются большим разбросом химического состава в зависимости от месторождения минерального сырья основного производства. В связи с этим для получения качественной ваты, целесообразно использовать изверженные горные породы (базальты, диабазы, габбро и др.), метаморфические (амфиболиты) и осадочные породы (мергель, глины, из-

вестняки, окремнённые доломиты, мел). Применение природного сырья требует тщательного подбора химического состава компонентов шихты. Пригодность состава шихты определяют по трём важнейшим показателям: модуль кислотности (L/A), отношение суммы кислых окислов к сумме основных: модуль вязкости (L/B), отвечающему соотношению мольных долей оксидов (кислых к основным); и показателю водостойкости (P_B), отвечающему значению pH раствора, полученного при растворении измельчённой минеральной ваты в разбавленном растворе HCl -

Для каждого из этих показателей, согласно действующих стандартов, существуют ограничения связанные с качеством получаемой минеральной ваты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тихомиров К.В., Сергеенко Э.С. Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция М., 1991.

2. СНиП II-3-79*. Нормы проектирования. Строительная теплотехника М., 1986.

3. Архитектура гражданских и промышленных зданий, том II, Основы проектирования М., Стройиздат, 1976.

4. Строительные материалы. Справочник/ подред. А.С.Болдырёва, П.П. Золотова. М., Стройиздат, 1989.

5. 1-ый Казахстанский Меж-

дународный Форум по Новым Технологиям. Астана, 2001, 24-25 мая.

6. Эковата- экологически чистый натуральный утеплитель. Проспект ТОО «ЭкоТИМ». Алматы, 2001.

7. Теплоизоляционные материалы компании АКСИ. Проспект. Астана, 2001.

8. Теплоизоляционные изделия из стекловолокна. ОАО «Флайдерер-Чудово», проспект, 2001.

9. ЗАО «Минеральная Вата», каталогпродукции «ROCKWOOL». Проспект, Астана, 2001.

Таблица 1 Сравнительные данные по плотности и толщине слоя применяемых теплоизоляционных материалов, при постоянном термическом сопротивлении

Материал	Плотность, $кг/м^3$	Расчётный коэффициент теплопроводности, $Вт/м \cdot К$	Толщина слоя, мм
1. Кладка из глиняного кирпича (250x120x65) на цементном растворе (ГОСТ 530-80)	1800	0,56	510,00
2. ЭКОВАТА	30	0,041	37,34
3. Маты минеральные на синтетическом связующем	125	0,056	51,00
	75	0,052	47,36
4. Стекловата	50	0,056	51,00
5. Пенополистирол (ТУ 6-05-11-78-78)	150	0,050	45,54
	100	0,041	37,34
6. Пенополиуретан (ТУ В-56-70, ТУ 67-87-79)	60	0,035	31,88
	40	0,029	26,41
7. Гравий керамзитовый	300	0,108	98,36
	200	0,099	90,16
8. Стекловата «URSA», маты М-15 маты М-17 плиты П-15 плиты П-17	14-16	0,046	41,89
	16-21	0,044	40,07
	13-16	0,046	41,89
	16-18	0,044	40,07
9. МННВаТа «ISOVER»		0,041	37,34

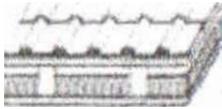
Таблица 5 Наиболее распространенные марки и применение теплоизоляции URSA®

Область применения	Марки изделия по ТУ 5763-002-00287697-97								
	М-11	М-15 М-17	М-25	П-15 П-17	П-20 П-30	П-35 П-45	П-60	П-75	П-85
1. Для изоляции скатных крыш		●	●	●					
2. Для изоляции внутренних перегородок и каркасных панелей		●	●	●					
3. Для изоляции наружных стен					●	●	●	●	●
4. Для изоляции межэтажных перекрытий	●	●		●					
5. Для изоляции потолков, подвалов	○	●		●					
6. Звукоизоляция от ударного шума								●	
7. Для изоляции трубопроводов			○						
8. Для изоляция резервуаров			○	●		●	●		
9. Для изоляции вентиляционных каналов		●	●						

Изделия URSA могут быть покрыты крафт-бумагой, стеклохолстом, алюминиевой фольгой, а также обработаны специальным водоотталкивающим составом.

○ - область применения.

Крыша



Изоляция между стропилами

Перекрытие



Изоляция между балками

Стена

Изоляция снаружи

Внутренняя перегородка



Изоляция пространства
каркаса

Подвал



Изоляция потолка

Трубопроводы
и оборудование

C3D

Изоляция трубопроводов

Рисунок 2

УДК 621.3(084.2)

w fl

I

НЕЛИНЕЙНЫЕ РЕЖИМЫ ВИБРОЗАЩИТНЫХ УСТРОЙСТВ С ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ПОДВЕСОМ

Р.М. Мустафина, Г.М. Мустафина

Павлодарский государственный университет / ^
им. С. Торайгырова

Мақалада қысым реттеуішінің ішын мәніндегі сипаттамасын есепке ала отырып үйлесімдік линеаризация әдісін пайдалану барысындағы электромагниттік іліңгіітермен сызықтың емес белсенді дірілдеуден қорғаныс құралдарына талдау жасалған. Дірілдеуден қорғаныс жүйесінің кері байланыс тізбегінің баламалық коэффициенті анықталған, құрылғының орнықты жұмыс салалары анықталған. Сызықтық емес буынды енгізу жұмыстың орнықты салаларын кеңітетіндігі анықталған; сызықтық емес дірілдеуден қорғаныс құрылғысы сызықты құрылғысымен салыстырғанда үлкен орнықтылық қорымен анықталады.

В статье проведен анализ нелинейных активных виброзащитных устройств с электромагнитным подвесом при использовании метода гармонической линеаризации с учетом реальных характеристик регуляторов напряжения. Определены эквивалентные коэффициенты усиления цепи обратной связи системы виброзащиты, определены области устойчивой работы устройства. Установлено, что введение нелинейного звена расширяет область устойчивой работы; нелинейное виброзащитное устройство обладает по сравнению с линейным большим запасом устойчивости.

The article deals with analysis of non-linear active vibro-protective devices with an electromagnetic suspension in harmonious linearization methods usage accounting real characteristics of voltage regulators. The equivalent coefficients of amplification of vibro-protective systems feed back circuit and fields of devices stable work are pointed out in this article. It is shown that the introduction of non-linear section increases the field of steady work and a non-linear vibro-protective device in comparison with linear one possesses more stability margin.

Применение в активных виброзащитных устройствах упругих сил электромагнитного подвеса позволяет получить виброзащитные системы с высокими техническими характеристиками. Эти устройства нелинейны, поскольку нелинейны силовые характеристики электромагнитов и характеристики системы стабилизации электромагнитного подвеса. Анализ нелинейных режимов работы активных виброзащитных устройств с одномассовым электромагнитным подвесом (рисунок 1) проведен с учетом реальных характеристик регуляторов

напряжения. Защищаемый от вибраций объект массы m подвешен в поле электромагнита ЭМ, установленного на основании, совершающем колебания $y(t)$. Колебания (отклонения) подвешиваемого тела вдоль оси электромагнита - $x(t)$, абсолютная координата, определяющая положение объекта массы m относительно земли. Напряжение и ток электромагнита в положении статического равновесия подвешиваемого тела - U_0, I_0 ; переменные составляющие напряжения и тока электромагнита - $u(t), i(t)$; S - воздушный зазор (рисунок 1).

Виброзащитное устройство с электромагнитным подвесом

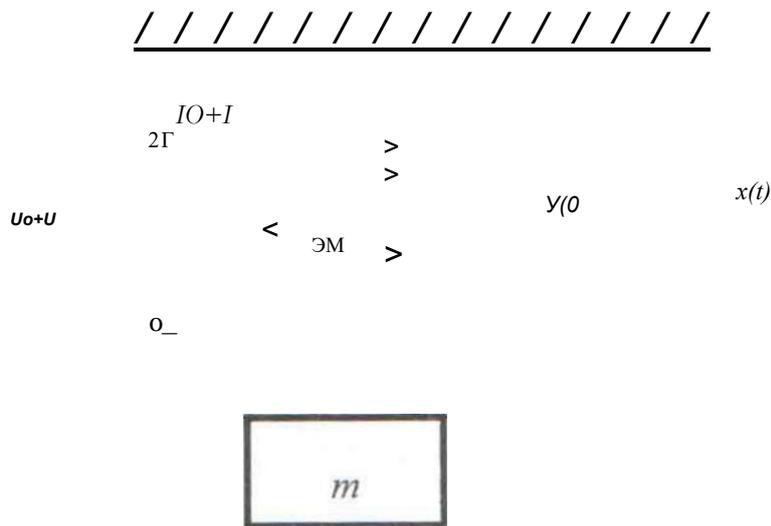


Рисунок 1

Выбор параметров активного виброзащитного устройства должен осуществляться таким образом, чтобы обеспечить эффективное гашение колебаний в заданной полосе частот внешних возмущений и достаточный запас устойчивости.

Выполнение условия обеспечения запаса устойчивости возможно при увеличении общего коэффициента усиления, однако, при этом напряжение на преобразователе, формирующем напряжение питания электромагнита, достигает уровня на-

сыщения (рисунок 2), то есть виброзащитное устройство является существенно нелинейным. На рисунке 2 и $u_{упр}$ - напряжение обратной связи, управляющее напряжение на входе нелинейного элемента; и - напряжение на выходе преобразователя.

Проведем анализ работы активного виброзащитного устройства с учетом того, что преобразователь формирующего напряжения имеет нелинейную характеристику, определим влияние нелинейности в обратной связи на характеристики исследуемого устройства. Для устройства виброзащиты с одномассовым электромагнитным подвесом

управляющее напряжение формируется следующим образом:

$$u = ad + PS',$$

где a, P - коэффициенты цепи управления по изменению воздушного зазора S и его скорости.

При исследовании нелинейного активного виброзащитного устройства используем метод гармонической линеаризации, применяемый при анализе режимов работы систем, на которые действуют гармонические воздействия. На входе исследуемого объекта гармонический сигнал

$$u_{упр} = A \sin \omega t. \quad (1)$$

Характеристика регулятора напряжения

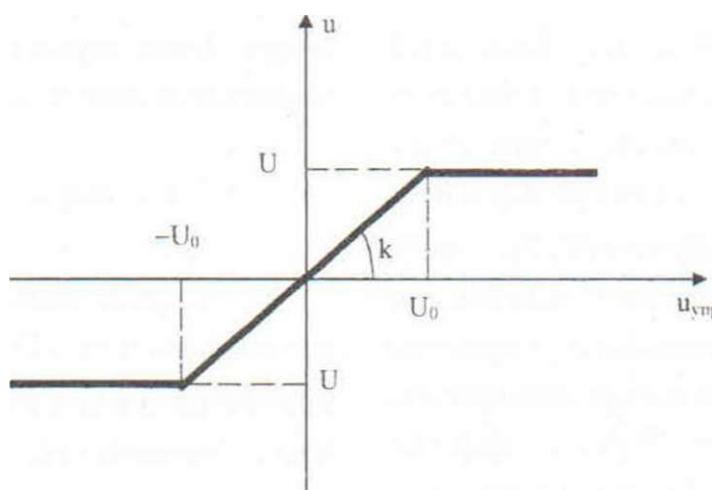


Рисунок 2

Вследствие того, что электромагнит обладает фильтрующими свойствами, то учитываем только первую гармонику нелинейного напряжения на выходе преобразователя

напряжения, и по методу гармонической линеаризации заменяем характеристику с насыщением соотношением

$$u = q(A) u_{упр}$$

Коэффициенты $q(A)$ гармонической линеаризации для рас-

сматриваемой нелинейности имеют вид [1]

$$q(A) = k \text{ при } -U_0 < A < U_0, \quad (2)$$

$$q(A) = \frac{2k}{A} \arcsin \frac{U_0 + U_0}{A} \sqrt{1 - \frac{U_0^2}{A^2}} \text{ при } A > U_0, \quad (3)$$

то есть в зоне насыщения преобразователь заменяется линейным звеном с коэффициентом усиления $q(A)$, величина которого уменьшается с ростом амплитуды.

коэффициент q , зависящий от амплитуды A , в области насыщения, то есть возникает необходимость исследования влияния нелинейной обратной связи на виброзащитные свойства электромагнитного подвеса [2].

Из анализа выражений (2), (3) следует, что нелинейность в цепи обратной связи приводит к тому, что уменьшается эквивалентный коэф-

фициент q , зависящий от амплитуды A , в области насыщения, то есть возникает необходимость исследования влияния нелинейной обратной связи на виброзащитные свойства электромагнитного подвеса [2].

$$\begin{aligned} U(s) &= (R + sL)I(s) - aA(s)S, \\ F(s) &= aI(s) - bA(s) \end{aligned} \quad (4)$$

Линеаризованные уравнения обмотки электромагнита и его силы тяги в операторной форме имеют вид

где R - сопротивление обмотки электромагнита; L - индуктивность, соответствующая точке равновесия тела массы m , подвешиваемого в поле электромагнита; $a = 2k_{\text{ТТ}}$ - коэффициент; K - константа, определяемая из условия статического равновесия; Δ - воздушный зазор в положении статического равновесия; $h = 2k_{\text{ТТ}} i_0$ - коэффициент; a и b - коэффициенты линеаризации уравнений в окрестностях точки установившегося режима.

По методу гармонической линеаризации характеристика рис. 2 заменяется следующим выражением:

$$a(s) = q(A)u_{\text{внр}}(s) \quad (6)$$

где $q(A)$ определяется согласно выражений (2), (3). Дополняя уравнения (4-6) уравнением движения механической системы

$$mX(s)s^2 = -F(s),$$

$$u_{\text{внр}} = (a + sL)A(s). \quad (5)$$

определим передаточную функцию системы

$$W(s) = \frac{[q(A)aP + a^2 - bLb] s + q(A)aa - bR}{ml^2 s^2 + Riwr + [a/3 q(A) + a^2] s + q(A)aa - bR}$$

Характеристическое уравнение гармонически линеаризованной системы запишется в виде

$$mLbS^3 + Rrm? + [aPq(A) + a^2 - \text{БЦ}] s + q(A)aa - Rb = 0, \quad (7)$$

либо $a^3 s^3 + a_2 s^2 + \dots + a_0 = 0$.

Согласно критерию устойчивости Гурвица для систем третьего порядка должны выполняться следующие условия:

$a_3 > 0, a_2 > 0, a_1 > 0, a_0 > 0, a_2 a_1 > a_3 a_0$

то есть $\ll \frac{Rb}{aq(A)} P > \frac{\text{БЦ} \cdot a^2}{a^2 q(A)} - P > \frac{L \cdot a q(A) - aR}{Rq(A)} \cdot \quad (8)$

Так как величина коэффициента линеаризации q(A) ограничена следующими пределами:

$$0 < q < k,$$

то условия устойчивости (8) для исследуемой системы примут вид

$$a^2 \sim \frac{Rb}{ak} P > \frac{L \cdot a^2}{ak}, \quad P > \frac{\text{Ц} \cdot a - aR}{Rk} \cdot$$

Заменим s Naj<y в уравнении (7)

$$[q(A)a - a - Rb - co^2 Rn] + jco [afi - q(A) + a^2 - \text{БЦ} - \ddot{u})^2 mц] = 0, \quad (9)$$

выделив в уравнении (9) вещественную и мнимую части, получим уравнения для определения периодического решения (1) для входной величины преобразователя напряжения

$$\begin{aligned} X(A, co) &= q(A)aa - Rb - co^2 Rm = 0, \\ Y(A, co) &= (a/3 - q(A) + a^2 - \text{БЦ} - co^2 mц)co = 0. \end{aligned} \quad (10)$$

Решая систему уравнений (10), определим частоту co периодического решения через параметры системы и найдем выражение для нахождения эквивалентного коэффициента усиления q (A)

$$co = \frac{b(a - L, -RB) - a^2 a}{m(P - R - a - Ц)}, \quad q(A) = \frac{aR}{Ca - Ц - Rfl} \quad (11)$$

Подставив в выражение (11) соотношения (2), (3) получим формулу, связывающую амплитуду периодического решения A с параметрами системы

$$\frac{2k}{n} \sin \left(\frac{U_0}{A} + \frac{U_0}{A} \right) \sqrt{1 - \frac{U^2}{A^2}} = \frac{aR}{a \cdot \zeta - R\rho} \quad (12)$$

Для определения значения критического коэффициента усиления $k_{кр}$, который определяет границу устойчивости системы и область автоколебаний. в формуле (12) принимаем $A = U_0$ и получаем

$$a \cdot \frac{aR}{\zeta - R\rho}$$

то есть автоколебания возникают при $k > k_{кр}$.

Определим условие границы устойчивости линейной системы, считая в системе уравнений (10) $q(A) = k$:

$$k a \zeta - R b - c \omega^2 R m = 0,$$

$$k a / 3 + a^2 - b \zeta - c \omega^2 m L^{\wedge} = 0.$$

Откуда следует, что

$$/c = \frac{aR}{a \zeta - R\rho} \quad (13)$$

То есть $A_{г} = k$, исходя из этого граница области устойчивости определяется следующими равенствами:

$$a = \frac{Rb}{aK-} \quad P = \frac{k}{DA} - aR$$

Значение k определяется по соотношению (13) при подстановке в него граничных значений линейной системы.

Отсюда следует вывод, что при $k < k_{кр} \sim K_{Iz}$ активное виброзащитное устройство является устойчивым как в линейной части характеристики, так и в нелинейной (рисунок 2). При $k > k_{кр}$ виброзащитное устройство работает как нелинейное в ав-

токолебательном режиме с определенной амплитудой, в то время как в линейной системе при этом условии ($A > K_{IP}$) возникли бы расходящиеся колебания, то есть введение нелинейного звена расширяет область устойчивой работы устройства, нелинейное виброзащитное устройство обладает по сравнению с линейным более большим запасом устойчивости (рисунок 3).

Область устойчивой работы нелинейного ВЗУ

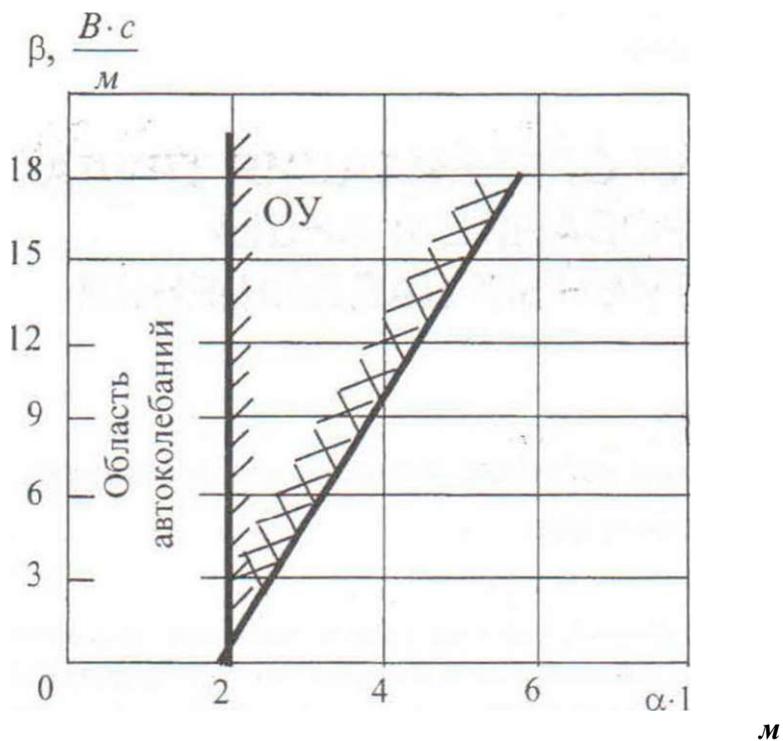


Рисунок 3

ЛИТЕРАТУРА

1. Попов Е.П. Автоматическое регулирование и управление. М.: Наука, 1966.- 388 с.

2. Коловский М.З. Автоматическое управление виброзащитными системами. М.: Наука, 1976. - 317 с.

УДК 658 + 65.015

НАУЧНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА: НОРМИРОВАНИЕ И ВИДЫ НОРМАТИВНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

С.С. Донцов

Павлодарский государственный университет
им. С. Торайгырова

Еңбекті ұйымдастырудың және нормаландырудың ғылыми негіздері анықталған. Нормативтік бақылаулардың негізгі түрлерін қолдану арқылы техникалық дәлелденген еңбек шығындары нормаларының негізгі шарттары қарастырылған.

Определены научные основы нормирования и организации труда. Рассмотрены основные условия разработки технически обоснованных норм затрат труда с применением основных видов нормативных наблюдений

Scientific bases of normalization and the organization of work are determined. The basic conditions of development of the technically substantiated norms of expenses of work with application of the basic kinds of normative supervision are considered.

Труд - целесообразная сознательная, общественно-полезная деятельность человека, в результате которой исходный материал приспособляется к человеческим потребностям и таким образом создается потребительная стоимость.

Понятие «процесс труда» включает в себя три составляющих:

1. Целесообразную, общественно-полезную деятельность человека или сам труд;
2. Предмет труда - все то, на

что направлен труд человека;

3. Средства труда - вещи, при помощи которых человек воздействует на предмет труда.

Научная организация труда (НОТ) - это организация труда, основанная на достижениях науки и передовом опыте, систематически внедряемых в производство, позволяющая наиболее эффективно соединить технику и людей в едином производственном процессе, обеспечивающая повышение производи-

тельности труда и сохранность здоровья человека.

Научные основы нормирования и организации труда можно разделить на следующие группы: социально-экономические, технико-технологические и психофизиологические.

Социально-экономические основы НОТ определяют цели, характер, содержание труда в обществе и, как следствие этого, принципиальную сущность и социально-экономическую направленность мероприятий НОТ. Социально-экономические основы НОТ составляют выводы и достижения социологии, педагогики и других общественных наук, а также экономики труда, экономики и организации производства в отраслях промышленности.

Технико-технологические основы НОТ составляют выводы и достижения технических наук, совокупность знаний и передового опыта в области применения и совершенствования орудий и предметов труда, вспомогательных технических средств и технологий производства.

Любое мероприятие НОТ должно оцениваться с точки зрения его влияния на организм человека, сохранность его здоровья, повышение жизнедеятельности и работоспособности. При решении этой задачи необходимо опираться на рекомендации и выводы наук, составляющих психофизиологические основы НОТ. К таким наукам относятся: физиоло-

гия и психология труда, изучающие изменения в физиологических и психических процессах, которые происходят в организме человека при выполнении трудовых действий в определенных производственных условиях и разрабатывающие рекомендации по обеспечению нормального функционирования организма человека в процессе труда.

При внедрении НОТ должны учитываться достижения и выводы новых научных дисциплин, тесно связанных с физиологией и психологией труда, появление которых обусловлено научно-техническим прогрессом. Это биомеханика, эргономика, инженерная психология, производственная эстетика и другие [1].

Научная система исследования затрат времени, имеющая целью проектирование норм затрат труда (производственных норм) и мероприятий по улучшению использования рабочего времени, образует дисциплину - техническое нормирование труда.

Технически обоснованные нормы затрат труда устанавливаются аналитическим методом на основе рациональной технологии производственного процесса, научной организации труда на конкретном рабочем месте и предусматривают наиболее эффективное использование средств производства и рабочего времени. Технически обоснованные нормы затрат труда должны

предусматривать прогрессивные режимы работы оборудования, рациональные приемы и методы труда, эффективную организацию и обслуживание рабочих мест, оптимальную занятость работников, а также обеспечивать высокое качество продукции, сохранение здоровья и работоспособности исполнителей трудовых процессов.

В основе методов технического нормирования лежат нормативные наблюдения за выполняющими производственный процесс рабочими, их звеньями или бригадами. Проведению нормативных наблюдений всегда должен предшествовать определенный подготовительный период.

Организационно-подготовительная работа перед проведением нормативных наблюдений включает следующие основные этапы:

1. Организация исследовательской группы;
2. Предварительное ознакомление с исследуемым процессом;
3. Установление нормали процесса;
4. Выбор объекта наблюдения и внесение необходимых уточнений в организацию процесса;
5. Выбор вида нормативного наблюдения, определение количества наблюдений и их продолжительности;
6. Расчленение процесса на элементы, установление фиксажных

точек и единиц измерения продукции каждого элемента и процесса в целом.

Получение высококачественных исходных данных для проектирования норм затрат труда во многом зависит от правильного установления нормали трудового процесса, которая является составной частью нормы и эталоном для выбора объекта нормативных наблюдений.

Нормаль процесса (совокупность важнейших факторов и условий производства) должна устанавливаться с учетом следующих требований [2]:

1. Соответствие организации труда и производства современному уровню развития техники и технологии;
2. Полное и эффективное использование средств механизации и автоматизации, разработанных для реализации нормируемого процесса;
3. Соответствие материалов, изделий и деталей требованиям СНиП, ГОСТ, местных и районных технических условий на производство и приемку работ, технологии данного процесса;
4. Полное соблюдение правил охраны труда;
5. Полный охват нормативными наблюдениями всех работ, входящих в исследуемый процесс;
6. Обеспечение производства доброкачественной продукции;

7. Соответствие квалификации рабочих, выполняющих исследуемый процесс, сложности порученных им работ.

Техническое нормирование располагает традиционными способами исследования затрат рабочего времени. К ним относятся фотоучет, хронометраж и технический учет (техноучет).

Фотоучет - вид нормативных наблюдений, применяемых для сплошных замеров (по текущему времени) всех видов затрат времени при осуществлении производственных процессов. Это наиболее распространенный способ нормативных наблюдений. Он позволяет изучать затраты рабочего времени с точностью записи от пяти секунд до одной минуты.

По способу наблюдения и записи текущего времени фотоучет подразделяется на графический, смешанный и цифровой. По характеру наблюдений фотоучет бывает индивидуальным и групповым.

Хронометраж представляет собой исследование продолжитель-

ности элементов основной работы рабочих и машин, т.е. механизированных циклических и не циклических процессов. Продолжительность элементов процесса измеряется секундомером с точностью до одной секунды, а в необходимых случаях - до 0,2 секунды. Существуют два способа замера времени: непрерывный (сплошной) и выборочный. Наиболее распространен выборочный способ, применяемый для нормирования циклических процессов с часто повторяющимися элементами.

Техноучет-визуальное наблюдение по укрупненной номенклатуре элементов (с разделением всех затрат времени на две группы - нормируемые и ненормируемые), характеризующееся групповой записью затрат времени при точности записи 5 - 10 минут. При этом затраты времени фиксируются графически, а число рабочих отмечается цифрами. Продукция замеряется на главный измеритель рабочего процесса по окончании наблюдения. Техноучет применяется только для проверки уровня выполнения норм [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Фильев В.И. Организация, нормирование и оплата труда в развитых странах. - М.: Экономика, 1995.- 204 с.

2. Кунельский Л.Э. Повышение эффективности труда в промыш-

ленности. - М.: Экономика, 1996.- 368 с.

3. Лукманова И.Г. Нормирование и анализ затрат труда и рабочего времени: учебное пособие. - М.: Перспектива, 1996.- 186 с.

УДК 65.015.14.001.2

ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ НОРМАТИВНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ НОРМ ЗАТРАТ ТРУДА

*f**V*, ...**С.С. Донцов***Павлодарский государственный университет**им. С. Торайгырова*

Нормативтік бақылаулардың нәтижелерін өндеудің тиімді реттілігі және техникалық негізделген еңбек шығындарының нормаларын жоспарлаудың негізгі шарттары келтірілген.

Приведена рациональная последовательность обработки результатов нормативных наблюдений и основные условия проектирования технически обоснованных норм затрат труда.

The rational sequence of processing of results of normative supervision and the basic conditions of designing of the technically substantiated norms of expenses of work is given.

Эффективная организация и нормирование трудовых процессов являются важнейшими резервами повышения жизнеспособности предприятий в условиях рыночных отношений. Нормативные наблюдения позволяют оценить уровень организации труда или разработать соответствующие нормы для новых производственных процессов.

На современных предприятиях, характеризующихся, как правило, поточной организацией производства, наиболее часто встречаются циклические (многократно повто-

ряющиеся во времени) производственные процессы. При организации нормативных наблюдений за ними целесообразно использовать хронометраж выборочный (ХВ) [1].

При обработке результатов наблюдений за циклическими процессами из заполненных бланков ХВ получают нормативные ряды величин затрат времени по каждому элементу и циклу в целом. Количество значений в рядах соответствует количеству выполненных циклов, зарегистрированных в процессе наблюдений.

Цель первичной обработки результатов наблюдений за циклическими процессами - получение средних значений по очищенному и улучшенному нормативному ряду. Средние значения определяются как средние арифметические по объемам выполненной продукции.

Обработка значений нормативного ряда состоит из следующих этапов:

- выборка и группировка в порядке возрастания полученных из наблюдений значений затрат времени по каждому элементу исследуемого процесса;

- анализ и основная чистка рядов путем исключения значений, не относящихся к установленной нормали;

- проведение проверки рядов при помощи методов математической статистики;

- определение средних значений по очищенным рядам.

При проверке и очистке рядов от случайных отклоняющихся значений, прежде всего, определя-

ется коэффициент разбросанности ряда K_p :

$$K_p = \frac{a_n - a_j}{a_j} \quad (1)$$

где a_n - максимальное значение ряда; a_j - минимальное значение ряда.

Если полученное значение K_p не превышает 1,3, это означает, что ряд не требует очистки. Если K_p больше 1,3, но не более двух - для очистки ряда необходимо применить метод предельных значений, а если K_p больше двух - метод относительной средней квадратичной ошибки [2].

Проверка ряда по способу предельных значений заключается в сопоставлении крайних значений упорядоченного исследуемого ряда (a_1 и a_n) с предельно допустимыми значениями и решении вопроса о возможности сохранения проверяемого значения в ряду. Для этого сначала определяют допустимые наибольшие и наименьшие значения ряда по следующим формулам:

$$a_{\text{max}} = \frac{1}{K_{\text{IT}}} \left(a_1 + \frac{a_n - a_1}{n-1} \right) \quad (2)$$

$$a_{\text{min}} = \frac{1}{K_{\text{IT}}} \left(a_n - \frac{a_n - a_1}{n-1} \right) \quad (3)$$

где $\sum_{i=1}^n a_i$ - сумма всех значений проверяемого ряда;

n - число значений в ряду;

a_n - наибольшее значение ряда;

a_1 - наименьшее значение ряда;

a_2 и a_{n-1} - соответственно второй и предпоследний члены упорядоченного ряда;

K_{IT} - коэффициент, зависящий от числа значений в ряду, определя-

I•

емыи по справочным данным.

Проверка крайних значений упорядоченного ряда осуществляется последовательно и каждый раз, после исключения из ряда какого-либо крайнего значения, вновь определяется коэффициент его разбросанности K_p . Исключение из ряда одновременно нескольких его значе-

нии не допускается.

Проверка ряда по способу относительной средней квадратичной ошибки состоит в определении её фактической величины и сравнении полученного значения с допустимым. Фактическую относительную среднюю квадратичную ошибку $E_{отн}$ проверяемого ряда определяют по формуле:

$$E_{отн} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1} \cdot 100 \quad (4)$$

Допустимая величина относительной средней квадратичной ошибки составляет 7% для циклических процессов, имеющих в своем составе до пяти циклических операций и 10% для циклических процессов, имеющих в своем составе более пяти циклических операций.

Если ошибка окажется более допустимой, необходимо исключить из ряда одно из крайних значений. Чтобы установить, какое именно, рассчитывают значения коэффициентов K_1 и K_n по формулам:

$$K_1 = \frac{x_1 - a}{a - a^*} \quad (5)$$

$$K_n = \frac{E_{отн} - a_t}{a_t} \quad (6)$$

Если K_1 меньше K_n , то исключается первый член упорядоченного ряда.

Если K_1 больше или равен K_n , то исключается последний член упо-

рядоченного ряда.

После проверки и очистки рядов определяются средние значения затрат времени на элементы нормируемого процесса, используемые либо для оценки уровня организации труда, либо для проектирования научно-обоснованных производственных норм затрат времени по исследуемым трудовым процессам.

Проектирование научно-обоснованной нормы трудозатрат на выполнение какого-либо процесса состоит в разработке нормали этого процесса, расчете различных элементов нормируемых затрат труда и определении полной величины нормы затрат труда.

Проектирование норм затрат труда на оперативную работу состоит в определении (на основании данных нормативных наблюдений, прошедших первичную обработку) величин трудозатрат по элементам исследуемого процесса.

В результате первичной обработки данных наблюдений для всех элементов устанавливаются объемы выполненной первичной продукции. Затраты труда и объемы первичной продукции определяются на измерители элементов процесса.

Величина затрат труда по всему рабочему процессу в целом определяется приведением трудозатрат от измерителей продукции элементов к главному измерителю продукции рабочего процесса и суммированием этих трудозатрат.

Приведение трудозатрат к главному измерителю исследуемого процесса называется синтезом норм. Примером самого простого синтеза норм могут быть случаи, когда измерители продукции всех элементов соответствуют главному измерителю продукции процесса в целом. В таких случаях трудозатраты по всему рабочему процессу определяются простым суммированием трудозатрат по его элементам.

В случаях, когда измерители продукции элементов различны и не соответствуют измерителю продукции процесса в целом, подсчет затрат труда на главный измеритель

$$H_{o.p} = \sum_{i=1}^n I_{iX}^{XK} \Pi_i^{-H} 2^{XK} \Pi_i^{2+} + I_{iX}^{XK} K_{iPP} \quad (6)$$

где t_1, t_2, \dots, t_n - затраты труда по элементам нормируемого процесса;

$K_{П1}, K_{П2}, \dots, K_{Пn}$ - соответствующие

рабочего процесса осуществляется умножением затрат труда в измерителях элементов на коэффициент перехода с последующим суммированием полученных величин.

Коэффициентом перехода $K_{П}$ называется число, показывающее, какое количество единиц продукции в измерителе элемента содержится в единице продукции, выраженной в главном измерителе всего процесса.

Величину коэффициента $K_{П}$ определяют по формуле:

$$K_{П} = \frac{O_{П}}{O_{П}}$$

где $O_{П}$ - объем продукции в измерителе элемента;

$O_{П}$ - объем законченной продукции процесса.

Величина коэффициента перехода определяется на основании данных рабочих чертежей, технических условий, инструкций и нормативных наблюдений.

Нормативную величину затрат труда на оперативную работу H_{op} определяют суммированием затрат труда по каждому элементу, умноженным на соответствующий коэффициент перехода $K_{П}$:

ющие коэффициенты перехода.

Нормы затрат труда на подготовительно - заключительную работу $t_{нзр}$ проектируют, как правило, на

основе установленных нормативов в процентах от всего затраченного рабочего времени (смена или задание) с учетом справочных данных.

Проектирование норм на регламентирование перерывы состоит в определении затрат времени на технологические перерывы в работе, отдых и личные надобности рабочих.

Величину нормативных затрат времени на технологические перерывы $t_{тп}$ обычно устанавливают в результате анализа нормативных наблюдений за правильно организованным процессом, сравнивая полу-

ченные значения с максимально допустимыми, приведенными в соответствующих справочниках.

Проектирование норм на отдых и личные надобности $t_{олн}$ представляет собой учет прибавочного времени на естественную потребность в отдыхе. Величину затрат времени на отдых и личные надобности рабочих принимают по нормативам, которые устанавливают в результате нормативных наблюдений или по таблицам нормативов.

Полная величина нормы затрат труда рассчитывается по формуле:

ХЮО

$$N_{зт} \cdot |вдс + L \cdot + 'wjj * 60 - \quad (9)$$

где $N_{рр}$ - затраты труда на оперативную работу, исчисленные на главный измеритель процесса, чел.-мин.;

-норматив на подготовительно - заключительную работу, % от нормы затрат труда;

$t_{тп}$ - проектная величина тех-

нологических перерывов, % от нормы затрат труда;

% „ ~ норматив на отдых и личные надобности, % от нормы затрат труда;

60 - коэффициент перевода чел.-мин в чел.-час [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Погосян Г.Р., Жуков Л.И. Практикум по экономике, организации и нормированию труда: Учебное пособие для ВУЗов.- М.: «Экономика», 1991.- 256с.

2. Лукманова И.Г. Нормиро-

вание и анализ затрат труда и рабочего времени: Учебное пособие. - М.: «Перспектива», 1996.- 186с.

3. Пак В.Е. Экономика труда. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: «Экономика», 1995.-409с.

ИНФОРМАЦИЯ

НАШИ АВТОРЫ

1. Акмалаев К.А. - к.т.н., доцент, Казахская государственная строительная академия, г. Алматы.

2. Аникиева Варвара Анатольевна - аспирант кафедры химических технологий, Павлодарский государственный университет им. С.Торайгырова.

3. Баишев Канат Сактаганович - к.б.н., проф., Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы.

4. Балакаева Гулшат Толтайкызы - к.х.н., доцент, Карагандинский государственный университет им. Б.А. Букетова, кафедра физической и аналитической химии.

5. Бобир А.В. - научный сотрудник, Институт металлургии и обогащения МОН РК, г. Алматы.

6. Газалиев Арстан Мауленович - вице-президент ЗАО «ИОСУ» МОН РК, г. Караганда.

7. Донцов Сергей Семенович - к.т.н., доцент кафедры экономики и менеджмента Павлодарского государственного университета им. С. Торайгырова.

8. Дузельбаев Сайлаубек Тлеубаевич - к.т.н., доцент, Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова.

9. Дунай Анна Эдвардовна, магистрант кафедры химических

технологий, Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова.

10. Есимова О.А. - Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы.

11. Еспаева Гульсум Аблахановна - старший преподаватель, Казахская академия транспорта и коммуникаций имени М. Тынышпаева.

12. Жакеева А.А. - Актауский университет им. Ш. Есенова.

13. Жанбеков Х.Н. - г. Алматы.

14. Жилкибаев О.Т. - Алматинский технологический университет.

15. Касымбекова С.К. - Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы.

16. Копбаева Мария Петровна - аспирант, Казахского государственного университета им. Аль-Фараби.

17. Корниенко Павел Васильевич - к.т.н., доцент кафедры городского строительства и архитектуры. Институт строительства, транспорта и машиностроения, Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова.

18. Кудреев Нурсерик Кадирсизович - инженер, Казахская академия транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева, г. Алматы.

19. Кудерин Марат Крыкба-

евич - директор ИСТиМ Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова.

20. Кунанбаева Галина Сламжановна - к.х.н., доцент, Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы.

21. Липкер Т.В. - Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы.

22. Лотов Геннадий Александрович - инженер ЗАО «Концерн-Сервис».

23. Мальков Игорь Викторович - к.х.н., доцент, зав. кафедрой химических технологий, Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова.

24. Мамраева Клара Мартбековна - к.х.н., с.н.с., ведущий научный сотрудник ЗАО «Институт органического синтеза и углехимии РК».

25. Масалимов Абай Сабиржанович - д.х.н., проректор по научной работе Карагандинского государственного университета им. Е.А. Букетова.

26. Можевитинов Александр Леонидович - заслуженный строитель РФСФР, профессор Санкт-Петербургского государственного технического университета.

27. Молдыбаев Аман Бекенович - к.х.н., доцент, ведущий научный сотрудник ЗАО «Институт органического синтеза и углехимии РК», г. Караганда.

28. Мукатаева Ж.С. - г. Ал-

НАУКА И ТЕХНИКА КАЗАХСТАНА

маты.

29. Мусабеков Куаныш Битуович - Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы.

30. Мустафина Раиса Мухаметжаровна - доцент, к.т.н., доцент кафедры автоматизации технологических процессов и электропривода, Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова.

31. Мустафина Гульжаухар Мухаметжаровна - преподаватель кафедры автоматизации технологических процессов и электропривода. Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова.

32. Нурахметов Н. - Казахский государственный университет.

33. Оспанов Хабибула Кусинович, зав. кафедрой физической химии и электрохимии Казахского государственного университета, д.х.н., профессор, Казахского государственного университета им. аль-Фараби, г. Алматы.

34. Рахмуханов Аспандияр Ембергенович - мастер производственного обучения УПМ по строительству, Институт строительства, транспорта и машиностроения, Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова.

35. Романова С.М., доцент, Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы.

36. Романтеев Ю.П. - д.т.н., профессор, Казахский нацио-

нальный техническим университет им. К. Сатпаева, г. Алматы.

37. Рындин Владимир Витальевич - к.т.н., доцент кафедры транспортного машиностроения, Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова.

38. Сабиров Турсын Сабирович - к.ф.-м.н., доцент, заведующий кафедрой высшей математики, Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова.

39. Салькеева Ляззат Каримовна - доцент, Карагандинского государственного университета им. Е.А. Букетова.

40. Сармурзина Алма Гайсановна - д.х.н., Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы.

41. Сейтжанов А.Ф. - г. Алматы.

42. Смагулова Дыбыс Абдикаримовна - к.х.н., доцент, Казахская государственная архитектурно-строительная академия.

43. Сулейменов Эсен Нургалиевич - к.т.н., заместитель директора РГКП. Институт металлургии и обогащения МОН РК.

44. Телтаев Багдат Буркумбаевич - д.т.н., профессор, академик Международной академии транспорта, Казахская академия транспорта и коммуникаций им. М. Ты-

нышпаева, г. Алматы.

45. Умарова Гульжан Бахтияровна - ассистент, Казахская академия транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева, г. Алматы.

46. Утегулов Рустем, докторант, Казахский государственный университет им. аль-Фараби.

47. Утегулов Болатбек Бахитжанович - д.т.н., профессор, Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова.

48. Утегулова Дана Болатбековна - аспирант кафедры электрооборудования промышленных предприятий, Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова.

49. Фомин Виталий Николаевич - преподаватель. Карагандинский государственный университет им. Е.А. Букетова.

50. Шигаева М.Х. - Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы.

51. Шинтемирова Гульжихан Бейсембаевна - к.ф.-м.н., доцент кафедры высшей математики, Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова.

52. Шинтемиров Максуд Абдулхадырович - к.т.н., доцент кафедры промышленного и гражданского строительства, Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова.

Я АВТОРОВ

1. В журнал принимаются рукописи статей по всем научным, направлениям в двух экземплярах, набранных на компьютере, напечатанных на одной стороне листа с полуторным межстрочным интервалом, с полями 3 см со всех сторон листа, и дискета со всеми материалами в текстовом редакторе "Word 7,0 ('97,2000) для Windows".

ВНИМАНИЕ!!! РУКОПИСИ И ДИСКЕТЫ НЕ ВОЗВРАЩАЮТСЯ!!!

2. Статья подписывается всеми авторами. Общий объем рукописи, включая аннотацию, литературу, 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 универсальной десятичной классификации;
- название статьи: кегль -14 пунктов, гарнитура - Times New Roman Суг (для русского, английского и немецкого языков), KZ Times New Roman (для казахского языка), заглавные, жирные, абзац центрованный;

ВНИМАНИЕ!!! Шрифты, упомянутые в данных правилах,

можно взять в Редакционно-издательском отделе (А 118) или в Центре информационных технологий (А 120) 111 У им. С. Торайгырова.

- инициалы и фамилия(-и) автора(-ов), полное название учреждения: кегль - 12 пунктов, гарнитура - Arial (для русского, английского и немецкого языков), KZ Arial (для казахского языка), абзац центрованный;

- аннотация на казахском, русском и английском языках: кегль -10 пунктов, гарнитура - Times New Roman (для русского, английского и немецкого языков), KZ Times New Roman (для казахского языка), курсив, отступ слева-справа - 1 см, одинарный межстрочный интервал;

- текст статьи: кегль -12 пунктов, гарнитура - Times New Roman (для русского, английского и немецкого языков), KZ Times New Roman (для казахского языка), полуторный межстрочный интервал;

- список использованной литературы (ссылки и примечания в рукописи обозначаются сквозной нумерацией и заключаются в квадратные скобки), Список литературы должен быть оформлен в соответствии с ГОСТ 7.1-84.- например:

ЛИТЕРАТУРА

1. Автор. Название статьи // Название журнала. Год издания. Том (например, Т.26.) номер (напри-

мер, № 3.) страница (например С. 34. или С. 15-24.)

2. Андреева С.А. Название книги. Место издания (например, М.:) Издательство (например, Наука,) год издания. Общее число страниц в книге (например, 239 с.) или конкретная страница (например, С. 67.)

3. Петров И.И. Название диссертации: дис. канд. биолог, наук. М.: Название института, год. Число страниц.

4. С.Christopoulos, The transmisson-Line Modelling (TML) Metod, Piscataway, NJ: IEEE Press, 1995.

На отдельной странице (в бумажном и электронном варианте) приводятся сведения об авторе:

- Ф.И.О. полностью, ученая степень и ученое звание, место работы (для публикации в разделе «Наши авторы»);

- полные почтовые адреса, номера служебного и домашнего телефонов, E-mail (для связи редакции с авторами, не публикуются);

- название статьи и фамилия (-и) автора(-ов) на казахском, русском и английском языках (для «Содержания»).

4. Иллюстрации. Перечень рисунков и подрисуночные надписи к ним представляют отдельно и в общий текст статьи не включают. На обратной стороне каждого ри-

сунка следует указать его номер, название рисунка, фамилию автора, название статьи. На дискете рисунки и иллюстрации в формате TIF или JPG с разрешением не менее 300 dpi (файлы с названием «Рис.1», «Рис. 2», «Рис. 3» и т.д.).

5. Математические формулы должны быть набраны как Microsoft Equation (каждая формула - один объект). Нумеровать следует лишь те формулы, на которые имеются ссылки.

6. Автор просматривает и визирует гранки статьи и несет ответственность за содержание статьи.

7. Редакция не занимается литературной и стилистической обработкой статьи. Рукописи и дискеты не возвращаются. Статьи, оформленные с нарушением требований, к публикации не принимаются и возвращаются авторам.

8. Рукопись и дискету с материалами следует направлять по адресу:

637034, Республика Казахстан, г. Павлодар, ул. Ломова, 64.

Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова, редакция журнала «Наука и техника Казахстана».

Тел. (8 3182) 45-38-60

45-11-43

факс: (8 3182) 45-11-23

E-mail: publish@psu.pvl.kz

Сдано в набор 13.05.2002 г. Подписано в печать 25.06.2002
Формат 297x420/2. Бумага книжно-журнальная.
Объем 12,7 уч.-изд. л. Тираж 300 экз.
Заказ № К-8.

Редакционно-издательский отдел
Павлодарского государственного университета
им. С. Торайгырова
637034, г. Павлодар, ул. Ломова 64.