

ISSN 1680-9165

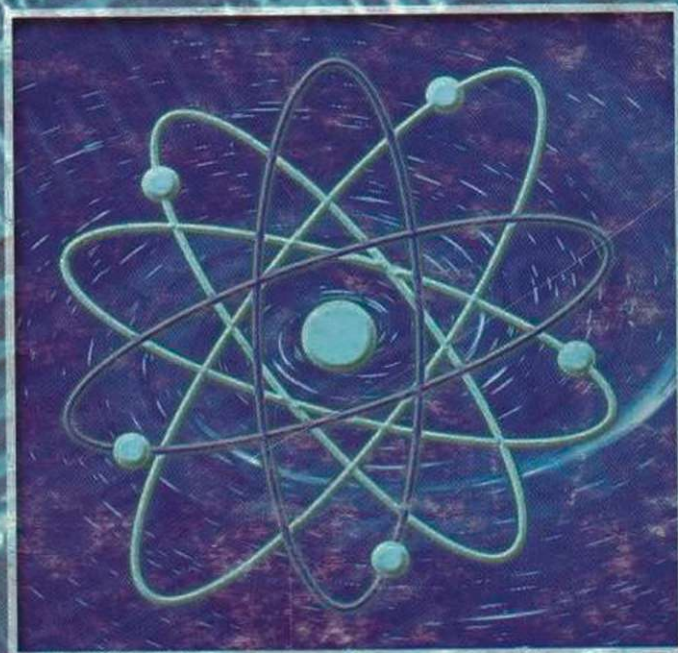
НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

ПАВЛОДАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. С. ТОРАЙГЫРОВА



4'2002

НАУКА И ТЕХНИКА КАЗАХСТАНА



КАЗАХСТАН
ҒЫЛЫМЫ МЕН ТЕХНИКАСЫ

Жаратылыстану ғылымдары

КА

§ 4
Ш §
5 5

М.Ж. Толымбеков
Марганейгі кен базары
Республикасының (іір
өндіру болашақтар

С. Торайғыров
Қазақстан
Ғылым Академиясының
Ғылым Кеңесінің
Басқармасының
атындағы ғылыми

SI
ЕБ
ӨН*В.В.Рындин*8
ШЮ
У

процесс өту барысындағы олардың өзгеруі 12

*А.С. Алтысов*СВ
2
И10-сынып геометриясын векторлық - координаталық
жгізде оқыту әдістемесі 22*Т. Сулейменов*

£

Д.И. Менделеевтің периодтық жүйесі және
балкымаларындағы ультрадыбыстың таралуының
өзгерісі арасындағы заңдылықтар 33

Ғ.Ж. Муқанов

Жиын қуаты және трансфиниттер теориясының
логикалық құралымы 41

*Ж.Қ. Шоманова, Р.Ж. Муқанова,
Қ.Т. Сапаров, Р.Қ. Сеитова*

Павлодар қаласының өндіріс аймағының топырақ
құрамына бақылау 50

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Нухулы А., д.х.н., проф. (главный редактор)
Утегулов Б.Б., д.т.н., проф. (зам. гл. редактора)
Ельмуратова А.Ф., к.т.н., доц. (отв. секретарь)
Члены редакционной коллегии:
Бойко Ф.К., д.т.н., проф.
Газалиев А.М., д.х.н., проф., член-корр. НАН РК
Гамарник Г.Н., д.т.н., проф.
Глазырина А.И., д.т.н., проф.
Даукеев Г.Ж., к.т.н., проф.
Ергожин Е.Е., д.х.н., проф., академик НАН РК
Кислов А.П., к.т.н., доц.
Клецель М.Я., д.т.н., проф.
Кудерин М.К., к.т.н., доц.
Мансуров З.А., д.х.н., проф.
Мурзагулова К.Б., д.х.н., проф.
Пивень Г.Г., д.т.н., проф.
Сатинов А.С., д.т.н., проф., академик НАН РК
Сулеев Д.К., к.т.н., проф.
Сейтахметова Г.Н. (тех. редактор)

Адрес редакции:
637034, г. Павлодар,
ул. Ломова, 64.
Тел.: (3182) 45-11-43
(3182) 45-38-60
Факс: (3182) 45-11-23
E-mail: publish@psu.kz
nauka@psu.kz

N s 4 2002

- В.В.Рындин**
 * 3 Тепе-теңсіздіктің жаңа тұжырымдамасы тұрғысынан жасалған термодинамиканың екінші заңының тұжырымы мен математикалық өржктері.....53
- III *Т. Сүлейменов*
- SI П 15 Тұйықталған атомдарға арналған Томас-Ферми-Дирак функционалы. 62
- 0 й - **М.Н. Илиясов**
 S < Ф Чебышев-Эрмит көпмүшелілерінз сәйкес биортогоналды көпмүшелілердің кейбір қасиеттері. 66
- В.А. Коотунец**
 X ОЩО Полимерлі заттардың физика-механикалық қасиеттерін зертт^ тәжірибелік тәсілдері 71
- 8 >> **А.Қ. Жармагамбетова, А. Т. Дуйсеханова, Қ.Ж. Әкімбекова**
- ФР Полиэтиленгликольдің қатты фазада адсорбциялануы.. 79
- С^ **Б.Н. Дроботун**
 Бүгін сандар сақинасы мен көпмүшеліктер сақинасыш енгізу туралы.....82
- О.В. Латышева, Н.М. Зайцева**
 Жьлжымайтын мүлік рыногына ықпал жасайтын динамикалық қатарды зертт^.....93

Техникалық ғылымдар

В.С. Чередниченко, Т.В. Хацевская

Ғимараттарды электрмен жылыту кезіндегі үшмдеу мшқолайлылық99

Н.Н. Кургузое, Л.И. Кургузова,**М.Н. Кургузова, А.В. Богдан**

Синхронды емес электроқозғалтқыштардың дифференциалдық корғау тізбелеріндегі әтпелі процестерді есепт^ программасы мш алгоритм. 103

А.П. Кислое

Электротехнологиялық иядукционның құрылғыларда магнитеткізгіштерді пайдалануын анықтау.....110

| \ J q 4^{2 0 0 2}

	<i>Б. Б. Өтегулов, А. Б. Өтегулов, Д. Б. Өтегулова, В. В. Ткаченко, О. С. Волгина, Е. В. Мишина</i>	
* 3	Өткізгіштің тарамдау фазасының өткізгішке және электрлі параметрлі желіске ықпалы.....	117
Ш X	<i>А. Ф. Ельмуратова, С. К. Ельмуратов</i>	
$\hat{H}^{\text{ф}}$	Ортотропты пластиналардың күштелген тербелістерге бөлінісі.....	123
<xf	<i>М. Қ. Кудерин</i>	
$0^{\text{й}}$ <S с H U Q H	Белгілі эмпирикалық формулаларды қолдануды ескере отырып экспериментальды сынақ жүргізу арқылы алынған темірлібетон тақталардың бұзылуының әртүрлі деңгейлерін салыстыру....	
S Q Q O	<i>К. В. Хацевский</i>	
Q ^ O O ф O ф O O O	Индукциялық қыздырғыштың коаксиалдық цилиндрлеріндегі электромагниттік өрістің жалпы сипаттамасы.....	
	<i>О. С. Потапенко, А. П. Кислоев, В. П. Кислова</i>	
	Криорезистивтік индукциялық қондырғыларда магнитөткізгіштер мен индукторлардың пайдалану ерекшеліктері.....	137
	<i>М. В. Жуков, В. Ф. Хацевский, Д. С. Куликов</i>	
	Кенді қалпына келтіру электр пеші ваннасының қарсы күшін жетілдіру, *, *	141
	Б. Б. Өтегулов, А. Б. Өтегулов, Д. Б. Өтегулова, В. В. Ткаченко, О. С. Волгина, Е. В. Мишина	
	Торалтағы кершулікті жоғалтуға оңайлату түрде жол бергізуді анықтайтын әдіс	145
	<i>Р. М. Мустафина, Г. М. Мустафина</i>	
	Тербеліс қорғанды құрылғылардың зергелу әдістері	155
	<i>С. Н. Кургузов а у НЛ Кургузов</i>	
	Фирманың финанс иәтижелерін іске асыру мш қалыптастыру процестерінің өнімділігін көтеру сұрағына	167
	СК Ельмуратову А. Ф. Ельмуратова	
	Ілімді қабықтар мен пластиналардың динамикалық тұрақтылығын зертте/.....	171
	Ақпарат	
	Біздің авторлар.....	180
	Авторларға арналған ережежр.....	

В. А. Ковтунец

Экспериментальные методы исследования физико-механических свойств полимерных материалов 71

*А.К. Жармагамбетова, А. Т. Дюсеханова,
К.Ж. Акимбекова*

Адсорбция полиэтиленгликоля на твердых носителях. . . . 79

Б. Я. Дроботун

О представлении кольца целых чисел
и кольца многочленов 82

О. В. Латышева, Н.М. Зайцева

Исследование динамических рядов, влияющих на рынок
^движимости. 93

Технические науки

В.С. Чердниченко, Т.В. Хацевская

Экономичность и комфортность при электрообогреве
помещений 99

*Н.Н. Кургузов, Л.И. Кургузова,
М.Н. Кургузова, А.В. Богдан*

Алгоритм и программа расчета переходных процессов в
цепях дифференциальной защиты асинхронного
электродвигателя. 103

А.П. Кислое

Анализ использования магнитопроводов в индукционных
электротехнологических установках. 110

*Б.Б. Утегулов>А.Б. Утегулов, Д.Б. Утегулова,
О.С. Волгина, Е.В. Мишина, В.В. Ткаченко*

Влияние расщепления фазных проводников на
электрические параметры линии и проводок. 117

А.Ф. Ельмуратова, С.К. Ельмуратов

Расчет ортотропных пластин
на вынужденные колебания. 123

М.К. Кудерин

Сравнение результатов экспериментального испытания
железобетонных плит при воздействии ударной нагрузки с
использованием имеющихся эмпирических формул 126

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.

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

УДК 669.168

MANGANESE - ORE BASE AND PERSPECTIVES OF FERROMANGANESE PRODUCTION IN THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN FROM LOCAL RAW MATERIALS IN 21 CENTURY

Tolymbekov M. Zh.

Chemical-Metallurgical Institute of NC CPMRM

Қазақстанның ХХІ ғасырдағы ферромарганец т/ дүниежүзілік өндірушілерінің алғы қапшырына шығу потенциалы марганец гиікі зат қорымен, қуат аспаптарымен, техникалық даму дәрежесімен және технологиялық менгеру нәтіжелерімен толық қамтылған.

Потенциал Казахстана стать в ХХІ веке одним из ведущих мировых производителей ферромарганца обеспечен запасами марганцевых руд, производительными мощностями и техническим уровнем развития, а также технологическими наработками в металлургии сплавов марганца.

Kazakhstan's potentiality to become one of the leading world producers of ferromanganese in XXI century based upon manganese ore resources, on industrial capacities and technical development level, also on technological working-outs in metallurgy of manganese alloys.

The pressing problem in metallurgy of Kazakhstan is an adoption in industry of the production of high-quality (low-phosphorus) marks of ferromanganese. The raw material base of ferromanganese production is provided on decades, as the Republic moved up into second place in CIS (after the Ukraine) by the stores of manganese-bearing raw, materia! which are practically completely (by 98%) concentrated in Central Kazakhstan

and by 90% are represented by iron manganese varieties [1]. Balance stores of manganese ores in the Republic of Kazakhstan are considered on 9 deposits and out of balance - by 6 ones. These deposits, besides Murdzhic, Mangyshlak and several minor others, are situated in Central Kazakhstan, in Zhezkazgan region. Forecasted stores of manganese ores of Central Kazakhstan jointly with explored deposits are 700 mln. t (Table 1).

In detail explored deposits (Western Karazhal, Eastern Karazhal, Far-Eastern Karazhal, Big Ktay, Ushkatyn III, Ushkatyn I) hold 473 mln. t. Manganese ores are represented by residuealmetamorphized types and united into three groups:

Atasu (Karashal), Uskatyn and Zhezdy-Ulatau. The deposits of these three groups include almost all the explored stores (more than 99%) of manganese ores. The ores of indicated groups are represented by oxidic (primary) and oxidized (porous) varieties.

Table 1

Explored and forecasted stores of manganese ores of Kazakhstan

Deposits	Explored stores, mln. t		Forecasted stores, mln. t		
	A+B+C	C	P	P	P
Big Ktay	3.1			-	-
Eastern Karazhal (in sum with Far-Eastern)	15,4	-	-	-	-
North Karazhal	0,1	-	-	-	-
Ushkatyn HI	66,4	15,1	40	-	-
Western Karazhal	305,3	50,9	50	-	-
Ushkatyn I		1,7	-	-	-
Kamys	-	-	-	30	-
Ushkatyn II	-	-	8	-	-
Karasoy	-	-	-	-	5
Sloping	-	-	-	-	15
Akshagat	-	-	-	5	-
Shokpartas	-	-	-	-	30
Sum-total	390,3	67,7	98	35	50

To the development up to 2005 year there are planned on the whole deposits with considerable stores of oxidic ores:

- by Atasu group - Big Ktay and Western Karazhal, the main site (area) of Eastern Karazhal, Far - East Karazhal;

- Ushkatyn III of the Ushkatyn group of the deposits.

At present, there are exploited the deposits Western Karazhal, Eastern Karazhal, Big Ktay - of Atasu group and

the deposit Ushkatyn III. The most important deposit of manganese ores in Kazakhstan is Ushkatyn III, whose ores by the quality exceed Nickopol and Chiatur ores. The mean content of manganese in oxidized ores is 28,3%, and in primary ones - 23,53%. High content of manganese and low content of phosphorus in these ores determine them as the source of the high-quality raw material to produce manganese alloys. The chemical composition of manganese concentrate of Zhayrem MCC (mining-

concentrating combine) obtained from Ushkatyn ores ranges in a wide interval by the manganese content (30-58%). Explored stores of manganese ores of the Ushkatyn III deposit are small, therefore, it is required to relate to the ores of this deposit with care and to use manganese in the process of ore preparation and melt out the alloy with maximum. At electrothermics of the high-carbon manganese (78% Mn, 6,5% C, not more than 2% Si, the rest of iron - 13%) there are made stringent requirements to the Mn from raw material [2]. The ratio Mn/Fe in metal is to be 6. As the factor of the iron transition into metal at electromelt is 95%, and 55% (at fluxless method) up to 75-80% (at flux one), then the ratio Mn/Fe in the concentrate to produce a standard ferromanganese is to be not less than 8. Therefore, there are very important: the ores of the Ushkatyn III deposit with manganese content 35-45% and the ratio of manganese to iron more than 8 suitable to melt out high-carbon ferromanganese without preliminary preparation. It is provided for ironmanganese ores to be concentrated metallurgical!}' producing the by-product of the mirror (manganous) iron up to process stage. The main merit of manganese raw material of Kazakhstan is a low content (0,05-0,06%) of phosphorus in them, that provides the production of low-phosphorous ferroalloys, for instance, high-carbon ferromanganese with phosphorus content less than 0,25%. At present, by using of

the concentrate with a high manganese content (52-55%) this ratio is 10-12. In order to bring the concentrate to necessary ratio Mn/Fe by standard demand one can use iron-ore pellets, iron ore and other iron-bearing materials. It is more rational instead of the latter to use ironmanganese varieties of raw material.

Productivity of two electrical furnaces of the power by 33 MVA provides for the annual production of high-carbon ferromanganese of the marks FMn78, FMn78A not less than 60.000 t (from them 40 ths. t to internal consumers, the rest of on the export). Owing to the structural rearrangement of ferrous metallurgy in XXI century directed on the development of high-quality special metal products (including stainless and high-temperature steels) and welding production, there is forecasted the conservation of the high-carbon ferromanganese production on the indicated level and a sharp growth of the volume of melting out of the refined marks of ferromanganese. The refined ferromanganese will be melted out from oxidized of the I grade and primary ores of the Ushkatyn III deposit by 160 ths. t (in the account on the total volume 6,4 mln. t during 40 years). To produce such a amount of refined ferromanganese is necessary to melt out silicomanganese from raw material of Kazakhstan about 65 ths. t/year, that will be decreased at the expense of developing of the converter

process of the refining. Herewith, there will be met the demands in refined ferromanganese of industry of Eastern zone of CIS (Ural, Siberia of Russia, Kazakhstan, Central Asia), where the shortage on this alloy is 70 ths. t and will be increased.

Up to the present there are developed industrial schemes of concentration of Ushkatyn ores. There are realized the works by expansion of the raw-material base of ferromanganese production, by the improvement of a technology and waste

utilization. At pilot-plant conditions there is developed the technology of production of low-phosphorous carbonaceous ferromanganese from concentrates of oxidized manganese ores of the Ushkatyn III deposit. On the furnace by power 1200 kVA of Aksu plant of ferroalloys there was produced carbonaceous ferromanganese of the flux melting from blend (in ratio 7:3) of Ushkatyn concentrates of the I (fractions 25-8 mm) and II grades (fractions 83 mm) of the chemical composition, %:

Grade	Mn	Fe	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	P	L.atS.
I	44.6	4.4	9.72	2.25	3.45	1.1	0.017	12.8
II	39.1	7.6	13.34	3.12	5.0	0.6	0.024	12.26

Specific consumptions of materials (on one base ton) in recalculation on the raw material with 48% Mn) are the following, % : of the concentrate of the I grade 1,34-1,38, concentrate of the II grade 0,51-0,52: coke breeze 0,41-0,45; limestone 0,36-0,43. The consumption of electroenergy 11,8-12,4 MJ/b. t. The high-carbon ferromanganese by the variants of meltings had a chemical composition within the limits, %: manganese 77,8-78,5; iron 13,6-15,5; silicon 0,57-0,92; phosphorus 0,038-0,041, that corresponds to the mark FMn78A. Herewith, manganese recovery was about 84,5% at slag basicity 1,14 and ratio - 0,576. By the indicated was based the possibility of the principle of

melting of a standard ferromanganese that was verified by production tests on the electrical furnace RKZ48F by power 48 MVA of SC "ChempronT (Zhambyl) [3].

The melting were carried on by fluxless and flux methods. It is produced more then 2000 t of low-phosphorous high-carbon ferromanganese. Flux melting is more effective and provides the production of more qualitative metal (of the mark FMn78A) with silicon content less than 1,0% and phosphorus not more then 0,1%.

Concentrates produced from primarily - oxidic ores of Ushkatyn III deposit on the plant "with the following chemical compositions, %:

Sample of fraction	Mil	FeO	SiO ₂	CaO	MgO	P	Lat S
1. 25-8 mm (lump)	37,2	Π>4	10,7	9,4	1,9	0,019	9,6
1. 8-0 mm (briquettes)	30,1	11J	14,5	11,1	1,4	0,02	8,1
2. 25-8 mm (lump)	41,2	4,8	12,7	10,6	1,2	0,019	7,2
2. 8-0 mm (briquettes)	36,0	7,2	13,4	10,1	1,7	0,019	9,4,

were subject to technological tests by melting of high - carbon ferromanganese in semi-industrial furnace of the power 1600 kW UkrNIIspezsteels using concentrates of fractions 25-8 mm of the sample 2 with introduction of calculated quantities of coke breeze, limestone and iron chip. There is produced standard high-carbon ferromanganese with phosphorus content 0,06-0,1% at the manganese recovery into alloy of 77-80% and slag ratio 1,1. Herewith, there is excluded the necessity of underblending of low - phosphorous slag (as it is usually obtained in acting production), that determines higher technical-economical indices of the process as compared to the existing technology. Such high results are obtained at carrying out of pilot-plant industrial meltings in the furnace of power 7,5 MVA of Zaporozheferroalloysplant, where there is also melted out a standard high-carbon ferromanganese with low content of phosphorus (0,05%).

The concentrate of the fraction 25-8 of the sample I (with a higher content of iron) is suitable to melt out low-phosphorous high-carbon ferromanganese in a blend with the concentrate of the fraction 25-8 mm of the sample 2 in ratio 3:7 that approximately meets the ratio of the stores of indicated differences of the primary row material on the deposit.

Adoption in industry of ferromanganese production is retarded due to a necessity of considerable capital investments and other organization problems. It is foreseen to produce mass (ordinary) metal to use widely instead of ferroalloys consumption a direct alloying and steel refining by manganese-ore raw material. As a whole, development of technologies of ferromanganese production will lead out the Republic of Kazakstan in 21 century into the first row of producers of this ferroalloy.

LITERATURE

1. Букетов Е.А., Габдуллин Т.Г., Такенов Т.Д. *Металлургическая переработка марганцевых руд Центрального Казахстана.*//Алма-Ата: Наука Каз ССР, 1979. 184 с.
2. В.П. Елютин, Ю.А. Павлов, Б.Е. Левин, Е.М. Алексеев. *Производство ферросплавов*//М.: Металлургиздат, 1957. 436 с.
3. Байсанов С.О., Габдуллин Т.Г., Такенов Т.Д. и др. *Об организации производства марганцевых ферросплавов из казахстанского сырья на АО "Химпром7/Сталь.* 1997. № 7. С. 29-32.

УДК 536:53

КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ (МЕРЫ) НЕРАВНОВЕСНОСТИ СИСТЕМЫ В ДАННОМ СОСТОЯНИИ И ЕЁ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИ ПРОТЕКАНИИ ПРОЦЕССОВ

В.В. Рындин

*Павлодарский государственный университет
им. С.Торайгырова*

Жүйе тепе-теңсіздігінің жалпылағын сандық өлшемдері — «энергетикалық тепе-теңсіздіктің мөлшері» және «энтропиялық тепе-теңсіздіктің мөлшері» енгізілді. Бул ұғымдар жылу эксергиясыны, ағын эксергиясыны, термодинамикалық потенциалдардың және энтропияның өзгеріс-терін біріктіреді.

В качестве количественных характеристик неравновесности системы вводятся обобщающие понятия «энергетическое количество неравновесности» и «энтропийное количество неравновесности», объединяющие эксергию тепла, эксергию потока и изменения термодинамических потенциалов и энтропии.

As the quantitative characteristics of nonequilibrium of system the generalizing concepts «energetic quantity of nonequilibrium» and «entropy quantity of nonequilibrium», uniting exergy of heat, exergy of a flow and changes of thermodynamic potentials and entropy are entered.

В работе [1] взамен существующей концепции равновесности, лежащей в основе второго закона термодинамики (ВЗТ), вводится новая — «концепция неравновесности». Согласно этой концепции причиной всех процессов является неравновесность — свойство материи, обусловленное неодинаковостью распределения концентрации движения в про-

странстве, а также свойство (способность) системы совершать работу.

Для количественной характеристики неравновесности системы в данном состоянии были введены максимальная работа, которую может совершить система при её переходе в равновесное состояние, и энтропийная разность — разность энтропии изолированной системы

(ИС) в равновесном и неравновесном состояниях, — равная макси-

$$\Delta S = S_{PC} - S_{HPC} = \Delta H_{PC} / T_{HPC} \quad (1)$$

Для расчёта максимальной работы в термодинамике используются такие величины, как термодинамические потенциалы, эксергия тепла и эксергия потока, следовательно, эти же величины могут быть использованы для расчёта неравновесности системы в данном состоянии и её изменения. Покажем это.

Напомним, что под термодинамическим потенциалом¹ понимается такая характеристическая функция, убыль которой при постоянстве сразу двух каких-либо параметров состояния (T и V : T и V : S и p) неравновесной системы при протекании в ней химических реакций и фазовых превращений равна максимальной работе системы. Термо-

$$\Delta G = \Delta H_{PC} - T \Delta S_{PC} \quad (2)$$

В отличие от энтропийной разности, которая не уменьшается при протекании обратимых процессов в ИС, потенциальная разность изолированной системы (ИС) уменьшается в любых самопроизвольных

процессах (обратимых и необратимых). Однако только в обратимых процессах убыль потенциальной разности, равная убыли термодинамического потенциала, будет равна максимальной внешней работе неравновесной системы:

динамическими потенциалами являются:

1) внутренняя энергия U ; 2) энтальпия $H = U + pV$; 3) изохорно-изотермический потенциал (потенциал Гельмгольца) $F = U - TS$; 4) изобарно-изотермический потенциал (потенциал Гиббса) $\Phi = H - TS = F + pV$.

Если термодинамический потенциал в общем случае обозначить символом Π («пи» греческое), то количество неравновесности системы будет определяться разностью потенциалов системы в неравновесном и равновесном состояниях (назовём её «потенциальной разностью» — по аналогии с энтропийной разностью):

$$\Delta \Pi = \Delta H_{PC} - T \Delta S_{PC} = \Delta H_{PC} - T \Delta S_{PC} = - \Delta S_{PC} T \quad (3)$$

¹ Термин «термодинамический потенциал» для характеристических функций ввёл французский физико-химик П.Дюгем (1884).

(здесь $\dot{\epsilon}_{PC} = 0$, так как при переходе системы в РС все процессы прекращаются и, следовательно, изменения всех величин равны нулю).

В случае протекания необратимых процессов внешняя работа системы получается меньше убыли потенциальной разности $\Delta \psi^*$ (убыли термодинамического потенциала $\dot{\epsilon}_P$)

$$bW^c < -\dot{\epsilon}_i(\Delta \Gamma \Gamma) = -d n .$$

Общее условие перехода системы из более неравновесного состояния в менее неравновесное состояние (более равновесное) имеет вид

$$bW^c < \sim \dot{\epsilon}(\Delta \Pi^*) = -d n .$$

Согласно этому выражению *внешняя работа равна убыли потенциальной разности или термодинамического потенциала в обратимых процессах и меньше этой убыли в необратимых процессах.*

Следует заметить, что потенциальная разность системы может уменьшаться даже без совершения системой внешней работы над приёмниками работы (т. е. и для изолированной системы). В этом случае убыль потенциальной разности или термодинамического потенциала равна внутренней потерянной работе

$$bW_{mj} = -d(\Delta IT) = -d n > 0 .$$

В термодинамике используются такие понятия, как эксергия тепла и эксергия потока, равные максимальным работам, которые можно получить за счёт переноса тепла от горячего тела (ГТ) с температурой T_1 к окружающей среде (ОС) с температурой T_0 и переноса вещества из системы с давлением p_1 в ОС с давлением p_0 . Покажем, что эти величины также являются количественными характеристиками изменения неравновесности соответствующих систем.

Вначале рассмотрим изменение неравновесности при переносе тепла в количестве Q от ГТ с температурой T_1 к ОС с температурой T_0 . В результате переноса тепла уменьшается термическая неравновесность в системе ГТ-ОС. Чтобы вернуть эту систему к прежней неравновесности, необходимо использовать идеальную холодильную машину для переноса того же количества тепла от ОС к ГТ. Работа, затрачиваемая на привод этой машины, и будет соответствовать потере неравновесности в естественном процессе переноса тепла от горячего к холодному телу.

Потери полной неравновесности ИС не произошло бы при переносе тепла, если бы наряду с естественным (самопроизвольным) процессом уменьшения термической неравновесности совершался бы компенсирующий процесс, приводящий к увеличению какой-либо не-

равновесности в эквивалентном количестве, например, механической. В качестве такой ИС можно взять ГТ, ХТ (ОС), рабочее тело (РТ), совершающее ИЦК, и приёмник работы ПР (маховик, пружина, груз). В результате переноса тепла термическая неравновесность в системе ГТ-ХТ уменьшается, а в результате совершения работы увеличивается кинетическая или потенциальная энергия ПР, т. е. увеличивается механическая неравновесность в изолированной системе.

Как уже отмечалось, в качестве количественных характеристик неравновесности системы в данном состоянии могут быть использованы разности потенциальной и кинетической энергий подсистем, входящих в систему, энтропийная и потенциальная разность, а изменения количества неравновесности — изменения энтропии и потенциала системы, различного рода работы (энергии получаемого или диссипируемого УД).

Назовём количество неравновесности, определяемое через раз-

$$-dL_{\text{тер}} = M_{\text{мех}} = W_{\text{мк}} = Q (1 - V T) \wedge Q - 7 \wedge 1 = Q \sim T^{\wedge} \text{ос} = \mathcal{E}_{\phi} \quad (4)$$

где $|d\delta y_{\text{т}}| - O, / 7]$ — модуль изменения энтропии горячего тела, равный изменению энтропии окружающей среды (ХТ) в обратимом процессе переноса тепла.

Величину 3_Q , равную максимальной работе, которую можно

личного рода работы, энергетическим количеством неравновесности (энергетической неравновесностью) и обозначим символом d . Поскольку в обратимом процессе неравновесность ИС не должна изменяться, то для рассматриваемой ИС можно записать

$$dL_{\text{ис}} = dL_{\text{тер}} + dL_{\text{мех}} = 0,$$

где $dL_{\text{ис}}$ — изменение неравновесности ИС, состоящей из источников тепла (ГТ, ХТ) и приёмника работы (ПР);

$dL_{\text{тер}}$ — изменение термической неравновесности между ГТ и ХТ (в качестве последнего может рассматриваться окружающая среда);

$dL_{\text{мех}}$ — изменение механической неравновесности между ПР и остальными телами системы.

Отсюда убыль термической неравновесности будет равна росту механической неравновесности, равной работе рабочего тела, осуществляющего ИЦК в температурном интервале ГТ (T_1) и ОС (T_0),

получить в идеальном цикле Карно за счёт подведённой к ИТМ теплоты Q_1 если холодным телом является окружающая среда, принято называть эксергией тепла². В соответствии с (4) *эксергия тепла равна убыли* количества *термической неравно-*

вескости в результате переноса тепла в количестве Q_f от горячего тела системы к холодному (ОС) в необратимом процессе переноса тепла (без использования идеальной тепловой машины).

Введём понятие **эксергии потока** как меры **изменения неравновесности** системы, состоящей из резервуара большой ёмкости с давлением p_f и температурой T , и окружающей среды (ОС) с параметрами p_0 и T_0 . В такой системе под действием Перепада давления происходит перенос (перетекание) вещества из резервуара в ОС, в результате чего неравновесность системы уменьшается. Для возвращения той же порции вещества из ОС в резервуар и, следовательно, возвращение системы резервуар-ОС к прежней неравновесности необходимо сжать эту порцию вещества в компрессоре до первоначального

давления. **Работа**, затрачиваемая **на привод идеального компрессора**, осуществляющего перенос порции вещества из ОС в резервуар, и **будет мерой неравновесности**, теряемой в естественном процессе перетекания вещества из резервуара в ОС.

Сохранить полную неравновесность ИС при течении вещества можно, если от элемента потока получить работу в идеальной турбине и аккумулировать её в виде энергии (кинетической, потенциальной, электрической) приёмника работы. То есть необходимо рассмотреть неравновесную изолированную систему (НРИС), состоящую из резервуара, ОС, турбины и ПР (рисунок 1).

Поскольку в обратимом процессе полная неравновесность ИС не изменяется, то для данной системы можно записать

$$dL_{ис} = dL_{резервОС} + aL_{пр} = AL_{НРИС} + dA_{пр} = 0.$$

Отсюда следует, что убыль неравновесности адиабатной системы, состоящей из резервуара и ОС, равна приращению механической неравновесности между АС и ПР,

обусловленному работой, совершаемой в идеальной турбине и отводимой в ПР, в результате чего компенсируется убыль неравновесности

$$- dL_{НРИС} = dA_{РЕЗЕР_ОС} = dA_{пр} = A E_{пр} = W_p^{\wedge} = W_{ТМТМ}.$$

Если разделить все величины в этом равенстве на массу переносимой

порции вещества, то получим балансовое соотношение для удельных величин

2 Термин «эксергия» был введён в 1956 г. 3. Рантом по предложению Р. Планка. Он состоит из двух частей: греческого слова erg(on) — работа, сила и приставки ex, означающей «из», «вне» (другие наименования «внешняя работа», «полезная работа», «работоспособность» менее употребительны).

(7)

При **изотермическом** расширении ($\Gamma_0 = \text{const}$) на участке канала $2s-0$ от давления p_0 до давления ОС p_0 происходит теплообмен между РТ и ОС, в результате чего подводится теплота

$Y_m = T_0 M = T_0(s_0 - j,)$,
 (здесь s_f — удельная энтропия РТ при параметрах резервуара p_f и T_f),
 s_Q — при параметрах окружающей среды p_0 и T_0) и в соответствии с (6) совершается работа

$$\langle p_2 s_0 - p_0 s_0 = T_0(s_0 - s_0) + K - K = - \Gamma \int v dp. \tag{8}$$

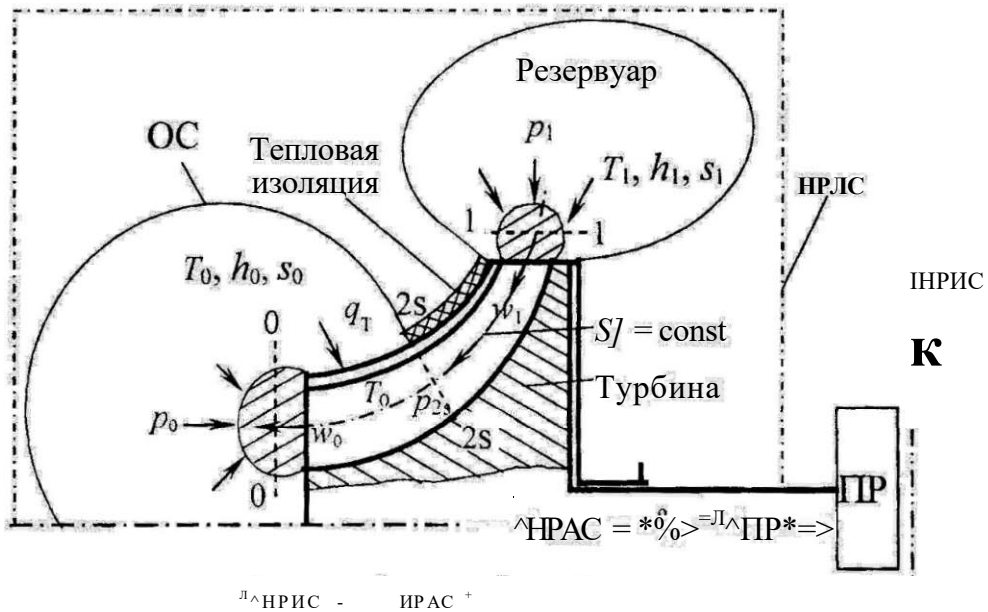


Рис. 1

Складывая выражения для работ в адиабатном (7) и изотермическом (8) процессах, найдём суммар-

ную работу, получаемую в турбине в обратимых процессах от элемента потока единичной массы,

$$\langle P^X \wedge, - L + T ой) - \%) - - \rangle 4ft - \langle \Phi_T. \tag{9}$$

Максимальную удельную работу, получаемую от элемента потока

в турбине, называют **эксергией потока**. Для её обозначение используем символ «э»³:

³Этот символ имеется в стандартных греко-математических шрифтах. Часто используемый символ «ε» совпадает с обозначением удельной энергии.

$$\varepsilon = h - h_0 + T_0(s_Q - s).$$

Из этого уравнения следует, что эксергия (удельная) потока однозначно определена, если заданы параметры рассматриваемого элемента потока (p и T) и параметры среды (p_0 и T_0).

$$Z_1 = \int_{T_0}^{T_1} (5_0 - V_1) = \langle a_p^x$$

Следовательно, эксергия потока и эксергия тепла являются мерами изменения неравновесности соответствующих систем (резервуар-ОС и ГТ-ОС) при переносе, соответственно, порции вещества единичной массы и тепла в количестве Q в окружающую среду.

Взаимосвязь различного рода физических величин (уже имеющих в термодинамике и вновь вводимых), характеризующих как неравновесность системы в данном состоянии, так и её изменение, представлена на рисунке 2 в виде структурной схемы. Согласно этой схеме количественными характеристиками (мерами) неравновесности системы являются два обобщающих понятия: энергетическое количество неравновесности (краткий термин — «неравновесность»), которое обозначается символом A или X — ДИЯ порции вещества единичной массы, и энтропийное количество неравновесности (энтропийная неравновесность), в основе обозначения которого ис-

Если параметры элемента потока совпадают с параметрами резервуара (p_0 и T_0), то эксергия потока в соответствии с выражениями (9) и (5) будет равна убыли удельной неравновесности системы резервуар-ОС, обусловленной переносом вещества единичной массы (1 кг) из резервуара в окружающую среду:

резерв-ОС'

пользуется символ энтропии S .

В соответствии с рисунком 2 под энергетическим количеством неравновесности (обобщающим понятием для нескольких физических величин) в данном состоянии неравновесной системы понимаются следующие величины:

а) в случае изолированной системы — максимальная работа, теряемая при переходе системы в равновесное состояние

$$A_{ИС} = -\Delta W_{ИС \rightarrow РС}^{ПОГ} >$$

б) в случае адиабатной системы — максимальная внешняя работа, совершаемая (отдаваемая) системой в обратимых процессах при переходе системы в равновесное состояние

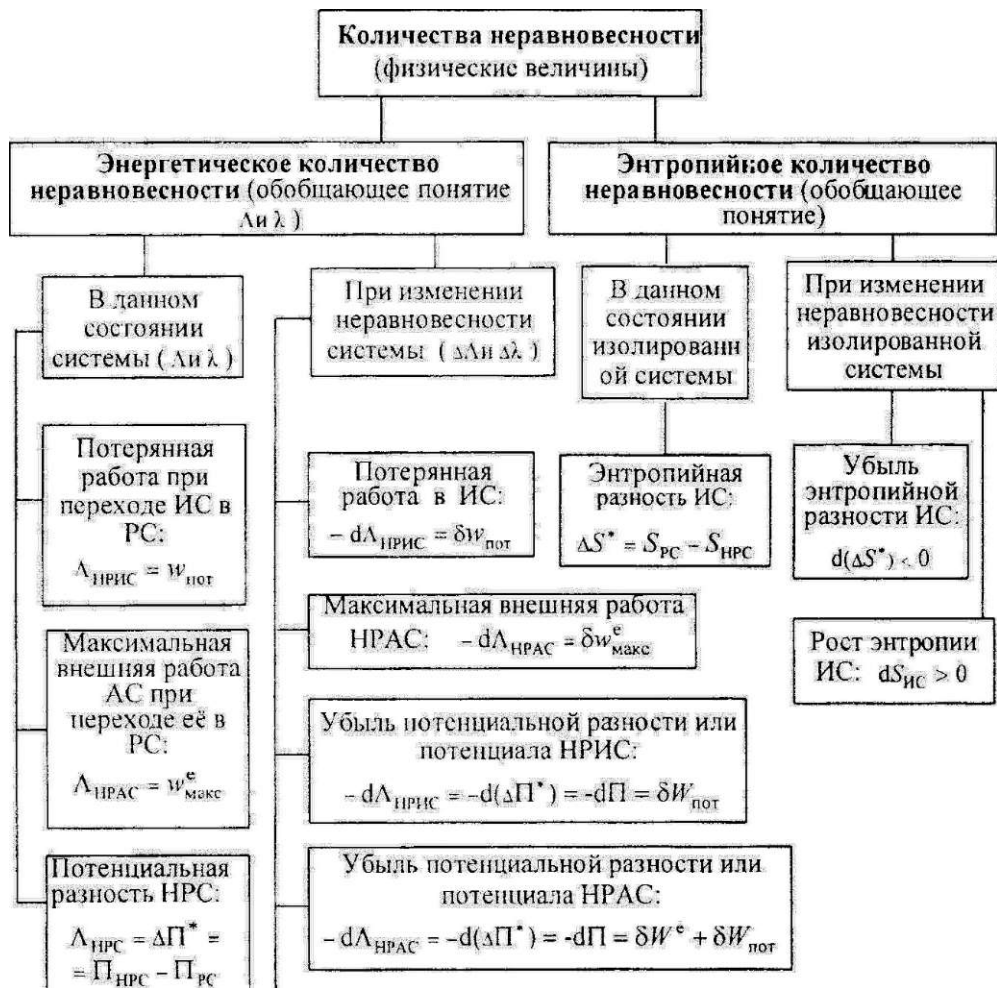
в) для любых неравновесных систем (НРС) — разность термодинамических потенциалов в неравно-

весном и равновесном состояниях (потенциальная разность):

$$L_{НРС} = d\Pi = \Pi_{НРС} - \Pi_{PC} \ll .$$

Под изменением (убылью) энергетического количества неравновесности в различных процессах в соответ-

ствии с рисунком 2 понимаются следующие величины: потерянная работа в ИС, максимальная внешняя работа неравновесной адиабатной системы, убыль потенциальной разности или термодинамического потенциала в неравновесных системах, эксергия тепла, эксергия (удельная) потока.



Эксергия тепла:

$$-MЦ-OC = -^DARE_{PM} = \mathcal{E}_O = W_{MK} = Q(1 - T_{QC}/T_{IT})$$

(уменьшение термической неравновесности системы ИТ-ОС при переносе тепла в количестве Q)

Эксергия (удельная) потока:

$$-^{\wedge}резерв-OC = \gg = \langle p = \sim L + T_o \delta o$$

уменьшение удельной неравновесности системы резервуар-ОС при переносе порции вещества единичной массы)

Рис. 2

Под энтропийным количеством неравновесности в данном состоянии неравновесной ИС понимается разность энтропии изолированной системы в равновесном и неравновесном состояниях — энтропийная разность и рост энтропии изолированной системы при переходе её в равновесное состояние

$$AS = S_{PC} - S_{mc} = AS_{\text{ристах}}$$

$$\Delta S_{\text{РИС}} - \Delta S_{\text{ип}} \sim \Delta S_{\text{ип}} \Delta S_{\text{РИСтах}} \\ - d(\Delta S^*) = dS_{\text{НРМС}} = \frac{\Delta S_{\text{ип}} \Delta S_{\text{РИСтах}}}{T_{\text{mm}}} = -dA_{\text{НРНС}} / T_{\text{ш}}$$

где $T_{\text{ш}}$ — температура самого холодного тела системы, в качестве которого может быть и окружающая среда (атмосфера).

Энергетическое количество неравновесности может быть использовано для расчёта изменения неравновесности как изолированной, так

Под изменением (убылью) энтропийного количества неравновесности НРИС понимается убыль энтропийной разности и рост энтропии изолированной системы:

$$\sim D(AS^*) = dS_{\text{Нмс}}$$

Связь между энергетическим и энтропийным количествами неравновесности изолированной системы устанавливается соотношениями:

и адиабатной системы, а энтропийное — только для изолированной системы, поскольку при совершении неравновесной адиабатной системой внешней работы в обратимом процессе её неравновесность уменьшается, а энтропия не изменяется (система теплоизолирована и нет диссипации).

ЛИТЕРАТУРА

1. Рындин В. В. Концепция неравновесности как основа второго закона термодинамики // Наука и техника Казахстана. — 2002. — №3. — С. 17-28.

УДК 514

10 СЫНЫП ГЕОМЕТРИЯСЫН ВЕКТОРЛЫҚ-КООРДИНАТАЛЫҚ НЕГІЗДЕ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ

А.К. Алпысов

*С. Торайғырое ашындазы Павлодар мемлекеттік
университеті*

*В данной статье рассматривается методика доказательства
теорем в курсе преподавания основы координатно-векторной геометрии.*

*Бұл мақалада орта мектептің геометрия курсының координаталық-
векторлық негізде оқыту арқылы теоремаларды дәлелдеу әдістемесі
көрсетілген*

*The methods of the proof in the course of coordinate-vectorial geometry
are under the consideration in this article*

Орта мектептің геометрия курсының координаталық - векторлық әдіспен оқыту, геометрияны аналитикалық - алгебралық әдіспен оқытқан сияқты алгебрамен геометрияның арасына тығыз байланыс орнатады, сондай-ақ таза геометриялық сипаттағы мәселелерді оңай оқытуға мүмкіндік береді.

Пікірімізді дәлелдеу үшін 10 сынып геометриясындағы бірқатар теоремалардың дәлелдерін келтірелік.

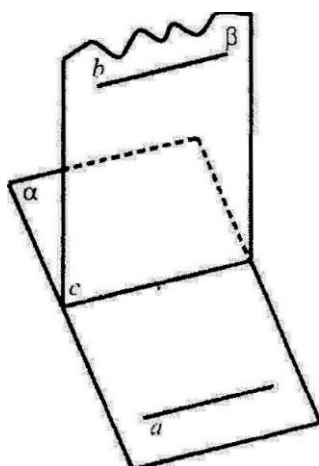
Біз бұл арада математикалық логиканың пікірлердің конъюнкциясы (Д), дизъюнкциясы (V), импликациясы (→) және эквиваленциясы (↔) тиісті орындарда пайдаландық.

Теоремаларды айтылған негізде дәлелдеу оқушылардың материалды жеңіл түсінуіш мүмкіндік береді.

10 сынып геометриясындағы «Түзулер мен жазықтықтардың параллельдігі» тарауындағы «Түзулер мен жазықтықтардың перпендикулярлығы» тарауындағы теореманы қарастыралық.

Теорема: Егер параллель екі түзудің әрқайсысы арқылы жазықтық жүргізіліп және ол жазықтықтар қиылысса, онда олардың қиылысу сызығы берілген түзулердің әрқайсысына параллель болады.

Теорема: Егер параллель екі түзудің әрқайсысы арқылы жазықтық жүргізіліп және ол жазықтықтар қиылысса, онда олардың қиылысу сызығы берілген түзулердің әрқайсысына параллель болады.



Берілгені: $a \perp b, a \perp c, a$

$b \perp c, a \perp p - c$

Делелдеу керек:

$(c \perp a) \perp (c \perp b)$

Дәлелдеу: теореманы дәлеудеуді векторлардың координаталары көмегі бойынша жүргіземіз.

a, b тузу сызықтарының бағытын тағайындап, оларды.

a, b векторларымен белгілейік. Кеңістіктегі декарт координаталар системасында.

олардың координаталары: $a = (a_1, a_2, a_3), b = (b_1, b_2, b_3)$, яғни

$a = \{a_1, a_2, a_3\}, b = \{b_1, b_2, b_3\}$ болсын.

$$a \perp b \Rightarrow a \cdot b = 0 \quad (1)$$

жазықтықтарының нормаль векторларын n, n_x десек, координаталар системасына қатысты олардың координаталарын A, B, C және A_1, B_1, C_1 деп белгілейік, яғни

$$n = (A, B, C) \quad n_x = (A_1, B_1, C_1) \quad (2)$$

$$n \perp n_x \Rightarrow n \cdot n_x = 0 \quad (3)$$

Егер $c = (c_1, c_2, c_3)$ векторы c түзуінің бағыттаушы векторы болса,

$$c \perp n \Rightarrow c \cdot n = 0 \quad (4)$$

$$A_1 c_1 + B_1 c_2 + C_1 c_3 = 0 \quad (5)$$

Теңдіктері дұрыс болады.

(2), (4) және (3), (5) теңдіктерден

$$C_3 \cdot c_2 \sim \text{және } \begin{matrix} k & B & C \\ \text{ц} & C_2 & C_3 \end{matrix} \text{ келіп шығады.}$$

Бұл теңдіктерден және коллинеарлық шарт бойынша кеңістікте a мен c және H мен c векторларының коллинеарлығы көрішті.

$a, b, c \sim$ бағыттаушы векторлардың коллинеарлығына
 a, b, c - түзулерінің параллельдігі шығады.

Үш түзудің параллельдігі

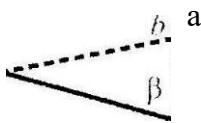
Теорема. Егер екі түзу үшінші түзуге параллель болса, онда олар өзара параллель болады.



Берілгені: $a \parallel c, b \parallel c$

Дәлелдеу керек: $a \parallel b$

Д/у a түзуінің теңдеуі:



$x = x, y \sim$

$$\frac{CL}{a} = \frac{a}{a}$$

$$x \sim x? \quad y \sim yi \quad z = z,$$

$$* \quad - > 3$$

(c) $t \setminus$

теңдеулерімен анықталсын

$$a \parallel c \quad - \quad a_2 \quad - \quad c \quad 1 \pm \tag{1}$$

$$b \parallel c \quad \frac{bx}{c_1} = \frac{H}{c_2} = \frac{B_3}{c_3} \tag{2}$$

CD мен (!)

$$C \parallel 2 \quad a_3$$

$$K = Y, \quad K \cdot (3) \Rightarrow .$$

Теорема. Параллель екі жазықтықтың біріне перпендикуляр түзу екінші жазықтыққа да перпендикуляр болды.

Берілгені; $a \parallel (3)$ және $a \perp L_a$

Дәлелдеу керек: $a \perp J_3$

Дәлелдеу а, (i жазықтықтарының теңдеулері төменгідей.

$$(a) Ax + By + Cz + D_1 = 0$$

$$(b) A_2x + B_2y + C_2z + D_2 = 0$$

ал а түзуі мына теңдеумен анықталсын.

$$\frac{y - y_0}{a_2} = \frac{z - z_0}{a_3}$$

$$a \cdot \frac{y - y_0}{a_2} = \frac{z - z_0}{a_3} \tag{1}$$

$$\begin{matrix} B_2 & B_2 & C_2 \\ a_x & a_y & a_z \\ \cdot & B_2 & C_2 \end{matrix} \tag{2}$$

(1) мен (2)-ден

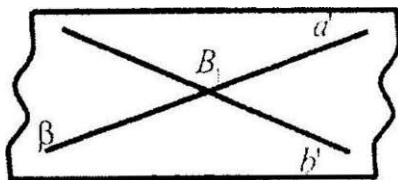
$$\frac{a_x}{B_2} \cdot \frac{a_y}{C_2} = \dots \text{ шығады.}$$

Бұдан $a \perp L$ (3)

Түзудің жазыққа перпендикуляр екенін білдіреді.

Екі жазықтықтың параллельдік белгісі.

Теорема. Егер бір жазықтықта қиылысушы екі түзу сәйкес екінші жазықтықтың екі түзуіне параллель болса, онда бұл жазықтықтар параллель болады.



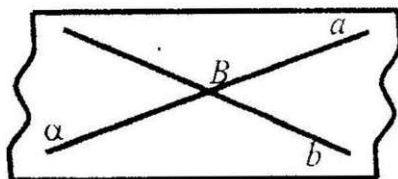
Берілгені:

$$(a \subset \alpha) \wedge (b \subset \alpha) a \cap b = B$$

$$(a' \subset \beta) \wedge (b' \subset \beta) a' \cap b' = B_1$$

$$(a' \subset \alpha) \wedge (b' \parallel b)$$

Дәлелдеу керек: $\alpha \parallel \beta$



Дәлелдеу үшін. Теореманы дәлелдеуді векторлардың координаталары көмегі бойынша жүргіземіз.

$a \setminus a, b \setminus b$ түзу сызықтарының бағытын тағайындап, оларды $a \setminus a, b \setminus b$ векторларымен белгілейік. Кеністіктегі Декарт координаталар системасында

олардың координаталары:

болсын.

Я, Я₃ жазықтықтарының нормаль векторларын й, Я₁ десек, олардың координаталарын былай белгілейік.

п {А, В, С) Я,

$$aa/3лБс: a \Rightarrow Aa_1 + Ba_2 + Ca_3 = 0 \quad (1)$$

$$Л/? + ВВ_2 + СК = 0 \quad (2)$$

$$a' c /? л N c a \Rightarrow A/, + ОЛ = 0 \quad (3)$$

$$AV_1 + BV_2 + CИ'_3 = 0 \quad (4)$$

$$\begin{aligned} д//a^? \Rightarrow a = Я.-я' \Rightarrow \frac{i}{a} = \frac{a_y}{a} = \dots = Я \\ \bar{л}_i \Rightarrow \frac{b_1}{B}, \sim \frac{Y_2}{Y_2} \sim \dots \wedge \end{aligned}$$

Бұл теңдіктерден

$$= Яд', ,й_2 = ЯсЛ = ка \setminus$$

$$B_j \sim jLib \setminus JJ_2 = \dots = /ub \setminus$$

Бұл мәндерді (1), (2) теңдіктерге қойсақ.

$$АЛа \setminus + ВХd_2 + СЯa^*z = 0 \wedge$$

$$Aii b \setminus + Bjl t b'_2 + CjL(b \setminus = 0 \wedge$$

$$ЯС^c', - б 4 - С V ,) - 0$$

$$//, Я * 0$$

$$Л \wedge + ЯА'_3 + С \wedge_3 \wedge О$$

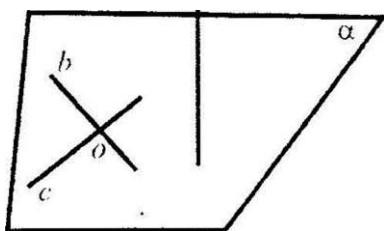
\Rightarrow (Г), (3) және (2'), (4) теңдіктерден

$$\overline{A} \sim \overline{B} \sim \overline{C} \text{ " } c, \text{ " } \Rightarrow$$

$\Pi \{A, B, C\}$ коллинеар
Олай болса *алл(3)* теорема дәлелденді.

Түзу мел жазықтықтың перпендикулярлық белгісі:

Теорема. Егер түзу жазықтықтағы екі түзуге перпендикуляр болса, онда түзу жазықтыққа да перпендикуляр болады.



Берілгені: $a \perp b, a \perp c, b \cap c = O$,
 $b, c \in \alpha$ болса, онда $a \perp \alpha$ болатынын дәлелдеу керек.

a, b, c түзулерін a, b, c векторларымен белгілейік.

$a, b, c \sim a, b, c$, оның теңдеулері.

a түзуінің теңдеулері:

$$\frac{x - x_0}{a_1} = \frac{y - y_0}{a_2} = \frac{z - z_0}{a_3}$$

b түзуінің теңдеулері:

$$\frac{x - x_1}{b_1} = \frac{y - y_1}{b_2} = \frac{z - z_1}{b_3}$$

c түзуінің теңдеулері:

$$\frac{x - x_2}{c_1} = \frac{y - y_2}{c_2} = \frac{z - z_2}{c_3}$$

a жазықтығының теңдеуі

$$Ax + By + Cz + D = 0 \text{ берілсін}$$

$$\begin{aligned} (a \perp b) \wedge (a \perp c) &\Rightarrow a_x b_x + a_2 b_2 + a_3 b_3 = 0 \\ a_x c_x + a_2 c_2 + a_3 c_3 &= 0 \end{aligned} \quad (1)$$

Дәл осы сияқты

$$\begin{aligned} (y \perp a) \wedge (c \perp a) &\Rightarrow \text{Лй, } 4- \quad + \text{С} \vec{b}_3 = 0 \\ \text{Лс, } + 5c_2 + \text{Сс}_3 &= 0 \end{aligned} \quad (2)$$

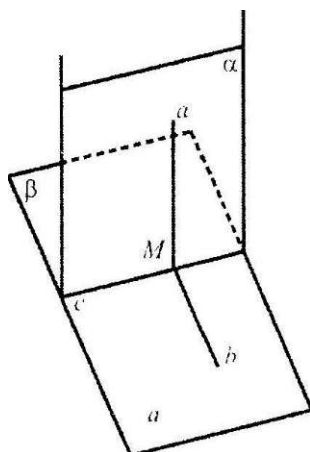
теңдіктері дұрыс (1), (2) теңдіктерден a_1, a_2, a_3 A, B, C .

Сандарымен пропорционал екені келіп шығады.

Бұдан $a \in \{a^1, a_2, a_3\} \perp \{A, B, C\}$ векторы коллинеар болып $a \perp L$ болады.

Екі жазықтықтың перпендикулярлық белгісі.

Теорема. Егер екі жазықтықтың бірі екінші жазықтыққа перпендикуляр түзу арқылы өтсе, онда ондай жазықтықтар перпендикуляр болады.



Берілгені: $(a \perp l) \wedge (a \perp a)$

Дәлелден керек: $a \perp \beta$

Д/у a жазықтықтың нормаль векторы n_α

a

n_β жазықтықтың нормаль векторы n_β , $a \sim n_\beta$ және (a) түзуінің бағыттаушы векторы болсын делік.

Шарт бойынша

$$a \perp l, \quad n_\beta \parallel l$$

$$n_\beta \perp a, \quad \text{және дәл осы сияқты } a \perp n_\beta \Rightarrow n_\beta \perp a, \quad a \perp n_\beta \Rightarrow n_\beta \cdot a = 0$$

Енді $n_\beta \cdot n_\alpha$ скаляр көбейтіндісін қарастырайық

$$n_\beta \cdot n_\alpha = n_\beta \cdot a = n_\beta (n_\beta \cdot a) = n_\beta \cdot 0 = 0$$

бұдан $n_\beta \perp n_\alpha$ болады бұдан $a \perp \beta$

Есеп. Берілген нүкте арқылы берілген түзуге перпендикуляр жазықтық жүргізу керек.

Берілгші: M нүкте және a түзуі.

Д/к: $M \notin a$

Шешуі $M(x_0, y_0, z_0)$ нүктесі, атүзуі берілген.

Бұл түзудің теңдеуі

$$\frac{x-x_0}{a_1} = \frac{y-y_0}{a_2} = \frac{z-z_0}{a_3} \text{ болсын.}$$

M нүктеден өтетін a түзуіне перпендикуляр π жазықтықтың $Ax + By + Cz + D = 0$ түріндегі теңдеуін іздейміз.

Бұл үшін түзу сызықтың бағыттаушы векторы $a = \{a_1, a_2, a_3\}$ мен жазықтықтың нормаль векторының $n(A, B, C)$ коллинеарлығын пайдаланамыз, яғни

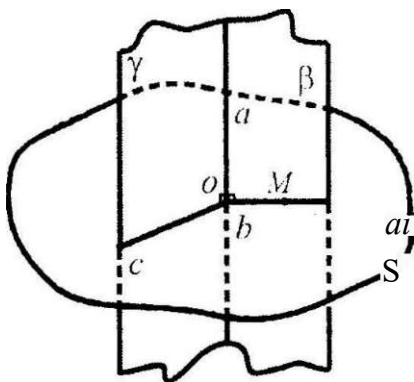
$$\frac{A}{a_1} = \frac{B}{a_2} = \frac{C}{a_3} = \lambda \text{ бұдан}$$

$$A = \lambda a_1, B = \lambda a_2, C = \lambda a_3$$

Бұл мәндерді π жазықтығының теңдеуіндегі орындарына қойсақ шығады.

$$\lambda a_1 x + \lambda a_2 y + \lambda a_3 z + D = 0 \tag{1}$$

Бұл жазықтық M нүктесі арқылы өтетіндіктен оның координаталары жазықтықтың теңдеуін қанағаттандыруы керек, яғни



$$\lambda a_1 x_0 + \lambda a_2 y_0 + \lambda a_3 z_0 + D = 0 \tag{2}$$

(1), (2) теңдіктерді бір-бірінен мүшелеп алсақ.

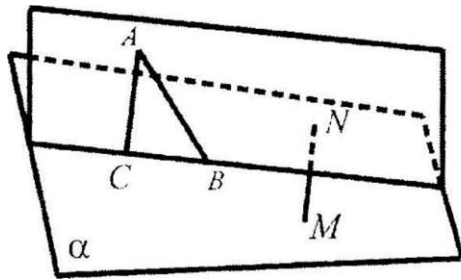
$$\lambda a_1 (x - x_0) + \lambda a_2 (y - y_0) + \lambda a_3 (z - z_0) = 0$$

Я - бөлсек ізделінді теңдеу:

$$a_1 (x - x_0) + a_2 (y - y_0) + a_3 (z - z_0) = 0$$

Үш перпендикуляр туралы теорема.

Теорема. Жазықтықта жатқан түзу көлбеуге перпендикуляр болу үшін бұл түзудің көлбеудің проекциясына перпендикуляр болуы қажетті және жеткілікті.



Берілгені: α - жазықтық
 $(MN \subset \alpha) \wedge (AC \perp \alpha)$
 $\wedge (AB - \text{түзуі } \alpha \text{ жазықтыққа көлбеу}).$

Дәлелдеу керек:

$$(MN \perp AB) \text{ о } (MN \perp BC)$$

Дәлелдеу (1-әдіс)

Жеткіліктілігі: Айталық $MN \perp BC$ болсын.

$$M = BC + CL$$

Берілгенге сүйеніп $\vec{MN} \perp \vec{BC}$:

$$\vec{BC} \cdot \vec{MN} = 0$$

$$\Rightarrow \vec{BC} \cdot \vec{MN} = (\vec{BC} + \vec{CA}) \cdot \vec{MN} = \vec{BC} \cdot \vec{MN} + \vec{CA} \cdot \vec{MN} = 0$$

$$\vec{CA} \cdot \vec{MN} = 0; \Rightarrow \vec{BC} \perp \vec{MN} \Rightarrow \vec{BC} \perp \vec{MN}$$

$$\vec{BC} \cdot \vec{MN} = 0; \Rightarrow \vec{BC} \perp \vec{MN} \Rightarrow \vec{BC} \perp \vec{MN}$$

Демек $(MN \perp BC) \Leftrightarrow (AB \perp MN)$

Қажеттілігі $(MN \subset \alpha)$ л $(MN \perp AB)$ д $(AC \perp \alpha)$

яғни

$$\vec{AC} \perp \vec{MN}, (\vec{AB} \perp \vec{MN}) \text{ л } \vec{BC} = \vec{AC} - \vec{AB} \Rightarrow$$

$$\vec{BC} \cdot \vec{MN} = (\vec{AC} - \vec{AB}) \cdot \vec{MN} = \vec{AC} \cdot \vec{MN} - \vec{AB} \cdot \vec{MN} = 0 - 0 = 0$$

$$\Rightarrow \vec{BC} \perp \vec{MN}$$

(2-әдіс) Берілгені α -жазықтығы, $(MN \subset \alpha)$ л $(AC \perp \alpha)$ а - а жа-
 зықтыққа түсірілген көлбеу,

$$\text{Д/к } (\vec{AC} \perp \vec{MN}) \text{ о } (MN \perp BC)$$

Жеткіліктілігі:

$$(MN): \quad \bullet \quad \frac{\hat{Y}-Y_0}{a_2} = \dots \quad (1)$$

A,B,С нүктелердің координаталары $(x_1, y_1, z_1), (x_2, y_2, z_2), (x_3, y_3, z_3)$ болсын. Бұларға сүйеніп (AB), (BC), (AC) түзулерінің теңдеулерін төмендегіше жазуға болады.

$$(AB): \quad \frac{x - x_1}{x_2 - x_1} = \frac{y - y_1}{y_2 - y_1} = \frac{z - z_1}{z_2 - z_1} \quad (2)$$

$$(BC): \quad \frac{x - x_2}{x_3 - x_2} = \frac{y - y_2}{y_3 - y_2} = \frac{z - z_2}{z_3 - z_2} \quad (3)$$

$$(AC): \quad \frac{x - x_1}{x_3 - x_1} = \frac{y - y_1}{y_3 - y_1} = \frac{z - z_1}{z_3 - z_1} \quad (4)$$

$$(AB \cap BC) \text{ д (1), (3) } \Rightarrow a_1(x - x_1) + a_2(y - y_1) + a_3(z - z_1) = 0 \quad (5)$$

$$(MN \cap AC) \text{ д (1), (4) } \Rightarrow a_1(x - x_1) + a_2(y - y_1) + a_3(z - z_1) = 0 \quad (6)$$

(6)-дан (5)-ті алсақ,

$$a_1(x - x_1) + a_2(y - y_1) + a_3(z - z_1) = 0$$

Бұдан $AB \cap MN$ болады.

Қажеттілігі:

$AB \cap MN$ шартына карап

$$a_1(x - x_1) + a_2(y - y_1) + a_3(z - z_1) = 0 \quad (7)$$

Сондай-ақ $AC \cap MN$ болғандықтан (4) және (1) теңдіктерден

$$(x - x_1) + a_2(y - y_1) + a_3(z - z_1) = 0 \quad (8)$$

(8)-ден (7) алсақ,

$$a_1(x - x_1) + a_2(y - y_1) + a_3(z - z_1) = 0$$

$\Rightarrow (BC) \cap (MN)$

ӘДЕБИЕТ

1. Клопский В. Геометрия: Учебное пособие для 9 кл, 10 кл. -М.: Просвещение, 1982. -256 с.
2. Литвиненко В.Н. Гусев В.А. Практикум по решению математических задач: Геометрия. Учебное пособие для институтов. -М.: Просвещение, 1985.- 232 с.
3. Майоров В.М. Скопец З.А. Векторное решение геометрических задач. - М: Просвещение, 1978. - 251 с.
4. Погорелов А.В. Геометрия: учебник для 7-11 кл. общеобразовательных учреждений. -М.: Просвещение, 1997.-383 с.
5. Скопец З.А. Жаров В.А. Задачи и теоремы по геометрии: пособие для пед.институтов. -М.: Учпедгиз., 1972.-164 с.

УДК 534.321.9:537.312.5

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ СКОРОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ УЛЬТРАЗВУКА В РАСПЛАВАХ И ИХ СВЯЗЬ С ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА

Т. Сулейменов

Карагандинский филиал университета им. Д.А.Кунаева

Қарапайым заттардың балқымаларындағы уль традыбы ст ы ң таралу жылдамдығы туралы тәжірибелік нәтежелерді өңделген Лаплас теңдеуімен Периодтың жүйе арқылы жалпылау жүргізіліп мынандай тужырымдар жасалған: біріншіден кейбір электрондық балңымалардың курылысы біртекті емес.; екіншіден әлі зерттелмеген зарттардың сернімділік касиеті

ити
ШШ

болжауған. $v^2 - M^1$ диаграммасы нақты суйықтардың касиетің талдауға қолдануға болады.

Проведено обобщение результатов экспериментальных исследований скорости распространения упругих волн в расплавах простых веществ на основе модифицированного уравнения Лапласа и Периодического закона Д.И.Менделеева. Сделаны следующие выводы: во-первых, о микронеоднородном строении некоторых электронных расплавов; во-вторых, прогнозированы упругие свойства ещё не изученных веществ. Диаграммы $v^2 - M^1$ могут быть использованы для анализа реальных жидкостей.

The generalization of results of experimental researches of elastic waves distribution speed in simple substances melts is carried out on the basis of the modified Laplas equation and D.I. Mendeleyev Periodic law. The conclusion was made: first, about the micro-heterogeneous structure of some electronic melts; secondly; elastic properties of the yet not investigated substances were prognosticated. The $v^2 - M^1$ diagrams can be used for the analysis of real liquids.

Скорость распространения упругих волн в конденсированных средах характеризует прочность межтомных связей. Поэтому изучению

этого важного параметра распространения упругой волны уделяется большое внимание. В результате экспериментальных исследований ско-

роста распространения ультразвука в расплавах простых веществ, начатых в конце 40-х годов с жидких металлов [1-4], в настоящее время накоплено большое количество данных. Физико-химической акустике электронных расплавов (жидких металлов, расплавов полуметаллов и полупроводников) посвящен и цикл наших исследований, обобщённых в обзоре [5], выполненных с использованием высокочувствительной методики измерений [6,7].

Однако имеющийся в настоящее время экспериментальный материал пока не охвачен достаточно широким обобщением. В этой связи целью данной работы явилось обобщение экспериментальных данных по скорости распространения ультразвука в расплавах простых веществ.

В основу намеченного обобщения было положено то обстоятельство, что сжимаемость и атомный объём расплавов простых веществ одной группы элементов Периодической таблицы Д.И. Менделеева при соответствующих температурах кристаллизации закономерно возрастают с увеличением номера периода. Проиллюстрируем это на примере первой и третьей главных подгрупп Периодической системы элементов. В таблице 1 приведены данные по сжимаемости (b_s , $\text{м}^2/\text{Н}$) из работы [8] и значения атомного объёма (V_A , А^3), рассчитанные по соотношению $V_A = M/\rho$, где M - масса атома, ρ - плотность при соответствующих температурах кристаллизации расплавов. Значения ρ взяты из работы [9].

Таблица 1

Вещество	V_A	$\rho_s \cdot 10^{12}$	Вещество	V_A	$\rho_s \cdot 10^{12}$
Na	41,14	169	Al	18,8	19,3
K	78,48	340	Ga	19	19,9
Rb	97,84	427	In	27	26,5
Cs	122,6	581	Tl	36	32,4

И атомный объём, и сжимаемость характеризуют силы сцепления между атомами, т.е. химическую связь в расплаве. Поскольку химические связи в простых телах из ато-

мов одной подгруппы Периодической системы реализуются сходными внешними электронными оболочками атомов, то можно допустить существование некоторой постоянной

ил данной подгруппы, вторая отражала бы родство межатомных связей. Предполагаемой постоянной может быть отношение bJV_A на рисунке 1 приведены значения bJV_A в зависимости от номера периода рассматриваемых элементов.

Как следует из рисунка, с отклонением -6% значения bJV_A ложатся на прямые, параллельные оси p (p - номер периода), т.е. практически не зависят от номера периода и для каждой из рассматриваемых подгрупп являются постоянными величинами.

Для дальнейшего использования полученной закономерности представляется целесообразным модифицировать известное соотношение Лапласа для скорости распространения упругих волн в жидких средах

$$v_j = 1/R_s w. \quad (1)$$

Представим плотность как отношение массы атома к атомному объёму и запишем соотношение (1) в виде

$$4 = (\sqrt{R_s})(V_a/M). \quad (2)$$

Произведя перегруппировку в правой части уравнения (2), введём величину b_s , которую определим как вышерассмотренную постоянную для подгруппы периодической системы

$$b_s \wedge s / U_l - \quad (3)$$

С учётом преобразования (2) и обозначения (3) соотношение Лапласа приводится к следующему виду:

$$v_l = (1/b_s)(UM). \quad (4)$$

Полученное уравнение тождественно соотношению Лапласа, так как выполненные преобразования были эквивалентными. Однако в этом уравнении в явном виде выделен инерционный фактор (A'^1). Поскольку скорость распространения упругой волны в конденсированной среде определяется только двумя факторами, а именно, инерцией частиц и прочностью химической связи между ними, то величина b_s представляет фактор, непосредственно характеризующий прочность химической связи. Действительно, величины, определяющие его по соотношению (3): сжимаемость и атомный объём. - практически зависят лишь от характера химической связи между атомами.

Разделение инерционного и «связевого» факторов в уравнении (4) позволяет систематизировать результаты экспериментальных исследований скорости ультразвука на основе Периодического закона Д.И.Менделеева. Поскольку «связевой» фактор прямому измерению не поддаётся, то представляется есте-

ственным обобщение результатов экспериментов на основе хорошо известных масс атомов. Если представить экспериментальные данные по v_s в координатах $y^{\wedge} - (M^1)$, то в соответствии с уравнением (4) должны получить прямую, строго исходящую из начала координат диаграммы $v_s - (A^{m1})$.

На рисунке 2 представлены экспериментальные данные по v_s в координатах $y_s - (A^1)$ для расплавов простых тел, образованных элементами главных подгрупп (Li, Al) и побочных подгрупп (Si, Zn) Периодической системы. Видно, что зависимость $v_s \sim f(M^1)$ представляют прямые, исходящие из начала координат, как того требует уравнение (4). Углы наклона прямых (на рисунке 2 показан угол наклона θ только для прямой подгруппы Li), вернее тангенсы углов равны $1/b_s$ и характеризуют прочность химической связи между атомами в расплавах. Очевидно, что $(1/b_s)_M > (1/b_s)_{Li}$. Это означает, что расплавы подгруппы Li более сжимаемы, чем расплавы подгруппы Al, т.е. прочность химической связи между атомами в расплавах подгруппы Al больше. Вероятно, причина в том, что атомы элементов подгруппы Al имеют больше валентных электронов, чем атомы элементов подгруппы Li.

Хотя атомы элементов побочной подгруппы Si имеют так же, как и атомы элементов главной под-

группы Li, по одному валентному электрону, прочность химической связи в расплавах элементов подгруппы Si больше, чем в расплавах элементов подгруппы Li, о чём свидетельствует большее значение угла наклона прямой $\theta - (M^1)$. Различие между ними в том, что у атомов подгруппы Si заполнена d-электронная оболочка. Более высокую прочность химической связи между атомами в расплавах этой подгруппы элементов можно отнести как на счёт экранирования ядер, в результате чего кулоновское отталкивание между ядрами уменьшается, так и к возможности некоторого участия в формировании межатомных связей невалентных электронов нижележащей оболочки. На рисунке 2 видно, что только точка для Al имеет заметное отклонение от линейной зависимости $v_s \sim (M^{*1})$. Однако характер зависимости $y^{\wedge} \sim f(M^1)$ для веществ подгруппы цинка и алюминия даёт основание для предположения о недостаточной надёжности экспериментальных данных по скорости распространения ультразвука в расплаве золота при температуре плавления, приведенных в обзоре [3]. Прогнозируемое на основе соотношения (4) значение показано на рисунке 2 (чёрная точка).

Несмотря на то, что внешние электронные оболочки атомов подгруппы Zn имеют на один электрон больше, чем атомы подгруппы Si,

Закономерности изменения скорости распространения ультразвука в расплавах и их связь с периодической системой Д.И. Менделеева

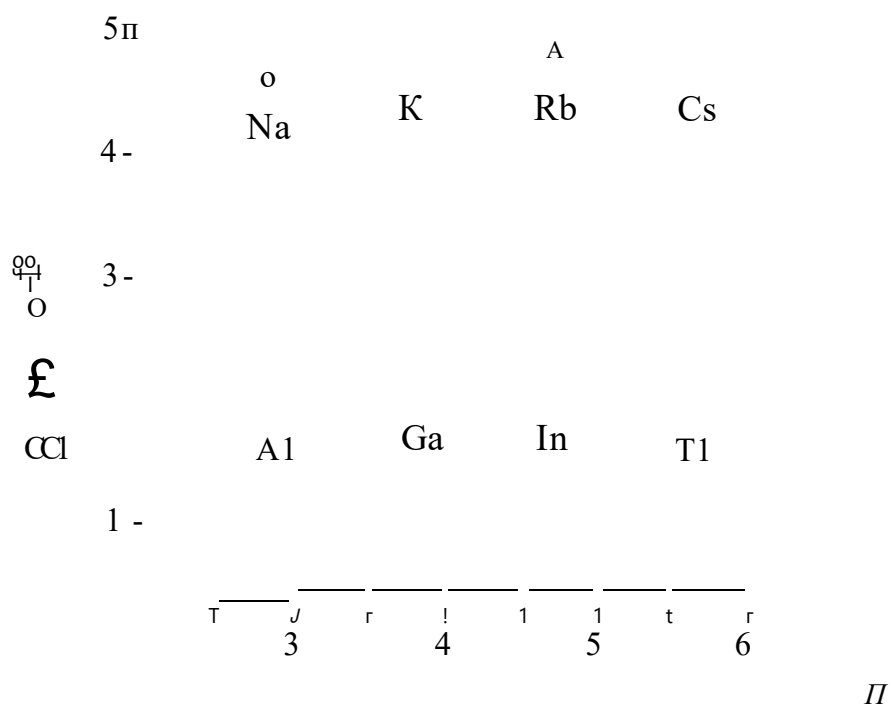


Рис.

Закономерности изменения скорости распространения ультразвука в расплавах и их связь с периодической системой Д.И. Менделеева

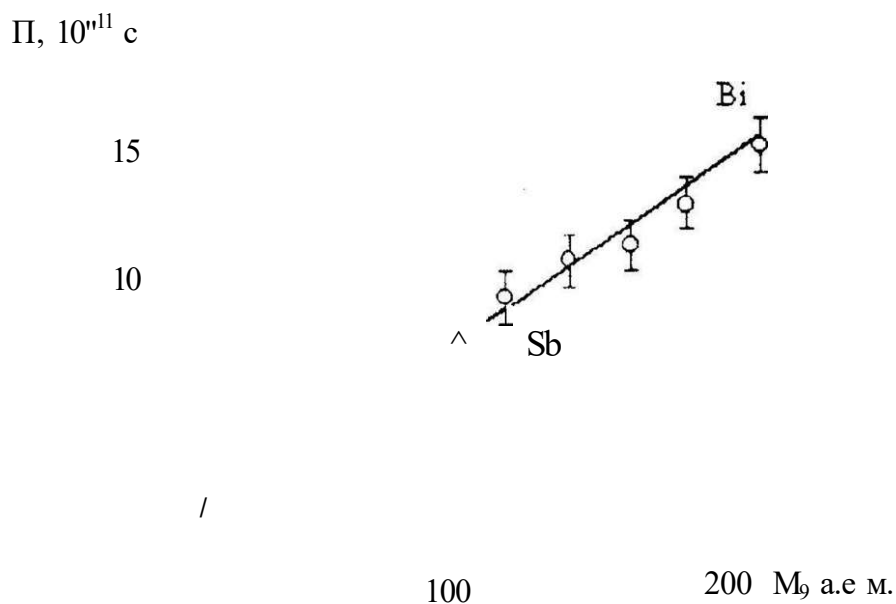


Рис. 2

Закономерности изменения скорости распространения ультразвука в расплавах и их связь с периодической системой Д.И. Менделеева

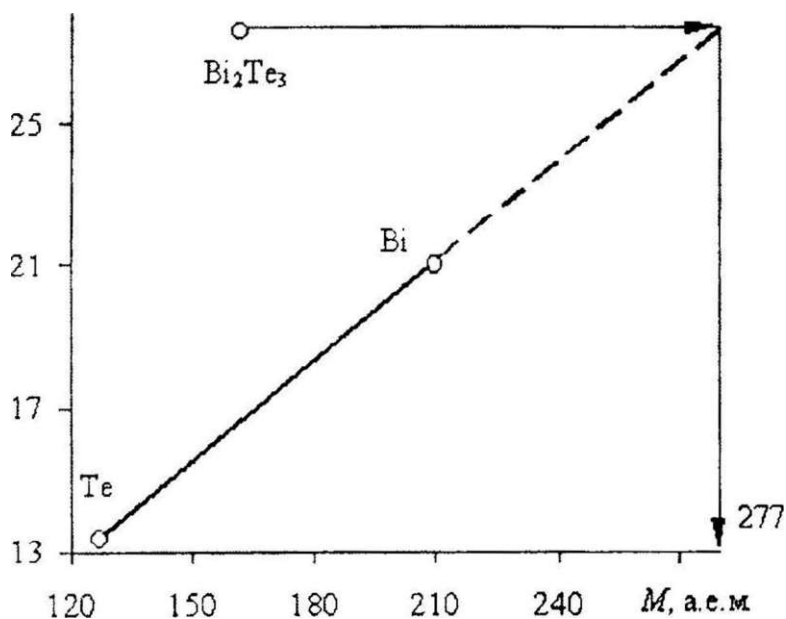


Рис. 3

прочность межатомной связи у расплавов подгруппы Zn меньше, чем у расплавов подгруппы Си, как видно по углу наклона прямых $v \sim \sqrt{M}$ для соответствующих подгрупп на рисунке 2. По-видимому, это связано с заполненностью внешней s -электронной оболочки у элементов подгруппы цинка.

На рисунке 2 приведены данные для расплавов, которые достаточно строго подчиняются соотношению (4). Однако не все простые вещества подчиняются закону линейности зависимости $v \sim \sqrt{M}$. На рисунке 3 в координатах $v \sim \sqrt{M}$ представлены данные для расплавов простых тел, образованных атомами

элементов главных подгрупп (кислорода, азота, углерода и бериллия) Периодической системы. Суть отклонений состоит в том, что прямые $v \sim \sqrt{M}$ не исходят из начала координат, как того требует уравнение (4). Рассмотрим подгруппу кислорода. Известно, что в расплаве серы помимо цепочечных образований имеются также кольцеобразные молекулы S_8 [10]. В расплаве селена имеются цепи протяженностью $\sim 10^4$ атомов, а по некоторым данным и больше [11]. Расплав же теллура лишь вблизи точки плавления характеризуется наличием сравнительно коротких цепочек из 50-60 атомов и значительной доли димеров и

мономеров [12].

Сложное и столь различное строение расплавов веществ подгруппы кислорода и является причиной отклонения от закономерности (4). Наличие в расплавах S, Se и Te ассоциатов и цепей различной протяжённости не позволяет оценить величину M , отвечающую их реальному строению. Таким образом, положительное отклонение от закона, предписываемого уравнением (4), связано с полимерным строением соответствующих расплавов. Отклонение мы называем положительным потому, что величина b_s больше, чем следовало бы ожидать, если бы прямая $y \sim 1/(M^1)$, соединяющая точки для S, Se и Te, исходила из начала координат. Для элементов подгруппы азота (сурьма, висмут) и углерода (кремний, германий, олово и свинец) также наблюдаются положительные отклонения от зависимости (4). По-видимому, отклонения в данном случае определяются той же причиной, что и в случае подгруппы кислорода.

Действительно, согласно [11] наличие в расплавах Si, Ge, Sb и Bi вблизи температуры плавления кластерных образований должно приводить к увеличению значения M . В пользу этого соображения свидетельствует и тот факт, что прямая, проходящая через точки, отвечающие Pb и Sn, которые по имеющимся данным можно трактовать как атомарные жидкости, проходит

строго через начало координат зависимости $Vg \sim 1/(M^1)$.

Если эту прямую экстраполировать и на её продолжение снести экспериментальные значения y для германия и кремния, то можно оценить истинную молекулярную массу в расплавах последних. На рисунке 3 эти значения отмечены чёрной точкой.

Пример отрицательного отклонения от закона (4) представляет зависимость $y \sim 1/(M^1)$ для подгруппы бериллия (магний, кальций, стронций, барий). Анализ зависимости $y \sim 1/(M^1)$ для подгруппы бериллия позволяет сделать следующие заключения. Во-первых, линейный её характер позволяет экстраполировать её на значения (M^1) , отвечающие радио и бериллию, и таким образом оценить скорость распространения ультразвука в расплавах последних при соответствующих температурах плавления. А во-вторых, в соответствии с логикой предыдущих рассуждений допустима возможность усиления ассоциированности в ряду элементов Mg Ga -> Sr -> Ba. Такое допущение косвенно подтверждается данными по электросопротивлению расплавов этих веществ [10].

Важнейшим преимуществом обобщений экспериментальных данных различных свойств на основе Периодического закона Д.И. Менделеева является возможность про-

гнозирования свойств еще не изученных веществ и трудно доступных в эксперименте веществ.

В данном случае, используя линейность зависимостей v^{\wedge} мы предсказываем следующие значения скорости распространения ультразвука при температурах плавления в расплавах франция, радия и бериллия - 740; 745 и 7000 м/с соответственно.

Таким образом, проведенное обобщение результатов экспериментальных исследований скорости рас-

пространения упругих волн в расплавах простых веществ на основе модифицированного уравнения Лапласа и Периодического закона Д.И. Менделеева позволяет: во-первых, составить достаточно обоснованное заключение о микронеоднородном строении некоторых электронных расплавов; во-вторых, прогнозировать упругие свойства еще не изученных веществ. Диаграммы $u^{\wedge} - M^{\wedge}$ могут быть использованы для анализа реальных жидкостей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гитис М.Б., Михайлов И.Г. // Акустич. журн.- 1966. - Т. 12. -№2. - С. 145.
2. Новиков И.И., Рощупкин В.В., Трелин Ю.С. Обзоры по теплофизическим свойствам веществ. №6. - М.: ИВТАН СССР, 1981.-С. 65-98.
3. Blairs S., Тоасоо U. // J. inorg. nucl. chem. - 1980. - V.42. - P. 1555.
4. Регель А.Р., Глазов В.М. Периодический закон и физические свойства электронных расплавов. - М.: Наука, 1978.- 307 с.
5. Регель А.Р., Глазов В.М., Ким С.Г. // Физика и техника полупроводников. - 1986. --Т.20. -№8. - С. 1353.
6. Глазов В.М., Ким С.Г., Тимошенко В.И. Ультразвуковой преобразователь для контроля расплавов металлов и полупроводников. А.с. №114659! СССР. Б.И.- 1985. -№11.
7. Глазов В.М., Тимошенко В.И., Ким С.Г. // Заводская лаборатория. - 1985. - Т.51. -№3. - С. 22.
8. Вебер Дж., Стефенс Р. Физическая акустика. Т.4Б. Под ред. У.Мэзон. - М.: Мир, 1970. - С. 75-122.
9. Ниженко В.И. Методы исследования и свойства границ раздела контактирующих фаз. - Киев: Наукова думка, 1977. - С. 125-163.
10. Регель А.Р., Глазов В.М. Физические свойства электронных расплавов. - М.: Наука, 1980. - 296 с.
11. Регель А.Р., Глазов В.М. Закономерности формирования структуры электронных расплавов. - М.: Наука, 1982.-320 с.
12. Глазов В.М., Кольцов В.Б.// Журн. физ. химии. - 1981. - Т.55. - №11.-С. 2759.

УДК 74.580.26

ЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ТЕОРИИ МОЩНОСТЕЙ И ТРАНСФИНИТОВ

Г.М. Муканов

Павлодарский государственный университет
им. С. Торайгырова

%

ЩІ Мақалуда оқытудың кәсіби-педагогикалық және іргелілік принциптеріне **мумкінділігінше** сәйкестендірілген қуаттар және трансфиниттер теориясының логикалық құрылымы ұсыныған.

В статье предложен один из возможных вариантов логической структуры теории мощностей и трансфинитов, которая наиболее полно отвечает принципам профессионально-педагогической направленности и фундаментальности обучения.

In this article one of the possible variants of powers and transfinite theory's logical structure is proposed, which more fully conforms the principals of fundamental teaching and professional and pedagogical dipection.

Достижение целей обучения в каждом конкретном математическом курсе зависит от организации учебного процесса и от того, насколько обучаемый в этом процессе самостоятелен и активен. Активная познавательная деятельность студентов является необходимым условием расширения их познавательных и творческих возможностей. Причем, степень активности познавательной деятельности студентов существенно зависит от мотивации, т.е. от их убежденности в необходи-

мости полученных знаний в будущей профессиональной деятельности (принцип профессиональной направленности преподавания) и от научной целостности изучаемой дисциплины (принцип фундаментальности образования), который является стартовым условием для «обучения на основе науки» [4;3-7]. Успешность учебного процесса существенно зависит от выбранной преподавателем логической структуры учебного материала, в одних случаях ускоряя этот процесс, в дру-

гих, наоборот, тормозя его. Правильно построенная логическая структура учебного материала должна отвечать принципам профессиональной направленности преподавания и фундаментальности образования и способствовать активизации познавательной деятельности студентов. В настоящей статье приводится один из вариантов логичес-

кой структуры теории мощностей и трансфинитов для специальности «математика», наиболее полно отвечающий этим требованиям.

При определении логической структуры теории мощностей и трансфинитов мы исходим из следующей глобальной структуры:

Локальная структура теории мощностей приведена на рис. 1.



Рис. 1

Понятие мощности вводится исходя из взаимно однозначного соответствия между элементами двух множеств. Два множества, между элементами которых существует взаимно однозначное соответствие, называются эквивалентными. По отношению эквивалентности «все множества» разбиваются на классы эквивалентных множеств. Символ, поставленный в соответствие данному классу эквивалентных множеств, называется мощностью любого множества из этого класса. В связи с этим возникает проблема определения класса множеств данной мощности. Таким образом, мы приходим

к классам множеств конечной мощности, мощности континуума, гиперконтинуума и т.д. Эти мощности соответственно обозначаются символами \aleph , \mathfrak{a} , \mathfrak{c} , \aleph и т.д. Обычно, если данное множество обозначено буквой M , то его мощность обозначается символом fuf .

Конечные мощности, как количество элементов данных множеств, приводят к возрастающей последовательности натуральных чисел, которые сравнимы и естественным образом упорядочены. Кроме того, над ними определены операции сложения и умножения. Что касается бесконечных мощностей, то их срав-

нение и операции над ними требуют соответствующего исследования. В первую очередь определяется «место» счетной мощности в классе всех мощностей. Через теоремы о том, что каждое бесконечное множество содержит в себе счетное подмножество и каждое бесконечное подмножество счетного множества счетно, мы приходим к выводу, что *счетная мощность является наименьшей бесконечной мощностью*. Далее группа теорем о счетных мощностях определяет операции между конечными и счетными, а также между счетными мощностями. Например, теорема о том, что объединение конечного и счетного множеств является счетным, означает, что $n + a = a$. Точно также, что счетность объединения счетного числа счетных множеств доказывает справедливость равенства $a + a = a$. Аналогично доказывается, что $n \cdot a = a$, $a \cdot n = a$.

Отсюда естественно возникает проблема о существовании бесконечной мощности, отличной от счетной. Эта проблема решается доказательством теоремы о несчетности множества точек сегмента $[0, 1]$ -Множество, эквивалентное множеству точек сегмента $[0, 1]$, объявляется множеством *мощности континуума*, сама мощность называется *континуумом* и обозначается символом c . Далее группа теорем определяет операции сложения и умно-

жения между построенными мощностями. Здесь доказываются теоремы, устанавливающие справедливость равенств: $c \pm n = c$, $c \pm a = c$, $a \cdot c = c$, $c \cdot c = c$.

Появление уже двух различных мощностей приводит к проблеме их сравнения. Из самого определения мощности следует, что если множества эквивалентны, то их мощности равны и наоборот. Следовательно, понятия «больше» и «меньше» определяются между мощностями множеств, не являющихся эквивалентными. Исходя из этого, мы приходим к выводу о том, что если A не эквивалентно B и A есть подмножество эквивалентное Q , то мощность A больше мощности B ($A > B$), соответственно, мощность B меньше мощности A ($A < B$)- По этому определению легко устанавливается, что $n < a < c$. Теперь естественно возникает задача о существовании мощности большей мощности c . Здесь доказывается теорема о том, что мощность множества всех действительных функций, определенных на сегменте $[0, 1]$, больше мощности континуума. Любое множество, эквивалентное этому множеству, называется *множеством мощности гиперконтинуума*. Сама мощность называется *гиперконтинуумом* и обозначается символом \aleph . Очевидно, эти мощности связаны соотношением $n < a < c < \aleph$. Аналогично ставится задача о существовании

мощности, большей / и т.д. Эта проблема окончательно решается доказательством теоремы о том, что мощность множества всех подмножеств данного множества больше мощности исходного множества. Таким образом, какое бы множество мы ни взяли, всегда можно построить множество, мощность которого больше мощности взятого нами множества. В этом смысле мощнос-

ти неограниченны, т.е. нет универсального множества, мощность которого была бы больше мощности любого другого множества, не эквивалентного ему. Теория мощностей завершается установлением необходимого и достаточного условия равенства мощностей (теорема Кантора-Бернштейна). В итоге мы приходим к следующей логической структуре теории мощностей (Рис.2):

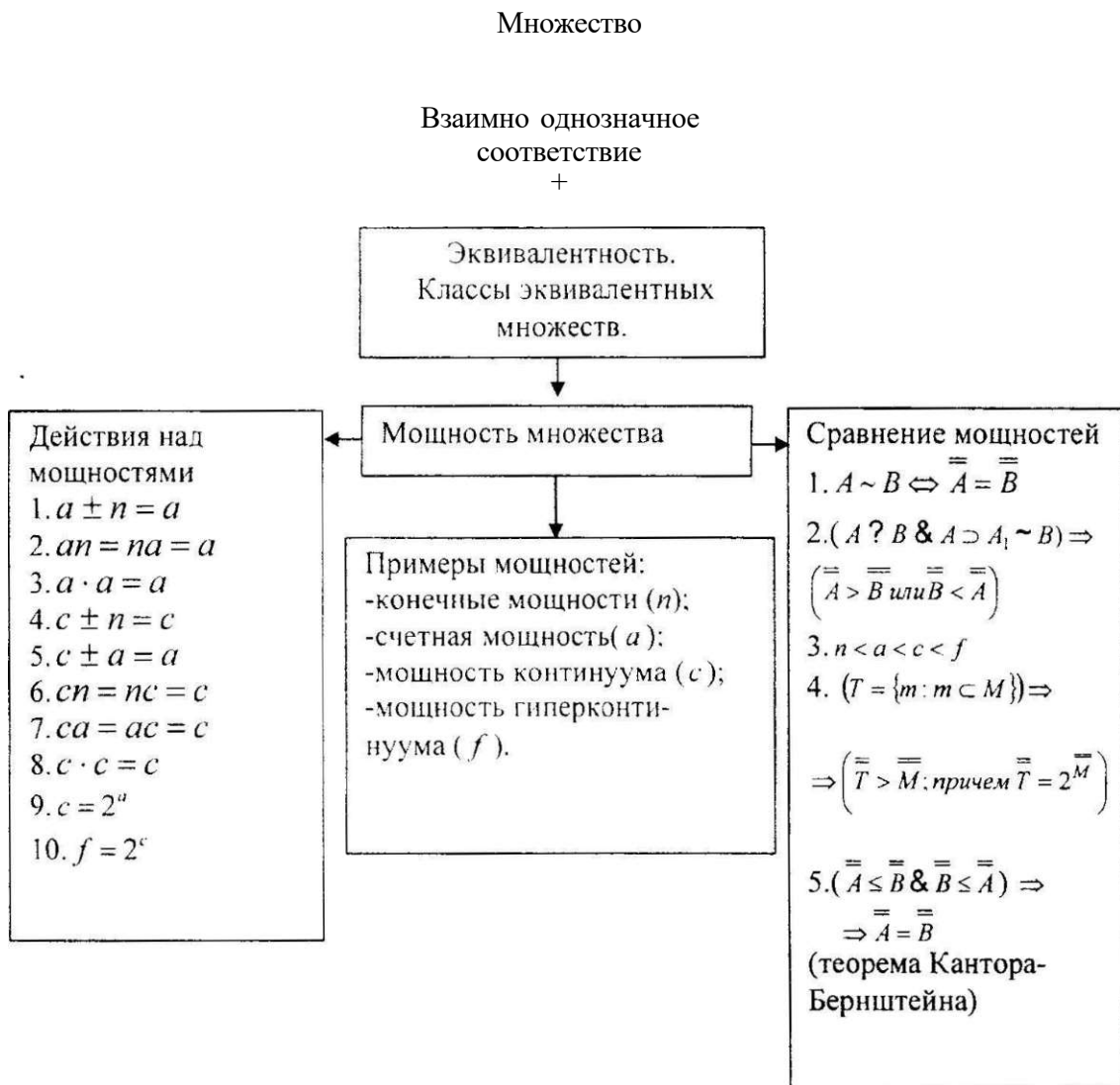


Рис. 2

Если при определении мощно- сти мы исходили из понятия взаим- но однозначного соответствия, ко- торое является отношением эквива- лентности множеств, то при опреде-

лении порядковых чисел мы исхо- дим из понятия изоморфизма мно- жеств. Предлагаемая локальная структура теории порядковых чисел приведена на Рис.3.



Рис. 3

Пусть \mathfrak{L} - произвольное мно- жество. Рассмотрим множество $E^2 = \{(a,b): a \in E, b \in E\}$ - Если по некоторому правилу sr из множе- ства E^2 выделено его подмножество E^u , то говорят, что пара $\{a, b\} \in E^u$ находится в бинарном отношении $(r$ и записывается символом $asr b$. Если бинарное отношение рефлексивно ($asr a$), транзитивно (если $a <_r b$ и $ber c$, то $asr c$) и антисим- метрично (если $asr b$ и $ber a$, то $a = b$), то $<_r$ называется отношением *частичной упорядоченности* и обозначается символом $<$. Если между элементами множества \mathfrak{L} определено отношение частичной упорядоченности, то оно называется *частично упорядоченным*. Эlemen- ты частично упорядоченного мно- жества A и B , находящиеся в отно- шении $<$, называются *сравнимыми*.

Если любая пара элементов множе- ства \mathfrak{L} сравнима, то \mathfrak{L} называется *упорядоченным (линейно упорядочен- ным, совершенно упорядоченным)*.

Пусть \mathfrak{L} и E' - $D^{\mathbb{R}^a}$ частично упорядоченных множества и f есть отображение \mathfrak{L} в E' . Будем гово- рить, что отображение f *сохраня- ет порядок*, если из $a < b$ ($a, b \in \mathfrak{L}$) следует $f(a) < f(b)$ ($f \in E'$). Отобра- жение f , сохраняющее порядок, называется *изоморфизмом* частично упорядоченных множеств $\mathfrak{L} \cong E'$ если оно взаимно однозначно и от- ношение $f(a) < f(b)$ выполнено тогда и только тогда, когда $a < b$. В этом случае множества \mathfrak{L} и E' называются *изоморфными*. Отноше- ние изоморфизма симметрично, транзитивно и рефлексивно, следо- вательно, оно является отношением эквивалентности. Отсюда следует,

что имеющийся запас частично упорядоченных множеств может быть разбит на классы изоморфных множеств. Если два множества изоморфны, то говорят, что они имеют один и тот же *порядковый тип*. Иначе говоря, порядковый тип - это то общее, что присуще изоморфным между собой множествам (сравни с определением мощности).

Очевидно, частично упорядоченные множества, имеющие одинаковый порядковый тип, имеют одинаковую мощность, однако множества, имеющие одинаковую мощность, не обязаны иметь одинаковый порядковый тип. Например, множество натуральных чисел, расположенное в естественном порядке, и то же самое множество, расположенное в обратном порядке, имеют одинаковую мощность, имеют разный порядковый тип. Порядковые типы этих множеств (и, естественно, изоморфных им множеств) соответственно обозначаются символами ω и ϕ (ω^* ω^*)-

Упорядоченное множество называется *вполне упорядоченным*, если каждое его непустое подмножество содержит наименьший элемент (т.е. элемент, предшествующий всем элементам этого множества). Порядковый тип вполне упорядоченного множества называется *порядковым числом*. Порядковое число бесконечного множества называется *трансфинитом*.

Упорядоченная сумма порядковых чисел определяется через упорядоченную сумму вполне упорядоченных множеств. Это приводит к порядковым числам

$$\omega + \omega, \omega + \omega + \omega, \omega + \omega + \omega + \omega \text{ и т.п.,}$$

где α -порядковое число конечного множества.

Упорядоченное произведение порядковых чисел определяется как порядковое число упорядоченного произведения вполне упорядоченных множеств. Это определение приводит к порядковым числам

$$\omega^n, \omega^{\omega}, \omega^{\omega^2}, \dots, \text{ и т.п.}$$

Если множество A имеет порядковое число α , то говорят, что A - *множество типа α* . Пусть даны множества B типа β и множество C типа γ . Если B изоморфно C , то, по определению, $\beta = \gamma$. Если B не изоморфно C и $B < C$ имеется начальный отрезок, изоморфный C то $\beta > \gamma$. Справедлива теорема о том, что любые два порядковых числа α и β сравнимы между собой, т.е. нет несравнимых порядковых чисел. Отсюда следует, что если B и $C \sim$ вполне упорядоченные множества, то либо они эквивалентны между собой (следовательно, равномощны), либо мощность одного из них больше, чем мощность другого, т.е. мощности вполне упорядочен-

ных множеств не могут быть несравнимыми.

Поскольку все вполне упорядоченные множества сравнимы по мощности, естественно ставить вопрос: всякое ли множество можно вполне упорядочить? Положительный ответ на этот вопрос означает, что несравнимых мощностей не существует. Цермело доказал, что положительный ответ на этот вопрос эквивалентен аксиоме выбора (теорема Цермело). Аксиома выбора также эквивалентна теореме Хаусдорфа и Лемме Цорна.

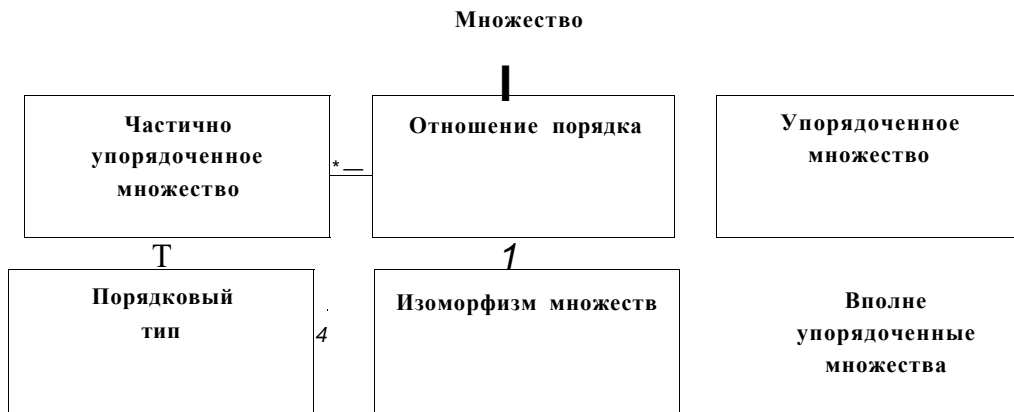
Метод, аналогичный методу математической индукции, построенный заменой натурального ряда любым вполне упорядоченным множеством называется *трансфинитной индукцией*. Если принять аксиому выбора, то, по теореме Цермело, всякое множество можно вполне упорядочить, т.е. трансфинитная индукция может быть выполнена по любому множеству.

Совокупность всех порядковых чисел, отвечающих конечной или счетной мощности, образует вполне упорядоченное множество. Очевидно, это множество несчетно. Обозначим через ω_j порядковый тип этого множества, а его мощность через \aleph_j . Как сказано выше, $\aleph_0 < \aleph_1$. Легко устанавливается, что не существует мощности \aleph , удовлетворяющей неравенству $\aleph_0 < \aleph < \aleph_1$. \aleph_1 является первой

несчетной мощностью. Предположение о том, что мощность континуума совпадает с \aleph_1 , известно под названием «*континуум - гипотеза*». Допущение о том, что континуум-гипотеза верна, привела к построению аксиоматической теории множеств Геделя-Бернайса и Цермело-Френкеля. В рамках этой теории была установлена непротиворечивость и независимость аксиомы выбора. Отказ от аксиомы выбора значительно обедняет теорию множеств. Однако он приводит к построению рекурсивных функций и таких понятий, как понятие вычислимого числа и др.

Таким образом, мы приходим к логической структуре теории порядковых чисел, приведенной на рис.4.

Из этой логической структуры следует, что через изоморфизм множеств по отношению порядка определяется порядковое число. Если принять аксиому выбора, то предположение о том, что мощность континуума совпадает с первой несчетной мощностью (континуум-гипотеза), решается положительно, любые множества становятся сравнимыми по мощности и появляется возможность введения трансфинитной индукции по любому множеству. Отрицание аксиомы выбора приводит к отрицанию континуум-гипотезы, однако появляется возможность построения рекурсивных функций, вычислимых чисел и введения других понятий.



Порядковое число

Операции нал
порядковыми
числами.
Упорядоченная
сумма и
упорядоченное
произведение
порядковых чисел.
Например:
 $CO + П \setminus (O + CO)$
 $co + co + n$ и т.д.
 $co \cdot n:co^2co''$
 $co^o \setminus oY^o$ и т.д.

Примеры
порядковых чисел:
1. n - порядковое
число конечного
множества;
2. rtJ -порядковое
число натура-
льного ряда;
3. CO - поряд-
ковое число на-
турального ря-
да, распожен-ного в
обратном порядке и
др.

1
Сравнение
порядковых
чисел

Аксиома Еыбора
и предложения,
эквивалентные
аксиоме выбора

T
Независимо-сть
и непро-
тиворечивость
аксиомы выбора

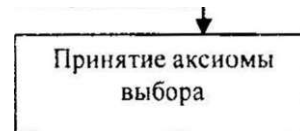
Трансфиниты

Трансфинитная
индукция

Возможность
ведения
трансфинитной
индукции по любому
множеству

Отрицание аксиомы
выбора

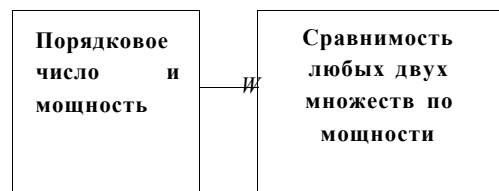
£



Рекурсивные
функции,
вычислимые
числа и др.

Отрицание
континуум-гипотезы

1
Положительное
решение континуум-
гипотезы



ЛИТЕРАТУРА

1. А.М. Сохор. Логическая структура учебного материала. -М., 1974. -С. 175.

2. А.Н. Колмогоров, С.В. Фомин. Элементы теории функций и функционального анализа. -М., 1989. -С. 17-56.

3. И.П. Натансон. Теория функции вещественной переменной. - МЛ 1957. -С. 13-36,401 -421.

4. Н. Федоров. Качество образования - категория фундаментальная //Высшее образование в России. -2000. -№ 2. -С. 3-7.

УДК 631.42 (574.25)

ПАВЛОДАР ҚАЛАСЫНЫҢ ӨНДІРІС АЙМАҒЫНЫҢ ТОПЫРАҚ ҚҰРАМЫНА ЫҚПАЛЫ

Ж.Қ. Шоманова, Р.Ж. Мүканова,

Қ.Т. Сапаров, Р.Қ. Сеитова

*С. Торайаыров ашындазы Павлодар мемлекеттік
университеті/*

*Исследован химический состав почвы промышленных районов
г.Павлодара.*

*Павлодар қаласыны и өндіріс аймағының топырақ құрамы
зерттелінген.*

Chemistrical composition analisys ofPavlodar industrial regions ofsoil

Павлодар қаласы республикамыздың солтүстік шығысында орналасқан ірі өндіріс орталықтарының бірі. Облысымыздың аумағы еолтүстікпен оңтүстікке созылып жатқанымен бір ғана топырақ зонасында жатыр. Павлодар қаласының топырағы қара - қоңыр топырақ, Ертістің жайылмасында жайылымдық-шалғындық топырақ түрі басымдық келеді.

Топырақ түзілісі, ылғалдану дәрежесі, жер асты суларының минералдануы топырақ түзуші жыныстар және өсімдік жамылғысына байланысты болады. Топырақ құнарлығының деңгейі мен топырақ үрдестеріне қоршаған орта реакцияларының маңызды

әсері бар. Топырақ құрамында жоғары қышқылдық немесе сілітілік өсімдіктердің өсуі мен дамуына әсер етеді. Топырақтан құнарлы заттарды сіңіру үрдісінде $pH < 3$ жеш $pH > 9$ болса, өсімдіктердің тамыр жасаушыларының цитоплазмасы зақымданады. $pH > 8,5 - 8,7$ сілітілік жағдайда нитраттар мен фосфаттар жетіспеушілігі, тез еритін тұздардың артықшылығы, топырақ ерітіндісінде темір және маргажц, мыс пен мырыштың екі валентті формаларының жетіспеушілігі мүмкін. Қышқыл топырақтарда нитрификацияның төмен болуына байланысты нитраттардың жетіспеушілігі өсімдіктерге тән емес, темір мен алюминидің үш

валентті формаларындағы фосфаттар байланысы, кальций, магний, калий, күкірт жетіспеушілігі мүмкін. Сонымен қатар алюминий мен марганецтің қосалмалы қосылыстарының артық болуы, өсімдікті уландыруға әсер етеді. Жалпы топырақта тотықтырғыш қалпына келтіретін үрдістер жақсы дамыған. Тотықтырғыш қалпына келтіру үрдістерінің бағыты мен интенсивтілігін топырақтың рН, карбонаты /гумус/ калий, фосфор, кальций, магний, хлорид, сульфат, карбонат және нитрат иондарының мөлшерін анықтадық.

Химия кафедрасында Павлодар аймағындағы топырақтың ЗертШ мониторингі тексерілді. Зерттеу объектісі ретінде біз Павлодартрактор АҚ, Химпром АҚ, Ақсу қаласы, Усолка мәлтек ауданының және қала орталығы Ертіс маңы топырақ үлгілерін алдық.

Анализ нәтижелері: рН, Ақсу қаласынан басқа, барлық учаскелерде нейтралды екендігін көрсетті. Ақсу қаласындағы алынған топырақтың, әсіресе феррокорту зауыты аймағындағы топырақтың рН-4-5 тең. Гумус құрамы бойынша «Химпром» АҚ, Ақсу қаласының топырағының гумусы аз, «Павлодартрактор» АҚ және «Усолка» мәлтек ауданында әлсіз гумусты деңгенде, калий мөлшері соңғы объектіде төмен, «Павлодартрактор» АҚ мен «Химпром» АҚ. 10-25 см қимасында орташа, 0-10 см қимасында жоғары.

Барлық учаскелерде фосфор мөлшері төмен. Гидрокарбонаттар

мөлшері орташа, кальций мен магний мөлшері төмен. «Павлодартрактор АҚ» анықтайтын басты жағдайлар - топырақтың аэрация мен ылғалдық қалпы, биохимиялық реакциялар жүретін температура мен органикалық заттардың болуы.

Топырақтың тотықтырғыш қалпына келтіру жағдайларының сандық сипаттамасы шартты көлем жәшік милливольттар арқылы өлшенген тотықтырғыш қалпына келтіру потенциалы (1:1) ретінде шығады. Күлгін топырақтарда дұрыс ылғалдық жағдайында тотықтырғыш қалпына келтіру потенциалы 550-750 мВ, қара топырақтарда 400-600 мВ, сұр топырақтарда 350-450 мВ, қызыл топырақтарда 400-500 мВ. құрайды. Сонымен топырақтың тотықтырғыш қалпына келтіру үрдістерінің күштілігі қоршаған орта реакцияларына байланысты.

Павлодар қаласының өндірістік аймақтарының топырақтарының құрамының анықталуы 11 жасаған уақыпта 0-10 см қимасынан басқа учаскелерде сульфат иондарының мөлшері орташа. Топырақтың күкіртті газ, калий гидроксиді, күдікпен қатар алюминий, тетраэтилді корі асырмай және т.б ауыр металдармен қосылуы анықталды. Жылдары топырақтың құрамының шөгінді топтар санының өзгеруін тудырды, бұл топырақтың құрылымы мен химиялық құрамына әсер еткен (микроалдану, гумустың үрдісі). Осының барлығы фитосеноздың өнімділігін төмендетуіне де әсер еткен. Органикалық қалыңдықтың өсуіне де әсер еткен.

қышқылы қасиеттерінде, құрамында өзгерістер жүріп жатыр (гуматтар тығыздығының азаюы, карбоқышкылды топырақтар көлемінің кондзсациялық өзгерісі т.б.). Атмосферамық өнеркәсіптік ластау табиғи заңдылықтарды да өзгертеді. Күкірт, кальций магний азот және басқа да элементтер қосылыстарының миграциясы, топыраққа кальций мш магний иондарының өзгерістері байқалады. Топырақтарда топырақ мишралдарының ушу үрдісі жүріп жатыр, Бұл топырақ кимасы шегіет жацагы аталган иондардың ығысып шығуына әсер етеді. Зерткү нәтижесінде учаскеің топырагының жарамсыз болуы, оның басты себебі ай тропогадді факлорлардың аумақтың то

ғырағыша әсер етуіш байланысты екені аныкталды.

Адамзат алдындағы үлкен апат - экологиялық апат. Экологиямызды қорғау үшін көптеген шаралар қолдануымыз қажет. Қалдықсыз өндіріс, өндіріс технологияларын қайта жабдықтау, ағаштар отырғызу, көгалдандыру, қалдықтарды дұрыс өтелде, су жүйелерін тазарту, улы жәш радиоактивті қалдықтарды көму, зауытмұржаларына сапалы жасалынған ұстағыштар орнатылуы керек екендігін әрбір адамзат баласы еске сақтауы қажет. Экология ел амандығы деп ойласақ, ең алдымен туған жердің табиғатын аялау бічдің басты міндетіміз.

ӘДЕБГІНТ

1. С.И Колесников, К.Ш Козеев, В,Ф Вальков. Влияние загрязнение тяжелыми металлами на щелочио-кислотные и окислительно-восстановительные условия в черноземе обыкновенном. //Экология. -2000. -№3.

2. М.И Чуб. География -Пав;юдарской области. -Павлодар, 1996.-С34

3. Материалы научно-практической конференций. Жандаевские чтения. -Алматы, 2000-С.70-74.

4. С.И Колесников. Влияние загряз-
І u І t і е тяжелыми металлами на щелочно-
кислотные и окислительно-восстанови-
тельные условия в черноземе обыкновен-
ном. //Агрохимия. -2001. -№ 9.

УДК 536:53

ФОРМУЛИРОВКИ ВТОРОГО ЗАКОНА ТЕРМОДИНАМИКИ И ЕГО АНАЛИТИЧЕСКИЕ ВЫРАЖЕНИЯ В СВЕТЕ НОВОЙ КОНЦЕПЦИИ НЕРАВНОВЕСНОСТИ

В.В. Рындин

ж Павлодарский государственный университет

им. С.Торайгырова

Термодинамика екінші заңы тұжырымдарының оқшауланған жүйе тепе-теңсіздігінің өсуі мүмкін емеетігі туралы тепе-теңсіздік тұж-сыпың негізгі қағидасына сәйкес келетіндігі көрсетілген.

ЯМ Показано соответствие формулировок второго закона термодинамики основному положению концепции неравновесности о невозможности роста неравновесности изолированной системы.

The conformity of the formulations of the second law of thermodynamics to the basic rule of the concept of nonequilibrium about impossibility of growth of nonequilibrium of the isolated system is shown.

Как известно, существует целый ряд различных формулировок второго закона (начала) термодинамики (ВЗТ, ВНТ), даваемых как самими основоположниками этого закона, так и авторами учебников, приводящих их в полном или неполном виде. В работе [1] показана неточность изложения в учебниках формулировок второго закона термодинамики, а также различие в их толковании.

Большое количество формулировок ВЗТ и обилие материала, по-

свящённого разъяснению этих формулировок, указывает на то, что суть второго закона термодинамики до сих пор не ясна — не ясно, что объединяет все эти формулировки и на изменение (сохранение в обратимых процессах) какого свойства материи указывает рост энтропии изолированной системы (ИС) при протекании в ней реальных процессов или её неизменность в обратимых процессах.

В работе [2] приведена новая система взглядов на понимание ВЗТ

— «концепция неравновесности», — в которой вводится новая категория «неравновесность» как свойство материи, обусловленное неодинаковостью распределения концентрации движения в пространстве, и на основе его формулируется философский (качественный) закон сохранения неравновесности изолированной системы в обратимых процессах и её уменьшение в необратимых (реальных) процессах.

Согласно концепции неравновесности второе начало термодинамики формулируется так: *полная (суммарная) неравновесность изолированной системы при протекании реальных (необратимых) процессов уменьшается, а при протекании идеальных (обратимых) процессов сохраняется.* В случае протекания обратимых процессов убыль неравновесности одного вида полностью компенсируется ростом неравновесности другого вида.

В качестве количественных характеристик неравновесности системы в работе [3] были введены два обобщающих понятия: энергетическое количество неравновесности (краткий термин — «неравновесность») и энтропийное количество неравновесности (энтропийная неравновесность), в основе обозначения которого используется символ энтропии S .

Энергетическое количество неравновесности является обобщаю-

щим понятием для таких физических величин, как потерянная работа при переходе ИС в равновесное состояние. получаемая работа в обратимом процессе при переходе неравновесной адиабатной системы в равновесное состояние, разность потенциалов (потенциальная разность) в неравновесном и равновесном состояниях системы, убыль потенциальной разности, эксергия тепла и эксергия потока.

Под энтропийным количеством неравновесности в данном состоянии неравновесной ИС понимается разность энтропий изолированной системы в равновесном и неравновесном состояниях — энтропийная разность и рост энтропии изолированной системы при переходе её в равновесное состояние

$$\Delta S - S_{?c} \sim S_{H?C} = \Delta S_{HPCmax} .$$

Под изменением (убылью) энтропийного количества неравновесности НРИС понимается убыль энтропийной разности и рост энтропии изолированной системы:

$$-d(6S^*) = dS_{nmc}.$$

В результате такого обобщения изменение энтропии неравновесной изолированной системы $d>S_{HPC}$, используемое для записи ВЗТ, приобрело смысл одной из количественных характеристик (ФВ) изменения

неравновесности ИС.

Подобно тому, как первый закон термодинамики, записываемый в виде балансового соотношения ΔE изменения физической величины энергии, является аналитическим

$$dL_{ис} = \chi < 1 \quad dL_4 < 0 \quad \text{и} \quad d(AS^*) = -dS_{НРНС} < 0,$$

является аналитическим выражением философского закона *невозможности роста неравновесности изолированной системы*: в обратимых процессах она не изменяется, а в необратимых процессах — уменьшается.

Следовательно, невозможны процессы, приводящие к росту полной (суммарной) неравновесности изолированной системы. Покажем, что все классические формулировки ВНТ отражают это требование концепции неравновесности.

Формулировку Р.Клаузиуса «Переход тепла от более холодного тела к более тёплому не может иметь места без компенсации» в соответствии с концепцией неравновесности можно перефразировать так: *увеличение термической неравновесности (перенос тепла от холодного тела к горячему) не может иметь места без уменьшения (компенсации) неравновесности какого-либо другого вида в эквивалентном или большем количестве*.

Следовательно, «компенсация»

(количественным) выражением философского закона сохранения движения при изменении его формы, так и второй закон термодинамики, записываемый в виде неравенств через энергетическое и энтропийные количества неравновесности

в формулировке Р.Клаузиуса имеет смысл уменьшения неравновесности где-либо в системе, наряду с ростом термической неравновесности. Например, в качестве компенсации роста термической неравновесности может быть уменьшение механической неравновесности источника работы, приводящего в работу холодильную машину, осуществляющую перенос тепла (ХД) на более высокий температурный уровень, т. е. создающую термическую неравновесность в системе.

Формулировку В.Томсона «Невозможно при помощи неодушевлённого материального двигателя получить от какой-либо массы вещества механическую работу путём охлаждения её ниже самого холодного из окружающих предметов» можно перефразировать так: *невозможен рост механической неравновесности (например, возникающей при подъёме груза) при одновременном росте термической неравновесности в изолированной системе (за счёт охлаждения холодного тела*

ниже температуры окружающей среды).

То есть, согласно этой формулировке, невозможен процесс с одновременным увеличением термической и механической неравновесности без уменьшения неравновесности какого-либо другого вида в равном или большем количестве.

Другая формулировка В.Томсона «Теплоту какого-либо тела невозможно превратить в работу, не производя никакого другого действия, кроме охлаждения этого тела» может быть перефразирована так: невозможно получить (создать) механическую неравновесность (работу) без уменьшения какой-либо другой неравновесности.

Иногда считается, что этой формулировке Томсона противоречит процесс получения работы (создания механической неравновесности) при обратимом изотермическом расширении идеального газа, когда тепло (ХД) источника тепла полностью¹ превращается в работу (УД) при равенстве температур рабочего тела (РТ) и источников тепла (ИТ), т. е. без изменения термической неравновесности в системе. Однако и в этом случае рост меха-

нической неравновесности компенсируется уменьшением барической неравновесности системы (выравниванием разности давлений внутри цилиндра и в окружающей среде).

Особое место занимают формулировки ВНТ, связанные с получением работы в круговых процессах (циклах), когда рабочее тело периодически возвращается в начальное состояние и, следовательно, в адиабатной системе (сюда не входят источники и приёмники работы) неравновесность (барическая, термическая и др.) между рабочим телом и окружающей средой постоянных параметров не изменяется.

Полное превращение тепла в работу не противоречит ПЗТ; не противоречит такое преобразование и второму закону в случае протекания отдельного изотермического процесса, так как в нём рост механической неравновесности компенсируется уменьшением барической неравновесности системы РТ-ОС. Однако в случае протекания цикла барическая неравновесность системы РТ-ОС (при условии постоянства давления ОС) не изменяется и поэтому должна меняться другая неравновесность.

¹ Как отмечается в [1], под компенсацией Клаузиуса в процессах преобразования тепла в работу часто понимают необходимость, наряду с подводом, отвода тепла (отсюда делается вывод, что подводимое тепло нельзя полностью преобразовать в работу). Поскольку в изотермическом процессе расширения идеального газа вся теплота полностью подводится к РТ и полностью превращается в работу, то, следовательно, нет и компенсации (раз нет отвода тепла и нет уменьшения термической неравновесности где-либо).

Противоречие снимается, если под компенсацией понимать не только уменьшение термической неравновесности в системе, связанное с отводом части тепла от рабочего тела к холодному телу, но и уменьшение любого вида неравновесности (в случае изотермического процесса — барической неравновесности между рабочим телом и окружающей средой — атмосферой).

Возникает вопрос, за счёт убыли какой неравновесности при осуществлении цикла происходит создание механической неравновесности в результате аккумуляции работы (упорядоченного движения) приёмником работы (ПР)?

Поскольку в тепловой машине работа совершается за счёт тепла, то естественно предположить, что в качестве компенсирующего уменьшения неравновесности системы должно быть уменьшение термической неравновесности, но не между РТ и горячим телом (ГТ), для которых она в случае постоянства температуры ГТ может и не изменяться, а между горячим и холодным телами (ХТ). Уменьшение термической неравновесности в системе ГТ-ХТ происходит в результате передачи части тепла холодному телу.

Необходимость уменьшения неравновесности где-либо в системе, а именно, термической между источниками тепла, при совершении цикла косвенно отмечается во всех формулировках ВНТ, оговаривающих условия работы тепловой машины.

Так, в формулировке М.Планка «Невозможно построить периодически действующую машину, всё действие которой сводилось бы к поднятию груза и охлаждению теплового источника» указывается, как

и во второй формулировке Томсона, на *невозможность создания механической неравновесности* (поднятие груза), но не в процессе как у В.Томсона, а *в цикле без изменения неравновесности какого-либо вида в системе тел* (термическая неравновесность при постоянной температуре горячего тела в системе РТ-ГТ после совершения цикла, как уже отмечалось, не изменяется).

Если температура горячего тела (ИТ) уменьшается в процессе совершения цикла, то данная формулировка Планка совпадает с первой формулировкой Томсона, перефразируемой так: *невозможен рост механической неравновесности в системе ИТ-РТ-ПР при одновременном росте термической неравновесности* (за счёт охлаждения ИТ при неизменной от цикла к циклу температуре рабочего тела).

Теплоту, отдаваемую холодному телу в цикле стали связывать с компенсацией, т. е. с уменьшением термической неравновесности, эквивалентным росту механической неравновесности².

Отсюда и третья формулировка ВНТ В.Томсона: «Невозможно осуществление цикла теплового двигателя без переноса некоторого количества тепла от источника тепла с более высокой температурой к

² Как следует из концепции неравновесности, мерой (характеристикой) изменения неравновесности системы в цикле является не отдаваемая теплота, а работа идеального цикла Карно. При этом даже при малом изменении перепада температуры между телами (большая теплоёмкость тел) системы при конечном переносе тепла изменение количества неравновесности будет конечным.

источнику с более низкой температурой», которая наиболее точно отражает основной тезис концепции неравновесности: *рост механической неравновесности в изолированной системе при осуществлении цикла невозможен без уменьшения термической неравновесности, обусловленного переносом тепла от горячего тела к холодному.*

Из ВНТ для циклов также следует утверждение, что в круговом процессе теплота не может полностью превратиться в работу. Это верное утверждение, касающееся циклов, а именно, о необходимости уменьшения термической неравновесности путём подвода тепла к ХТ от ГТ, далее «философски» обобщается так: «теплота не может полностью превращаться в работу, а работа может», что связывается не со вторым началом термодинамики, применяемым к циклам, а с особенностями хаотической и упорядоченной форм движения. Однако, как уже неоднократно отмечалось, в случае отдельного процесса (изотермического) тепло (ХД) может полностью преобразовываться в работу (УД), что не противоречит ВНТ, так как в

этом случае рост механической неравновесности компенсируется уменьшением барической неравновесности.

Термодинамический анализ процессов, входящих в состав цикла, путём их геометрического построения показывает, что невозможно замкнуть цикл без хотя бы одного процесса, протекающего с отводом тепла. Тем самым подтверждается положение ВНТ *о необходимости отвода тепла в цикле — необходимости понижения термической неравновесности, компенсирующей рост механической неравновесности.*

Двигатель, работающий без компенсации, т. е. без отдачи части тепла холодному телу, В.Ф. Оствальд назвал вечным двигателем второго рода³. Формулировка ВНТ Томсона-Планка «Осуществление вечного двигателя второго рода невозможно» в свете изложенной концепции неравновесности означает *невозможность создания теплового двигателя (цикла) работающего в термически равновесной окружающей среде (создающего механическую неравновесность без уменьшения термической или иной неравновесности).*

³ В отличие от вечного двигателя первого рода, совершающего работу из ничего и тем самым противоречащего ПЗТ, вечный двигатель второго рода совершает работу за счёт подводимого тепла (убыли ВЭ горячего тела) и в этом смысле он не противоречит ПЗТ. Однако он противоречит ВЗТ, так как совершает работу (увеличивает механическую неравновесность) без компенсирующего уменьшения термической неравновесности, возникающего в случае переноса части тепла к холодному телу.

Вечным двигателем он назван потому, что в качестве единственного источника тепла он мог бы использовать равновесную окружающую среду (атмосферу или воду в океане), энергии которой хватило бы на сколь угодно длительное время работы этого двигателя. При работе такого двигателя в системе РТ-ОС-ПР одновременно с увеличением механической неравновесности растёт и термическая неравновесность из-за охлаждения ОС в системе РТ-ОС, что противоречит ВЗТ, согласно которому в любых процессах полная неравновесность ИС не может увеличиваться..

Формулировка Болыдмана «Природа стремится к переходу от менее вероятных состояний к более вероятным» означает, во-первых, что поскольку все естественные процессы протекают в сторону уменьшения неравновесности, то более вероятным будет состояние равновесия, и, во-вторых, что второе начало термодинамики не является точным законом природы, а имеет статистический характер и поэтому выполняется лишь «в среднем»: неравновесность изолированной системы может как уменьшаться, так и расти — на всё воля случая.

Однако дальнейшие исследования показали, что флуктуационные процессы, приводящие к переходу системы из равновесного состояния в неравновесное (создающие неравновесность в равновесной изолированной системе) имеют место только в микроскопических системах. Для макроскопических и галактических систем второй закон термодинамики, согласно которому неравновесность изолированной системы не может возрасти, выполняется всегда, т. е. он является достоверным (а не вероятностным) законом.

Формулировку Афанасьевой-Эренфест «Второй закон термодинамики состоит из двух самостоятельных положений. 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» можно перефразировать так: второй закон термодинамики состоит из двух самостоятельных положений. Одно из них называют вторым законом термодинамики для обратимых процессов или *принципом сохранения полной (суммарной) неравновесности изолированной системы*, второе — вторым законом термодинамики для необратимых процессов или *принципом уменьшения неравновесности изолированной системы*.

Несмотря на схожесть этих формулировок, имеется и принципиальное их отличие. Как уже отмечалось в [1], энтропия — физическая величина и «существует» только в сознании людей. В качестве же объективной реальности существует неравновесность — свойство материи, количество которой, согласно первой части ВЗТ, в обратимых процессах не изменяется, а согласно второй части в необратимых процессах уменьшается. Отличие также состоит и в том, что предлагаемая формулировка является философской, так как не содержит наименований конкретных физических величин, а формулировка Афанасьевой-Эренфест — физической, так как формулируется через конкретную физическую величину — энтропию.

В свете изложенной концепции неравновесности можно увидеть от-

личия в формулировках второго начала термодинамики. Сравнивая формулировку Томсона, что невозможно получить работу, охлаждая тело ниже температуры самого холодного из окружающих предметов, с формулировкой Планка, что невозможно получить работу (поднять груз), только охлаждая тепловой источник, можно увидеть, что в формулировке Томсона наряду с созданием механической неравновесности дополнительно увеличивается термическая неравновесность между источниками тепла (растёт перепад температуры), а в формулировке Планка при создании механической неравновесности в процессе совершения цикла термическая неравновесность между РТ и источником тепла в случае постоянства температуры последнего может и не изменяться.

Формулировка Клаузиуса отличается от формулировок Томсона и Планка тем, что она не связана с работой тепловой машины (циклом). Поэтому её можно считать более общей, формулируя так: *невозможно увеличить термическую неравновесность между двумя телами без уменьшения какой-либо неравновесности ещё где-либо.*

Как видим, приведенные выше формулировки классиков касаются лишь тепловых процессов. То есть

все формулировки ВНТ в учебниках — частные формулировки! — для тепловых процессов: переноса тепла, для тепловых машин. Через частный случай — тепловой двигатель — доказываемся и формулируется (постулируется) ВНТ. При этом причину отвода тепла к ХТ в цикле видят не в самом ВНТ, который применим ко всем процессам и установкам, в том числе и тепловым, а в особенностях тепла — хаотического движения. Тем самым ограничивается применение ВНТ тепловыми процессами.

Однако не отвод тепла диктует существование, появление ВНТ, а само ВНТ диктует необходимость отвода тепла в тепловых машинах, работающих по циклу, когда из всех неравновесностей, компенсирующих рост механической неравновесности, уменьшается только термическая, а если и она не будет изменяться, то не будет и тепловой машины, так как не будет цикла рабочего тела.

Второе начало термодинамики — это не просто тепловой закон, а всеобщий закон развития неравновесной материи, согласно которому *неравновесность макроскопической изолированной системы не может увеличиваться: в обратимых процессах она сохраняется, а в необратимых уменьшается!*

ЛИТЕРАТУРА

1. Рындин В.В. Критический анализ изложения формулировок второго закона термодинамики в учебниках // Наука и техника Казахстана. — 2002. — № 2. — С. 28-37.
2. Рындин В.В. Концепция неравновесности — как основа второго закона термодинамики // Наука и техника Казахстана. — 2002 — № 3. — С. 17-28.
3. Рындин В.В. Количественные характеристики (меры) неравновесности системы в данном состоянии и её изменения при протекании процессов // Наука и техника Казахстана. — 2002. — № 4. — С. 12-21.

УДК 539.182/184

ФУНКЦИОНАЛ ТОМАСА-ФЕРМИ-ДИРАКА ДЛЯ ИЗОЛИРОВАННЫХ АТОМОВ

Т. Сулейменов

Карагандинский филиал университета им. Д.А. Кунаева

Гомбаш функциялары арқылы Томас-Ферми-Дирак функционалының жекелген атомдар үшін минимумы табылған. Табылған тыңыздықтарды кванттық-химиялық есептеулер кезінде қолдануға болады.

С использованием функций Гомбаша найден минимум функционала Томаса-Ферми-Дирака для изолированных атомов. Найденная плотность может быть использована для квантово-химических расчетов.

With use of Gombas functions the minimum of Thomas-Fermi-Dirac functional for the isolated atoms is found. The found density can be used for quantum-chemical accounts.

Модель Томаса-Ферми-Дирака (ТДФ) - статистическая модель вещества и является особым приближённым подходом, который широко применяется для описания свойств веществ на различных его уровнях, например, атомного ядра, атома, молекулы и т.д. [1,2,3]- Привлекательность модели ТДФ связана с её простотой, наглядностью и универсальностью. Эти особенности делают её удобным инструментом

качественного и количественного анализа электронных структур.

Модель ТДФ последовательно обосновывается в локальном приближении современной теорией функционала плотности. Однако пользование подобной моделью связано с вычислительными трудностями при минимизации функционала плотности.

В рамках модели ТДФ полную энергию атома можно представить в виде

$$= E_K[w] + E_P[w] + E_{\text{ОБМ.КОРР}} M, \quad (1)$$

где $E_K[\gamma]$ - кинетическая энергия,

$E_P[\gamma]$ - потенциальная энергия,
 $E_{\text{ОБМ.КОРР}} M$ - обменно-корреля

ционная энергия электронного газа.

Минимум функционала $E[\gamma]$ - $m \int \rho dV$ ведёт к дифференциальному уравнению ТДФ и определяет энергию основного состояния атома и соответствующего ему распределения плотности электронов.

Вид функционала (1) довольно сложен и к тому же учёт квантовых эффектов ведёт к функционалу, зависящему от производных электронных плотностей. После того, как получен функционал (1) в явном виде, возникает проблема поиска

минимума $E[\gamma]$, удовлетворяющего некоторым граничным условиям [4]. Здесь уместно отметить метод представления γ и поиск минимума $E[\gamma]$ по работе Ленца и Йенсена [4,5]. Суть метода заключается в следующем. Как известно, поиск минимума функционала осуществляется по γ [2]. Ленц и Йенсен вместо такого подхода приняли, что γ является явной функцией радиуса вектора и зависит от варьируемых параметров, т.е. γ можно представить в виде полинома

$$w = (N/A - x^2) \cdot \exp(-x) \cdot (\epsilon c \cdot x^3), \quad (2)$$

где A - нормировочная постоянная, N - число электронов, ϵ - вариационный параметр.

Подставляя γ в функционал и произведя вариацию по c , можно найти энергию основного состояния и распределение электронной плотности. Результаты работы Ленца и Йенсена для атома аргона представлены на рисунке 1 (кривая 1). Распределения плотности на основании метода Ленца и Йенсена почти совпадают во внутренних областях атома

и дают достаточно точное среднее значение квантово-механической плотности по методу Хартри-Фока.

Усредненный характер распределения плотности в виде (2) неприемлем для расчёта квантовых эффектов, например, оболочечных. В связи с этим в работе [1] была принята попытка учёта квантовых эффектов оболочек с помощью теории Ветцеля-Крамерса-Бриллюэна. С учётом эффектов оболочек распределение плотности электронов выглядит как

$$S_{\nu} = \sin(V8Z) \cdot \arccos[(\sigma - \gamma)/(\sigma - \gamma)]$$

Естественно, данная поправка хотя и точнее описывает ход плотности, но недостаточно и неоднозначно.

В связи с этим нами предпринята попытка представить γ в виде орбитально-оболочечных функций типа Гомбаша:

$$w = 1(N_{\nu} - u j^{+} / 4) \cdot r - \exp(H i_{\pi} T), \quad (3)$$

где N_n - число электронов n -ой оболочки,

I_n и вариационные параметры n -ой оболочки.

Подставляя выражение (3) в функционал энергии (1) и производя вариацию по параметрам I_n и c_n , можно найти энергию основного состояния атома, а также соответствующую ей плотность распределения электронов. При вариации параметров I_n и c_n возникает проблема выбора его начального значения, и эта задача становится ещё труднее при увеличении числа оболочек атома. В связи с этим для ускорения процесса минимизации функционала $E[r]$ применили метод крутого восхождения, т.е. метод Бокса-Уйлсона с тем отличием, что при каждой вариации находили производную функционала в точке минимизации [6]. После нахождения минимума проверяли результат с помощью теоремы вириала.

После вычисления энергии основного состояния и проверки по теореме вириала определяли невязку, т.е.

$$SE = |E_K + E|,$$

Таблица 1

Результаты расчёта энергии основного состояния ряда элементов

Элемент	Энергия основного состояния, а.е.	
	наши данные	ХФР [8]
Li	8,0833	7,432726
B	25,3764	24,53906
F	97,9398	99,4093
Ne	125,9270	128,54,71
Ar	528,2242	526,8174
K	599,1645	599,1645
Kr	2763.613	2752,055

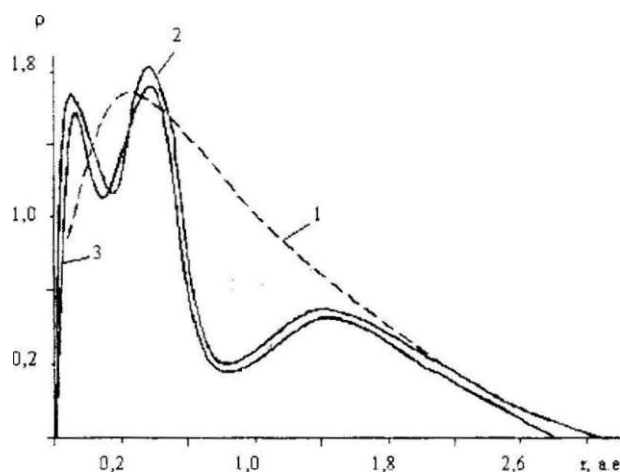
где E - полная энергия.

Обычно величина невязки dE составляет 1-2 а.е. Естественно, такая точность недостаточна. Если перевести её в эВ, то ошибка превысит значения энергии химической связи в молекулах и поэтому данный предел ошибки неприемлем при расчёте молекул.

В связи с этим в нашей работе производится дополнительная минимизация функционала в виде $dE[r]$. При этом минимальное значение $dE[r]$ оказывается равным порядка 0,018-0,001 а.е. энергии. Это довольно точное выполнение теоремы вириала.

На рисунке 1 представлены данные по распределению электронной плотности в аргоне, полученные Ленцем и Йенсенем [4,5], Мазаловым с соавт. [7] и нами. В таблице 1 представлены результаты расчёта энергии основного состояния ряда элементов в сравнении с данными работы [8]. Результаты показывают, что изложенный выше метод вполне корректно описывает поведение изолированных атомов.

Функционал Томаса-Ферми-Дирака для изолированных атомов



Кривая 1 - данные работ [4,5]
 Кривая 2 - данные работы [7]
 Кривая 3 - данные нашей работы

Рис. 1

ЛИТЕРАТУРА

1. Киржниц Д.А., Лозовик Ю.Е., Шпатковская Т.В. // УФН. - 1975.~Т.63.№3.-С874.
2. Гомбаш П. Статистическая теория атома и её приложения. - М.:ИИЛ, 1951.-С. 308.
3. Дирак П.А.М. Основы квантовой механики. - МЛ: Госгехиздат. 1932.
4. Lenz W. // Zs.f.Phys. - 1932. - V.77. - P.713.
5. Jensen H.// Zs.f.Phys. - 1932. -V.77.-P.722.
6. Ашмарин И.П., Васильев Н.Н., Амбросов В.А. Быстрые методы статистической обработки и планирования экспериментов.-Л.: Изд-во ЛГУ, 1971.
7. Мазалов Л.Н., Юматов В.Д. и др. Рентгеновские спектры молекул. -Н.: Наука, 1977. -С.331.
8. Фудзинага С. Метод молекулярных орбиталей. - М.: Мир, 1983. -С.461.

УДК 517.587

НЕКОТОРЫЕ СВОЙСТВА БИОРТОГОНАЛЬНЫХ ПОЛИНОМОВ, СООТВЕТСТВУЮЩИХ ПОЛИНОМАМ ЧЕБЫШЕВА-ЭРМИТА

Jjj М.Н. Ильясов

fjjjf Павлодарский государственный университет

III им. С. Торайгырова

ЩЩ Мақалада $(-\infty, +\infty)$ интервалында $H(x) = e^{-x}$ зілдеме функцияIB $R_n(x; k)$ және $T_n(x^k; k)$ көпмушелілердің

Щв алгебралық және конструктивтік қасиеттері қарастырылған.

ки В статье рассматриваются некоторые алгебраические и конструктивные свойства полиномов $R_n(x; k)$ и $T_n(x^k; k)$, биортогональных на интервале $(-\infty, +\infty)$ с весовой функцией $h(x) = e^{-x}$.

In the article algebraic constructive attributes of biorthogonal polynomials $R_n(x; k)$ and $T_n(x^k; k)$ over the interval $(-\infty, +\infty)$ and with the weight function $h(x) = e^{-x}$ is researched.

В работе [1] (гл. I, § 4) изучены многочлены $R_n(x; k)$ и $T_n(x^k; k)$, биортогональные на интервале $(-\infty, +\infty)$ с весовой функцией $h(x) = e^{-x}$.

В частности, для многочленов $R_n(x; k)$ найдены производящие функции:

$$\sum_{n=0}^{\infty} R_n(x; k) t^n = (1+t)^{-1} \exp \left[x \frac{t}{1+t} \right] \quad (1)$$

$$\sum_{n=0}^{\infty} R_{2n}(x; k) t^{2n} = \frac{1}{\sqrt{4k}} \frac{t^k}{2x(1+t)} \exp \left[x \frac{t}{1+t} \right] \quad (2)$$

В данной статье доказаны новые свойства этих многочленов.

Для $l, (*; \xi)$ справедливы рекуррентные соотношения:

$$\sum_{w=0}^n d_{2k}^{(m)} \quad (3)$$

$$\prod_{l=0}^{\infty} \dots \quad (4)$$

где $l!$ - символ Похгаммера, то есть $(a)_0 = 1$

$$(a)_n = (a-1) \cdot \dots \cdot (a+n-1).$$

Для доказательства (4) преобразуем правую часть (1).

$$= (1 + 0^{24} \exp x^2 [1 - (1 + 0 <])$$

$$= (1 + /)^{\Gamma} \Gamma(1 + /)^{4+2} \exp x^2 (1 - (1 + /)^T)$$

Заменяя выражения в фигурных скобках через левую часть (2) и используя известные соотношения

$$n \quad (5)$$

$$\sum_{u=0}^{\infty} \tau = \sum_{v=0}^{\infty} \sum_{w=0}^{\infty} \dots \sim m, \quad (6)$$

получим

$$\sum_{n=0}^{\infty} \frac{I}{n!} \dots = 0 + 0 \dots$$

$$\sum_{l=0}^{\infty} \dots \sum_{r=0}^{\infty} \dots \sum_{m=0}^{\infty} \dots$$

Из этого равенства, сравнивая коэффициенты в обеих частях при одинаковых степенях получим соотношение (4). В частности, при $k=1$ формула (4) принимает вид

$$2x$$

или

$$R_{2m}(x; 1) - 2xR_{2n}(x; 1) + 4n R^{\wedge}(x; 1) = 0,$$

известная рекуррентная формула для ортогональных многочленов Чебышева-Эрмита.

Рекуррентная формула (3) доказывается аналогично. Докажем существование производящих функций для $T_n(x^k; k)$.

$$\sum_{k=0}^{\infty} T_{2n+1}(x^k; k) t^k = \frac{2}{1-t^2} \sum_{k=0}^{\infty} T_{2n}(x^k; k) t^k \quad (7)$$

$$\sum_{k=0}^{\infty} T_{2n}(x^k; k) t^k = \frac{2}{1-t^2} \sum_{k=0}^{\infty} T_{2n-1}(x^k; k) t^k \quad (8)$$

где $\rho_{k,j}^{(7)} - X$ $\rho_{k,j}^{(8)}$ - функция Райта-Фокса.

Докажем соотношение (7), подставляя вместо $T_{2n+1}(x^k; k)$ его значения из явной формулы этого многочлена

$$T_{2n+1}(x^k; k) = (-1)^n \sum_{m=0}^{n-1} \binom{2n-1}{m} \rho_{k,m}^{(7)} \quad (7)$$

а также учитывая (5), (6) и соотношения

$$\frac{\Gamma(n+a)}{\Gamma(a)} \rho_{k,m}^{(7)} = 0, \quad \rho_{k,m}^{(8)} = 0, \quad \rho_{k,m}^{(9)} = 0, \quad \rho_{k,m}^{(10)} = 0$$

$$\begin{aligned}
 & \Gamma(n) \int_{\gamma} (1-y)^{n-1} y^{k+2} dy = \dots \\
 & \Gamma(n) \int_{\gamma} (1-y)^{n-1} y^{k+2} dy = \dots \\
 & \Gamma(n) \int_{\gamma} (1-y)^{n-1} y^{k+2} dy = \dots \\
 & \Gamma(n) \int_{\gamma} (1-y)^{n-1} y^{k+2} dy = \dots
 \end{aligned}$$

Формула (8) доказывается аналогично.

Теперь для этих многочленов выведем формулы - аналог формулы Родрига.

Из (7) по формуле Тейлора получим

$$\int_{\gamma} (1-y)^{n-1} y^{k+2} dy = \dots$$

где γ - контур, содержащий точку $f = 0$ и $|f| < 1$.

Выполним замену переменной под интегралом

$$t = x^{2k} \dots$$

Тогда

$$\int_{\gamma} (1-y)^{n-1} y^{k+2} dy = \dots$$

где c' - окружность $U - x^{2\kappa} = p$

Из последнего соотношения по теореме Коши получим

$$T_{2,m}(x^k \setminus k) = \frac{2(2l+1)ip_{kn} + \kappa + 2}{1Y(A)и} \int_{dU'} U^{я+JHГ' Я} \kappa \cdot \kappa + \chi(\Gamma \gg - 1 /) U-x^{2l}$$

аналогично получим

$$\Gamma_{2,я}(x^*; *) = \frac{\Gamma^{2} \kappa \Upsilon'_{kn} + \frac{l \setminus}{2}}{2A2AЛ Э''} \int_{3C/} \xi / " + Л " \cdot E^Л, (x^{2*} - \xi /) t / = x^l <$$

В заключение предлагаю без доказательства представления этих многочленов через $M_{ш} - \int_{L^1} \int_{L^1} \dots dx$ - степенные моменты весовой функции $h(x) = e^{-x^l} \cdot$

$$T_{,,}(x^k - k) = \frac{1}{\begin{matrix} M_{00} & M_{01} & \dots & M_{0H-1} & 1 \\ M_{10} & M_{,,} & \dots & M_{Ои} & \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \end{matrix}}$$

где $G_{,,} = 1, \dots$ определитель Грама.

M.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ильясов М.Н. Биортогональные полиномы одной и двух переменных: Диссертация кандидата физико-математических наук. - Алматы, 1993. - 102 с.

УДК.539.21-036.6/.8

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИКО- МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Вавлюбовский государственный университет
им. С. Горбачевского

ШШ
ШШМ
ЙШ
Jpgg
Щ
jjgj

Жұмыста бір мезетте стапикальц куш пен температура эсер ететін сәулелендірілгеі/ полимерлердің физика-механикалық қасиеттерін зерттеу тәсілдері жасалған. Полимерлі қавықшаларды әртүрлі температуралықта тексеріп зерттейтін қондырғы, ЭЛУ-6 электронды удеткііітің техникалық мүмкіншіліктері, электрон шоғының энергиясы мен қуатын, оның бұрыштық үлесуін зерттеу нәтижелері, үлгілерді электрондармен сәулелендіру әдістемесі сипатталған

Разработаны методы исследования физико - механических свойств облученных полимеров при одновременном воздействии на них статистической нагрузки и температуры. Описаны установка для температурных испытаний полимерных пленок, основные технические характеристики ускорителя электронов ЭЛУ-6, результаты изучения мощности и энергии пучка электронов, его угловое распределение, методика облучения образцов электронами.

The research techniques of physic - mechanical characteristics of the irradiated polymers under simultaneous effect of a statical load and temperature has been elaborated. The main characteristics of the accelerator of electrons of

ELA - 6, outcomes of learning of power and energy of an electron beam, its angular distribution, methods of irradiated samples by electrons installation for temperature trials of polymeric films, have been described.

Полимеры, как одна из разновидностей конденсированного состояния вещества, в настоящее время применяются во всех отраслях промышленности. В последние годы синтезированы и новые (или модифицированы известные) материалы, обладающие интересными свойствами. Однако свойства их пока до конца не изучены, поэтому требуются

дальнейшие, более широкие исследования как уже известных, так и новых свойств полимеров. Одним из таких направлений является изучение физико-механических (предел прочности, упругости, вязкости и др.) характеристик полимеров при высоких температурах и статических нагрузках.

Как известно, полимеры (органические и неорганические) - это такие соединения, молекулы которых представляют собой последовательность большого числа повторяющихся атомных группировок, соединенных ковалентными химическими связями, а все цепные макромолекулы полимеров отличаются по химическому составу и регулярности строения.

Гибкость - одно из основных свойств полимерных цепей, приводящее к качественно новым свойствам веществ высокомолекулярного строения. Высокая эластичность, гибкость в твердом состоянии даже ниже температуры стеклования делают полимеры незаменимыми при использовании в ряде производств, таких как электроизоляционные материалы, в промышленности, космических и аэроисследованиях и др.

Механические свойства полимеров непосредственно связаны с их структурными особенностями, а их структурная неоднородность определяется областями с различной степенью упорядоченности, дефектов,

формирующих перенапряжение на отдельных участках и зарождение трещин.

Прочность полимера может варьироваться в широких пределах, в зависимости от его химического строения, структуры, а также и от длины макромолекул. Чем больше молекулярная масса (M) полимера, тем больший эффект действия межмолекулярных связей и, соответственно, механическая прочность полимера [1-3].

С любым из физических состояний связан определенный комплекс физических свойств полимеров, и каждому соответствует своя область их технического и технологического использования. Физические состояния и границы их существования изучаются многими методами, среди которых исследования изменений механических свойств полимеров, чрезвычайно чувствительных как к структурным изменениям, так и к релаксационным переходам. Деформируемость образцов - одна из важнейших характеристик. По степени деформируемости полимеров при воздействии силовых нагрузок в широком температурном диапазоне чаще всего и оценивают их основные технологические и эксплуатационные свойства [4]. Развитие атомной и радиационной промышленности, космических исследований и т.п. определили ряд новых требований к свойствам полимеров, в част-

ности, радиационной стойкости и долговечности.

Характерная особенность воздействия излучения на полимеры обусловлена их высокой молекулярной массой и, соответственно, специфической надмолекулярной организацией. Поэтому даже незначительные изменения в химическом строении приводят к существенным изменениям их макрохарактеристик, что и определяет высокую эффективность ряда радиационно-химических процессов [5]. Облучение полимеров заряженными частицами относительно небольших энергий сопровождается образованием положительных ионов в возбужденном состоянии и свободных радикалов, которые и ответственны за большинство наблюдаемых химических изменений.

Вторичные радиационно-химические процессы, протекающие с участием первичных продуктов радиолиза и молекул их окружения, идут вслед за актами первичной ионизации и возбуждения - они-то и определяют конечные изменения химического строения облучаемых веществ. При облучении полимеров в них происходят как обратимые, так и необратимые изменения. [6]. Обратимые изменения обусловлены присутствием в материале нестабилизированных продуктов, тогда как необратимые - есть следствие тех химических превращений, которые про-

изошли после завершения реакции между этими продуктами и молекулами и атомами окружающей среды.

Образование межмолекулярных химических связей и разрыв полимерных молекул при облучении являются необратимыми радиационно-химическими процессами, которые приводят к наиболее значительным изменениям структуры и, соответственно, свойств полимеров.

В данной работе использовались такие методы, которые позволяют выявить особенности поведения некоторых полимерных материалов при воздействии на них различных температур, статической нагрузки и радиационного облучения, в частности, электронами.

Пленочные полимерные системы исследовались вначале на предмет их максимальной статической нагрузки при нормальных условиях, вплоть до разрыва, что и определяло впоследствии уровень (в процентах) таких нагрузок и являлось точкой отсчета. Находились также тепловые границы разрушения полимерных материалов, что также служило критерием температурных воздействий. Облучение полимеров электронами различных доз позволяло определить степень радиационных воздействий, вплоть до их разрушения. Статические нагрузки формировались на основе комбинации калиброванных грузов, позволяющих широкие вариации их ис-

пользования. Температурное воздействие на полимеры осуществлялось в специальной установке, представляющей часть экспериментального комплекса с рабочим диапазоном температур от комнатной до 400 °С и погрешностью задаваемой температуры $\pm 5\%$.

При облучении материалов электронами или другими частицами важными параметрами являются их энергетическое и угловое распределение, т.к. любые изменения энергии влияют на поглощенную дозу в облучаемом объекте, а ее пространственное распределение, в конечном счете, на процесс образования радиационных дефектов. В данной работе использовался линейный ускоритель электронов ЭЛУ-6 при АГУ им. Абая. При выходе из окна ускорителя, представляющего собой титановую фольгу толщиной 0,1 мм, электроны попадают в воздух при нормальных условиях. Это, в совокупности, и определяет спектральное распределение электронов перед их воздействием на заданный объект. Поэтому вначале были исследованы технические возможности ускорителя, что связано с переналадкой и рядом конструктивных изменений в его системе. Данные этих исследований представлены на рис. 1,2.

Исследования пространственного распределения плотности тока пучка]* (мкА/см²) показали, что его вертикальная составляющая (h) ска-

нируемая с частотой 3 Гц, имеет некоторую асимметрию - это связано с обрезанием нижней части пучка электронов основанием ускорителя. Отличие j в центре пучка и в его верхней части составляет 15 - ти кратное значение для расстояния 0,4 м от окна ускорителя и почти исчезает для 1,7 м. Значительно меньшее размывание плотности пучка электронов наблюдается по горизонтали (d). Для расстояния $l \sim 0,4$ м от выхода электронов ускорителя плотность тока в центре пучка всего в 1,4 раза выше чем при смещении от него на $\pm 0,05$ м. На расстоянии $l = 1,0$ и 1,7 м изменения плотности тока в этом интервале координаты практически незаметны. Все указанное выше позволяет выбрать рабочую зону ускорителя для облучения образцов электронами.

Наиболее распространенным способом определения энергии ускоренных частиц является нахождение длины пробега частиц в веществе. Вследствие взаимодействия упругих и неупругих частиц с атомами и молекулами вещества они непрерывно теряют свою энергию. При большом количестве взаимодействий (N), сопровождающихся квантовыми потерями энергии, эти потери, естественно, определяются начальной кинетической энергией частицы E_k и свойствами вещества. Тогда средняя длина пробега $\langle R \rangle$ частицы в веществе определится:

$$\langle R \rangle = \frac{1}{\langle N \rangle t} X^*$$

Для электронов $\langle R \rangle$ находят, в частности, определяя число электронов, прошедших через различные толщины вещества. На практике это производится с помощью цилиндра Фарадея, измеряющего значение плотности тока j (мкА/см²) в заданной точке пучка. Так, в алюминии указанная зависимость для электронов определится

в виде: $R_3 = 0,542 E_k - 0,133$ для E_k в диапазоне энергий 0,8 чз МэВ, здесь $[R] = \text{г} / \text{см}^2$ [5,7,8]. Найденная средняя кинетическая энергия электронов для ЭЛУ - б составила 2 МэВ.

Исследование углового распределения пучка электронов носит более сложный характер, т.к. в каждом акте взаимодействия электроны ускорителя с атомами (электронами, ядрами) вещества теряют незначительную энергию. Интенсивность пучка в веществе снижается почти по экспоненциальному закону, а траектория отдельного электрона

очень ломана и извилиста.

Экспериментально установлено, что распределение электронов по углам рассеяния φ при их прохождении в веществе описывается функцией вида:

$$F(\varphi) = Ke^{III/2\langle \varphi \rangle^2},$$

где K - нормировочный коэффициент.

Данная зависимость близка к гауссовому распределению для случайных величин, но эта близость размывается при возрастании толщины поглотителя, где электроны теряют свою энергию как на ионизацию атомов (Z), так и их возбуждение, вследствие чего последние испускают электромагнитное излучение, что собственно и происходит с электронами ускорителя при их энергии, не превышающей 2 МэВ. Оценка рассеяния такого электрона на атомном электроны дана в [9] и имеет следующий вид:

$$g; -0.157 \frac{A \cdot Z^2}{A \cdot P} \cdot 1.13 \cdot 10^4 \cdot Z^2 \cdot t \quad (1)$$

где $b = u/c$; A - массовое число, измеряемое в граммах, $[P \cdot i]$ - в МэВ, $t = \gamma \cdot x$ [г/см²],

здесь γ - плотность вещества рассеивателя [г/см³]; x - толщина вещества (см), а

Распределение плотности тока по Y (h) на расстояниях 1 (м): 1 - 0,4; 2 - 1,0; 3 - 1,7 выхода пучка электронов из ускорителя ЭЛУ - 6.

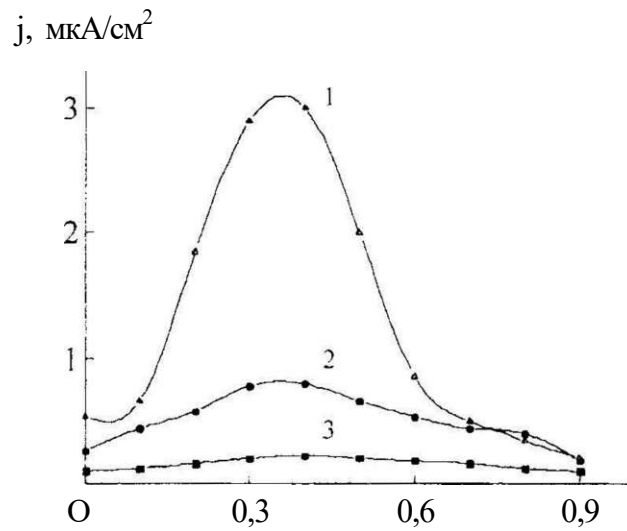


Рис. 1

Распределение плотности тока по X (d) на расстояниях 1(м): 1 - 0,4; 2 - 1,0; 3 - 1,7 выхода пучка электронов из ускорителя ЭЛУ - 6.

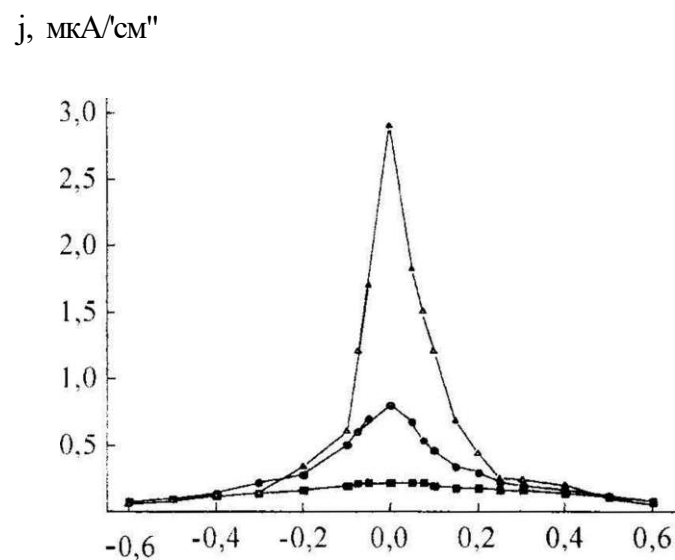


Рис. 2

$$E + m_0c^2 \quad \text{т с}^2 = 0,511 \text{ МэВ} - \text{масса покоя электрона.}$$

Используя прием замены слоя воздуха слоем алюминия, где экстраполированный пробег электронов составляет 3,2 мм для $\langle E_e \rangle = 2 \text{ МэВ}$ и пренебрегая ионизационными потерями можно записать уравнение [10]:

$$1944X_1 + 1п36335X_p \approx R \ln 18 R_0$$

где R - расстояние от окна ускорителя до плоскости перемещения детектора (см); X , - некоторая эффективная толщина алюминия (см). При $R = 0,2 \text{ м}$ получаем $X = 10 \text{ мкм}$ и подставляя в формулу (1), где $t = r(X + X_0)$, $\rho_{Al} = 2,7 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$, X - толщина слоя алюминия (0,1 мм) находим: $\text{fief} \quad \text{к } 14^\circ$.

При этом угол q - связан с рас-

стоянием от детектора до оси пучка g и расстоянием R соотношением: $q = \arctg g / RZ$. Определение дозы облучения D образцов производилось в Международной системе, т.е. в Грех (Гр), где $1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж} / 1 \text{ кг}$.

Экспериментальная формула расчета дозы облучения имеет вид:

$$D = \frac{dE}{dx} \cdot t \cdot j \cdot 10^J$$

где $dE / dx = 1,5$ (эмпирическая величина), t - время облучения (с); j - плотность тока в данной плоскости облучения ($\text{мкА} / \text{см}^2$).

Результаты воздействия быстрых электронов на различные полимерные пленки обсуждаются в других работах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Перепечко И.И. Введение в физику полимеров. -М.: Химия. 1978. -312 с.
2. Регель В.Р., Тамуж В.П. Разрушение и устойчивость полимеров и композитов. / Механика полимеров.-1977.-№3.-С. 458-478.
3. Нарисава И. Прочность полимерных материалов./ Перевод с японского. -М.: Химия, 1987. -400 с.
4. Каргин В.А. Слонимский Г.Л. Краткие очерки по физико-химии полимеров. -М.: Химия, 1967. -231 с.
5. Чепель Л.В. Применение ускорителей электронов в радиационной химии. -М.: Атомиздат, 1975. -152 с.
6. Вайсберг С.Э. Обратимые радиационные эффекты в полимерах. // Радиационная химия полимеров. Под ред. В.А.Каргина. -М.: Наука, 1973. -С. 376-443.
7. Basic D., Stannett V.T. Theoretical consideration of scission and endlinking reactions in irradiated Polymers // Radiat. Phys and Chem. 1987. v.30, N3. P.183-187.

8. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика. - М.: Энергоатомиздат, 1983. -616 с.

9. Купчишин А.А., Купчишин А.И., Шмыгалева Т.А. Некоторые особенности расчета КВФ для электронов на различных мишенях. В сб.

Радиационные эффекты в твердых телах. -Алматы, 1999. -С. 20 - 22.

10. Боос Э.Г., Купчишин А.И. Решение физических задач каскадно-вероятностным методом. Часть 2 - Алма-Ата, Наука Каз ССР, 1988. - 144 с.

УДК 541.128:678.744

АДСОРБЦИЯ ПОЛИЭТИЛЕНГЛИКОЛЯ НА ТВЕРДЫХ НОСИТЕЛЯХ

А.К. Жармагамбетова, А.Т. Дусеханова,
К.Ж. Акимбекова

им.Павлодарский государственный университет

Щ
я§8
Щ
g|j
ЯШ.
Ijgjj
Ш

I i
r\jg
fSjj|

Полиэтиленгликольдің цинк, кремний, алюминий оксиді беттерінде адсорбциялануы зерттелген. Полимер эр түрлі температурада оксидтер фазасынан айырылып иыгуы көрсетілген. Оксидтер мен полимер арасындағы байланыстар табиғаты десорбциялануға эсер етуі анықталған

Исследована адсорбция полиэтиленгликоля на поверхности твердых носителей - серала, оксидов цинка, алюминия, кремния,. Изучена степень вымывания полимера из фазы носителя в мягких условиях. Показано, что десорбция полимера зависит от природы связей в системе.

Polyethylenglycol adsorbition to hard surface ofSIRAL, aluminium, zincum, cremnium oxides are investigated. The polymer with oxides bond degrees are estimated in soft conditions.

Адсорбированные на поверхности твердых носителей высокомолекулярные соединения представляют собой один из компонентов гетерогенизированных полимер-металлических систем. Подобные системы являются одним из объектов изучения наноструктурной химии. Наноструктурные катализаторы (в отличие от традиционных) обладают более высокой селективностью, активностью, устойчивостью, способностью проявлять активность в мяг-

ких условиях, что определяет широкие перспективы их практического применения.

Нами исследовано влияние температуры на устойчивость системы полиэтиленгликоль - твердый носитель (Al₂O₃, SiO₂, ZnO, Siral) в водном растворе полимера.

Изучение проводили методом вискозиметрии. Системы полимер-носитель были получены путем адсорбции ПЭГ в водном растворе на золях оксидов в течение трех суток.

Далее образцы были высушены и отфильтрованы. Экспериментальные данные представлены в табл. 1,2. Как видно из табл.1 с увеличением температуры увеличивается концентрация полимера, вымываемого из твердой фазы в раствор.

При этом в парах ПЭГ- Al_2O_3 и ПЭГ- SiO_2 (табл. 1) и, соответственно, ПЭГ- ZnO , ПЭГ- $Siral$ (табл.2) наблюдаются аналогичные зависимости. Масса ПЭГ, вымываемого из фазы носителя, относительно первоначально связанного, составляет не более 5%. То есть, при повышении температуры до $100\text{ }^\circ\text{C}$, десорбируется из системы ПЭГ-носитель максимум 5% полимера. Это свидетельствует о высокой степени связывания между полимером и оксидами, а также их значительной устойчивости.

Известно [1,2], что адсорбционная связь является по своей природе водородной связью, точнее адсорбция осуществляется за счет образования водородных связей между электронейтральными кислотно-ос-

новными группами поверхности оксидов и ОН-группами. Исключение из этого случая составляет SiO_2 . Авторы [3] предполагают образование в последнем случае неводородных донорно-акцепторных связей полимера с поверхностью SiO_2 .

Золи оксидов ZnO , Al_2O_3 характеризуются высоким значением pH. При таких условиях звенья макромолекулы конкурируют с молекулами воды, которые также способны адсорбироваться на гидроксильной поверхности оксидов. Удалить такую воду, как известно, можно лишь при $150\text{ }^\circ\text{C}$. Для оксида с низким pH - SiO_2 возможно вытеснение воды из поверхностного слоя адсорбирующимся полимером и образование ими неводородных донорно-акцепторных связей с твердой фазой. Следовательно, более высокие показания степени вымывания ПЭГ с поверхности SiO_2 обусловлены иной природой адсорбционных сил, в значительной степени превышающих водородные взаимодействия.

Таблица 1

Влияние температуры на устойчивость системы ПЭГ-носитель

Носители		25°C	40°C	55°C	70°C	85°C	100°C
AUO ₂	m (ПЭГ)	0,0015 г	0,0015 г	0,003г	0,0054 г	0,0069 г	0,0123 г
	W%	1,54%	1,45%	0,90%	1,63%	2,09%	3,72%
SiO ₂	m (ПЭГ)	0,0108г	0,0019 г	0,0028%	0,0082г	0,0156г	0,0085г
	W%	3,27%	1,57%	0,84%	2,45%	1 4,72%	2,57%

Таблица 2

Влияние температуры на устойчивость системы ПЭГ-носитель

Носители		40 °С	55°С	70°С	85°С	100°С
Siral-40	М (ПЭГ)	0,0015 г	0,0030 г	0,0098	0,0141 г	0,0165г
	w%	1,45%	0,90%	2,96%	4,27%	5%
ZnO	m (ПЭГ)	0,0016 г	0,0028 г	0,0111 г	0,0127 г	0,0165 г
	w%	0,48%	0,84%	3,36%	3,84%	5%

ЛИТЕРАТУРА

1. Eltekov. Yu. A. Structure of polumer adcorption layers. // Proc. Intern. Conf. Colloid Interface sci. Budarest: Akad. Kiado, 1974, vol. 1, p. 213-220.
2. Платонов Б.Э, Полищук Т.А. Поверхность раздела оксид цинка-водный раствор ПВС // Коллоидный журнал. -1979. -Т. 41. -№6. -С. 1141-1145.
3. Tadros Th.F. Adsorption of polyvinyl alcohol on silica at various pH values and its effects on the flocculation of the dispersion. //1 bid., 1978. Vol.64. №3, P.36-47.

УДК 378.146.51

О ПРЕДСТАВЛЕНИИ КОЛЬЦА ЦЕЛЫХ ЧИСЕЛ И КОЛЬЦА МНОГОЧЛЕНОВ

Б.Н. Дроботун

*Павлодарский государственный университет
им. С. Торайгырова*

Жұмыста абстрактті берілген алгебралық жүйелерді құрылысы таныс жүйелергі келтіріп, оқытуға негізделген құрылымдарды қолдануға қатысты, методологиялық сипаттағы нұсқаулар беріледі.

Щ
ЩЛ

В работе даются рекомендации методологического характера к применению конструкций, сводящих изучение абстрактно заданных алгебраических систем к системам, строение которых известно.

ЩШ

In activity the guidelines of methodological nature to application of designs reducing analysis abstract of given algebraic systems to systems are given the constitution which one is known.

§1. В рамках вузовской дисциплины "Алгебра и теория чисел" изучаются классические алгебраические системы: группы, кольца, поля и простейшие конструкции, посредством которых из этих систем получают новые алгебраические системы.

Многолетняя практика преподавания данной дисциплины показывает, что редкие студенты в полном объеме усваивают методологию применения этих конструкций, в частности конструкций, связанных с построением фактор-систем. Это вызвано в первую очередь тем, что главенствующее положение в

школьной математике занимают традиционные разделы, связанные с изучением конкретных числовых структур. Хотя в рамках школьных программ и изучается "буквенная алгебра", уровень ее изучения таков, что в качестве областей значений букв предполагаются изначально те или иные числовые множества (и только!), что ни в коей мере не способствует формированию современных представлений об алгебраических операциях, алгебрах, моделях и их свойствах.

Автором при изложении материала разделов, связанных с постро-

ением фактор-систем, применялись различные подходы, но наиболее плодотворным оказался подход, основанный на выявлении глубоких, не предполагаемых ранее, аналогий; акцентировании внимания студентов на общности идей и однотипности конструкций, определяющих общую методологию их применения.

В данной работе даются некоторые рекомендации методологического характера, связанные с теорией полей, в основе которых лежат далеко идущие аналогии между кольцом целых чисел и кольцом полиномов над полем. Наличие этих аналогий обусловлено тем, что данные кольца являются факториальными, т.е. каждое из них является целостным; в каждом из них однотипными способами строится теория делимости; в частности, действует алгоритм деления с остатком, определяются простые элементы; имеет место однозначность разложения на простые множители; оба этих кольца являются кольцами главных идеалов.

Выбор рассматриваемых ниже фрагментов теории чисел и теории полей обусловлен местом, которое занимают числа и многочлены в современной математике, а также тем, что глубокие аналогии между числами и многочленами определяют не менее глубокие аналогии между их представлениями. Кроме того, конструкции, применяемые в теории полей для описания типов простых под-

полей и построения простого алгебраического расширения поля и вызывающие наибольшие затруднения у студентов, используют кольца целых чисел и многочленов над полями в качестве естественных прообразов.

Общая схема S , позволяющая, в определенных случаях, представлять новые, абстрактно заданные, системы (B) посредством систем (A) , строение которых известно, выглядит следующим образом.

А. Находим гомоморфное отображение $\langle p$ системы A на B (если, конечно, это возможно). В случае конкретных систем (A) с известным строением и абстрактно (т.е. аксиоматически) заданных систем (B) из самых общих соображений, основывающихся на аксиомах, задающих абстрактные системы, нередко удается предугадать характер такого отображения.

В. Находим ядро $(\ker \langle p)$ этого гомоморфизма, т.е. даем характеристику его элементов на языке (в терминах) операций известной системы (A) .

С. Рассматриваем два исчерпывающих возможные исходы, случая.

С1. Ядро гомоморфизма $\langle p$ является нулевым $(\ker \langle p = \{0\})$. При этом исходе система B , с точностью до изоморфизма, совпадает с A $(B \sim A)$.

С2. Ядро гомоморфизма $\langle p$ содержит элементы, отличные от нуля $(\ker \langle p \neq \{0\})$. При таком исходе, согласно теореме о гомоморфизмах, система B , с точностью до изомор-

физма, совпадает с некоторой фактор-структурой системы $L \{B \sim \bullet$

Именно этим методом были получены многие глубокие результаты математики, представляющие абстрактные системы через конкретные (так называемые теоремы о представлениях). Отметим, что на этом пути находит реализацию один из важнейших принципов познания: переход от конкретного к абстрактному.

Некоторые методические рекомендации к изучению разделов алгебры в вузе, связанных с этой проблематикой, даны автором в [1].

§2. Проследим реализацию схемы S на примерах описания типов простых подполей и строения простого алгебраического расширения подполя абстрактно заданного поля. В этих примерах, в качестве конкретных систем с известными свойствами, как раз и будут выступать кольца целых чисел и многочленов над полем соответственно. В процессе реализации этой схемы будет выявлена полная идентичность применяемых конструкций.

В работе автор придерживается терминологии и системы символических обозначений из [2],[3]. В [2]-одном из основных действующих учебников по алгебре и теории чисел даются следующие определения.

Определение L Поле называется простым, если оно не имеет собственных подполей.

Определение 2. Пусть p - подполе поля p и $a \in F$. Простым расширением поля p с помощью элемента a называется наименьшее подполе поля p , содержащее множество P и элемент a .

Отметим, что эти определения описывают два однотипных понятия как бы на разных языках, что уже на уровне определений затушевывает общность подходов к их дальнейшему изучению. В соответствии с этим желательно и простое подполе и простое алгебраическое расширение данного поля с помощью данного элемента определить по одной и той же схеме, реализуя их как наименьшие элементы некоторого частично упорядоченного множества подполей данного поля. На указанном пути получается как бы "внешнее" описание изучаемых объектов. Для этого, обобщая ситуацию, нужно дать такие определения.

Определение H. Простым подполем данного поля p называется наименьшее подполе p этого поля.

Определение 2г. Простым подполем данного поля p с условием s называется наименьшее подполе P_s этого поля с условием s .

Заметим, что при таком подходе определение 1г становится частным случаем определения 2г (в качестве условия s здесь нужно взять любое условие, которое выполняется для всех подполей поля p).

Давая "внешнюю" характеристику полей p и P_s , полезно предварительно отметить, что:

1) понятие подполя является "наследственным" относительно расширений полей;

2) пересечение любой совокупности подполей поля p является подполем этого поля;

3) совокупность $S(F)$ -всех подполей поля f и $B_s(F)$ - всех подполей поля p ; удовлетворяющих условию s , образует (по отношению включения " \subset ") частично упорядоченные множества (ч. у. м.) $\langle B(F); \subset \rangle$ (1) и $\langle B_s(F); \subset \rangle$ (2) соответственно.

В связи с этим ч. у. м. (1) и (2) имеют наименьшие элементы:

$$p - \prod_{F \in \{1\}} f \cdot P_s = \prod_{P \in C} f$$

которые и будут искомыми простым подполем и простым подполем с условием s поля p .

Далее нужно конкретизировать условие s для получения простого алгебраического расширения, как поля P_s . Для этого рассматриваются следующие исходные данные: p подполе поля f и элемент $a \in F$. Тогда условие s выглядит так: "содержать полер p и элемент a т.е. $P \in B_s(F)$ тогда и только тогда, когда $P \supset p$ и $a \in P$ ". При этом конкретном условии s поле P_s обозначается $P(a)$. "Внешнее" описание подполей p и $P(a)$ поля f желательно проиллюстрировать на диаграммах (см. рис. 1. а),б)).

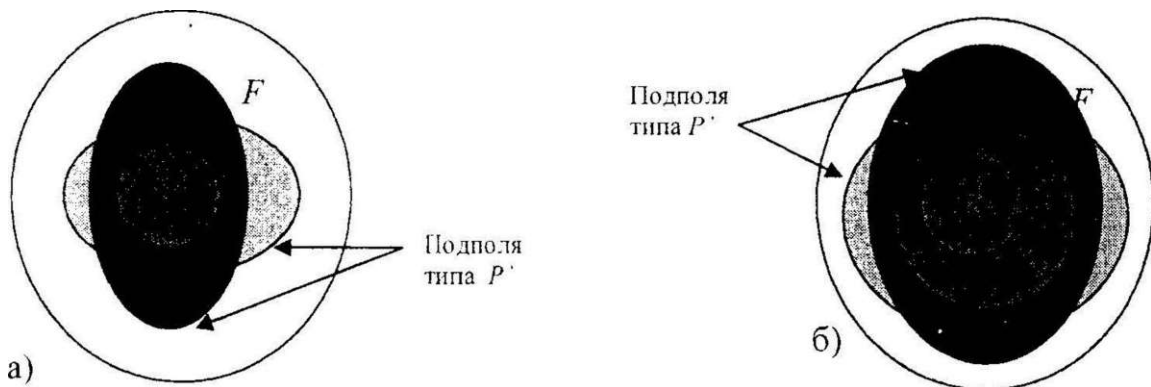


Рис 1

В заключение разбора "внешнего" описания полей p и $P(a)$ следует обратить внимание студентов, что этим описанием поля p и $P(a)$ определяются однозначно.

Далее делается естественный переход к "внутреннему" описанию полей p и $P(a)$, т. е. описанию их в терминах основных операций поля

Дальнейшее изложение работы будет осуществляться параллельным образом: материал, относящийся к полю p , будет даваться под номером 1, а относящийся к полю $P(a)$ под номером II.

I. Так как подполе p должно быть замкнуто относительно основных операций поля f , то

$$0; e; \left(\underbrace{e + e + \dots + e}_n \right); \left(- \underbrace{(e + e + \dots + e)}_n \right) \in P_v (n \in \mathbb{N})$$

Обозначая, как обычно запись вида (3) через pe ($(-p)e$) ($n \in \mathbb{N}$), мы получаем, что

$$p^* = \left\{ \frac{m}{G} \cdot \frac{c}{Z} \right\} \subset P$$

Здесь необходимо предостеречь студентов, что выражение pe ни в коем случае не должно восприниматься как произведение целого числа m на единицу e поля f . Далее нужно отметить, что множество P^* замкнуто относительно операций $+$; \cdot ; $-$; 0 ; e , т. е. система $P^* = \langle P^*; +; \cdot; -; 0; e \rangle$ является подкольцом поля p . При этом, доказывая замкнутость множества P^* относительно операций кольца, желательно продемонстрировать "работу" аксиом, определяющих поле f . В частности, при доказательстве замкнутости относительно операции умножения, т. е. того, что $(re) \cdot (se) = (rs)e$ нужно применить обобщенный закон дистрибутивности:

$$(re) \cdot (se) = \left(\underbrace{e + e + \dots + e}_r \right) \cdot \left(\underbrace{e + e + \dots + e}_s \right) = \underbrace{e + e + \dots + e}_{rs} = (rs)e \quad (r, s \in \mathbb{Z})$$

который является следствием аксиомы дистрибутивности.

Обратив внимание студентов, что элементы pe являются как бы образцами целых чисел $m \in \mathbb{Z}$ по правилу выполнения операций $+$; \cdot ; $-$ в p^* над ними аналогичны правилам выполнения операций $+$; \cdot ; $-$ в \mathbb{Z} :

$$(re) + (se) = (r + s)e \quad (4);$$

$$(re) \cdot (se) = (rs)e \quad (5);$$

$$-(re) = (-r)e \quad (6),$$

обосновать естественность дальнейшего шага сравнения колец $2^n R^* \cdot$

II. Аналогично, подполе $P(a)$ должно быть замкнуто относительно операций поля p . Так как $a \in P(a)$, то все произведения вида $\sum_{k \in \mathbb{N}} c_k a^k$ должны принадлежать $P(a)$. Таким образом, получаем, что $\{ \sum_{k \in \mathbb{N}} c_k a^k \mid c_k \in p \}$. Так как $P \in P(a)$, то все произведения вида $\sum_{k \in \mathbb{N}} a^k$ также должны лежать в $P(a)$, для любого $a \in P$. А так как $P(a)$ замкнуто относительно сложения, то и всевозможные суммы вида

$$\left(\sum_{k \in \mathbb{N}} a^k \right) + \left(\sum_{k \in \mathbb{N}} a^k \right) + \dots + \left(\sum_{k \in \mathbb{N}} a^k \right) \quad (a \in P; k_s \in \mathbb{N}; i = 0, U, t) \quad (7)$$

также должны лежать в $P(a)$.

Далее, как и выше, необходимо отметить, что множество

$$P[a] = \left\{ \sum_{k \in \mathbb{N}} a^k \mid a \in P; k_s \in \mathbb{N}; i = 0, U, t \right\}$$

замкнуто относительно операций $+$; \cdot ; $-$; o ; e поля f , т. е. является подкольцом поля $P(a)$. При этом, при доказательстве замкнутости, опять же полезно продемонстрировать использование аксиом поля, а не полагаться на школьные представления о действиях над многочленами. В частности, при доказательстве замкнутости $P[a]$ относительно умножения, нужно применить обобщенный закон дистрибутивности и затем законы ассоциативности и коммутативности. В соответствии с этим, при умножении одночленов $a_i \cdot a^k : a_i, a^k \in P; k_s \in \mathbb{N}; i, j = 0, 1, \dots, t$ последовательно получаем:

$$\begin{aligned} &= (a_i \cdot a^k) \cdot a^j = (a_i \cdot a^k) \cdot a^j = \\ &= ((a_i \cdot a^k) \cdot a^j) \cdot a^l = (a_i \cdot a^k) \cdot (a^j \cdot a^l) = \\ &= (a_i \cdot a^k) \cdot a^{j+l} \end{aligned}$$

Далее естественно обратить внимание студентов на то, что элементы из $P(a)$ вида (7) напоминают многочлены от a над полем p (вернее являются значениями многочленов от одной переменной x над полем p в точке a) и правила выполнения операций $+$; \cdot ; $-$; o ; e над ними аналогичны правилам выполнения операций $+$; \cdot ; $-$; o ; e в кольце $P[x]$ многочленов от одной переменной над полем p :

$$D a) + g(a) = (f(x) + g(x))(a) \quad (8);$$

$$D a) \cdot g(a) = (f(x) \cdot g(x))(a) \quad (9);$$

$$- D x) = (-D x))(a) \quad (10)$$

и затем, основываясь на этом, сравнить кольца Z и $P[a]$.

В качестве "инструмента сравнения" в обоих случаях используется гомоморфизм ранее детально изученной системы в определяемую, т. е., начиная с этого момента, реализуется схема S.

I. Отображение φ кольца Z в кольцо P^* определяется по правилу:

$$(\forall n \in Z)(\varphi(n) = ne). \quad (11)$$

Равенства (4), (5), (6), специфика которых и предопределила правило (II), показывают, что это отображение "сохраняет" кольцевые операции. Действительно, пусть $n, m \in Z$, $n + m = r$; $n - m = s$. Тогда:

$$\varphi(n + m) = \varphi(r) = re = (n + m)e = (ne) + (me) = \varphi(n) + \varphi(m).$$

Аналогичным образом,

$$\begin{aligned} \varphi(n \cdot m) &= \varphi(s) = se = (n \cdot m)e = (ne) \cdot (me) = \varphi(n) \cdot \varphi(m); \\ &= (\sim \varphi(n)). \end{aligned}$$

Кроме того, из определения (11) следует, что $\varphi(1) = e$; $\varphi(0) = o$. Очевидно также, что отображение φ является гомоморфизмом "на".

Для наглядности желательно изобразить действие гомоморфизма φ на диаграмме (см, рис. 2).

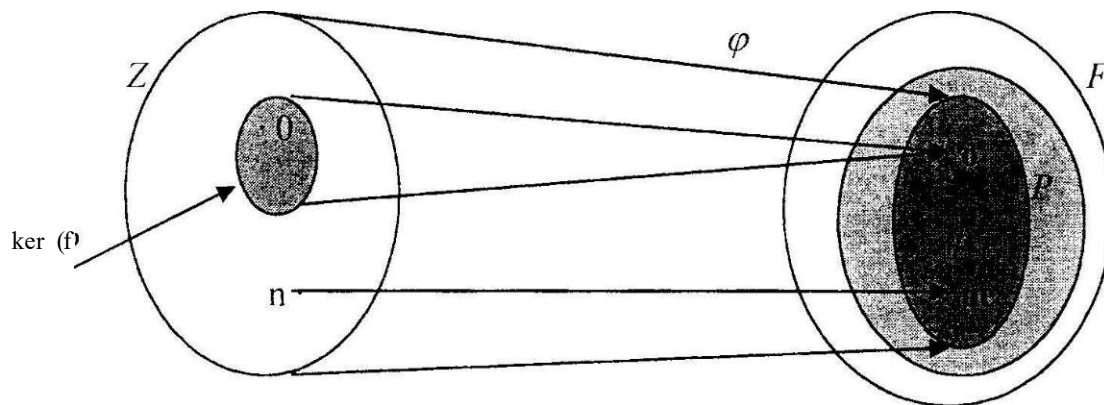


Рис 2

II. Отображение кольца $P[x]$ в кольцо $P[a]$ определим по правилу:

$$(\forall h(x) \in P[x])(y/(h(x)) - h(a)). \quad (12)$$

Равенства (8), (9), (10), которые и в этом случае подсказали правило (12) определения, показывают, что "сохраняет" кольцевые операции кольца $P[x]$. Действительно, пусть $s(x); r(x) \in P[x]$ и $s(x) + r(x) = g(x); s(x) \cdot r(x) = h(x)$.

Тогда:

$$(s(x) + r(x)) = y/(g(x)) - g(a) = s(a) + r(a) = y/(s(x)) + y/(r(x)).$$

Аналогично,

$$(s(x) \cdot r(x)) = y/(h(x)) = h(a) = s(a) \cdot r(a) = y/(s(x)) \cdot y/(r(x));$$

$$(-s(x)) = -y/(s(x)).$$

Из (12) непосредственно следует, что, как и в I, $(0) = \mathbf{0}; y/(1) = \mathbf{e}$ и что $y/$ - гомоморфизм "на" и что на P отображение $y/$ действует тождественным образом (см. рис. 3).

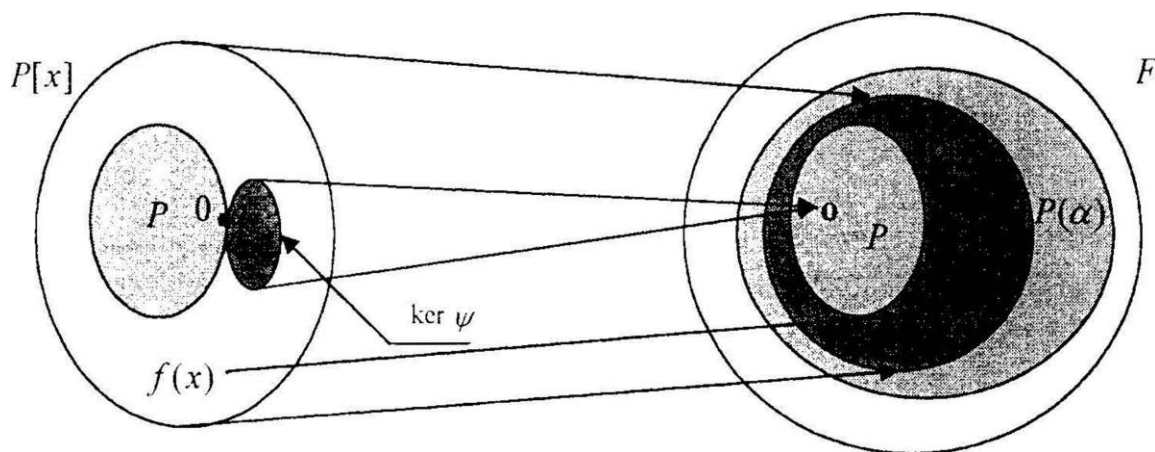


Рис 3

Далее, согласно схеме S, описываем ядра гомоморфизмов $(p\kappa y/)$, при этом рассматриваем только случай в.2, ввиду очевидности случая в. 1.

$$\ker(p \sim \left\{ \frac{n}{n} \in Z \ \& \ \langle p \rangle \right\} = 0 \left\{ \frac{n}{n} \in Z \ \& \ pe = 0 \right\} \cdot$$

Таким образом, целое число p попадает в ядро тогда и только тогда, когда единичный элемент e поля F , будучи сложенным сам с собой p раз, даст нулевой элемент 0 этого поля. Учитывая, что ядро кольцевого гомоморфизма является идеалом и что кольцо Z является кольцом главных идеалов, получаем: $\ker \varphi = (p)$ для некоторого $p \in Z$. Желательно вместе со студентами восстановить доказательство этого важного факта, напомнив, что число p , порождающее идеал $\ker \langle p \rangle$, выбирается как наименьшее положительное число, принадлежащее этому идеалу (т. е. определяется однозначно), а затем показать, что p является простым числом. При доказательстве первого утверждения использовать алгоритм деления с остатком в кольце Z , а второго - целостность этого кольца. Следует отметить, что при доказательстве второго утверждения (проводимого методом от противного), сделав естественный переход от равенства $p = rs$ ($1 < r < p \wedge 1 < s < p$) к равенству $pe = (rs)e$, редкие студенты способны правильно обосновать равенство $(r-s)e = (re) - (se)$, основой которого также служит обобщенный закон ассоциативности.

В заключение необходимо объяснить студентам, что простое число p , определенное выше, заключает в себе важнейшую информацию о поле F в целом, в том смысле, что хотя число p определялось, исходя из элемента e , как наименьшее число слагаемых, равных e , сумма которых равна 0 , подобным свойством обладает любой элемент a поля F :

$$\underbrace{a + a + \dots + a}_{p \text{ раз}} = \underbrace{e \cdot a + e \cdot a + \dots + e \cdot a}_{p \text{ раз}} - (e + e + \dots + e) \cdot a - (pe) \cdot a = 0 \cdot a = 0$$

т. е. $pa = 0$ для любого $a \in F$ - В соответствии с этим, число p и называется характеристикой поля F и определяет тип его простого подполя.

II. Описание идеала $\ker \varphi$ кольца многочленов $P[x]$ осуществляется по тому же сценарию что и описание $\ker \varphi$ кольца целых чисел Z благодаря наличию аналогичных свойств у кольца $P[x]$

$$\ker \varphi = \left\{ \frac{h(x)}{h(x)} \in P(x) \ \& \ h(a) = 0 \right\} = \left\{ \frac{h(x)}{h(x)} \in P(x) \ \& \ h(a) = 0 \right\}$$

т. е. $h(x) \in \ker \varphi$ тогда и только тогда, когда значение многочлена $h(x)$ в точке a равно 0 (т. е. элемент a является корнем этого многочлена). В силу того, что идеал $\ker \varphi$ является главным, существует многочлен

$f(x) \in K[x]$ такой, что $\ker \gamma = (f(x))$. Как и в п.1 напомним, что $f(x)$ выбирается, как нормированный многочлен наименьшей степени; доказывается, что он определяется однозначно и что он неприводим над полем P .

В заключение желательно объяснить студентам, что, подобно простому числу p из п.1, нормированный, неприводимый над P , многочлен $f(x)$ заключает в себе важную информацию о строении поля $P(a)$ и, в связи с этим, называется характеристическим многочленом.

Далее, используя теорему о гомоморфизмах, получаем:

I. $P = K[x]/(f(x))$ как $R^* \sim$ подкольцо поля F , то изоморфное ему кольцо $K[x]/(f(x))$ является областью целостности. На этом этапе полезно восстановить вместе со студентами тот факт, что всякий ненулевой элемент этого фактор-кольца обратим. Для этого проще всего воспользоваться следствием из алгоритма Евклида о представимости наибольшего общего делителя двух целых чисел в виде линейной комбинации этих чисел с целыми коэффициентами. Действительно, если $\gcd(p, \Phi(p)) = 1$, т. е. существуют такие целые числа $u, v \in \mathbb{Z}$, что $(u \cdot p) + (v \cdot \Phi(p)) = 1$. Аналогом этого равенства в фактор-кольце будет равенство:

$$(u + (p)) \cdot (p + (p)) + (v + (p)) \cdot (\Phi(p) + (p)) = 1 + (p)$$

или $(u + (p)) \cdot (p + (p)) = 1 + (p)$, которое показывает, что элемент $u + (p)$ является обратным к $p + (p)$. Отсюда следует, что $K[x]/(f(x))$ является полем. А так как P , в соответствии с определением 1 г, наименьшее подполе поля F и $R^* \subset P$, то $R^* = P$.

Таким образом, в случае поля F характеристики $p \neq 0$, простое подполе этого поля, с точностью до изоморфизма, совпадает с полем вычетов кольца целых чисел по модулю p , т. е. поля

$$\mathbb{Z}/(2) \cong \mathbb{Z}/(3) \cong \mathbb{Z}/(5) \cong \mathbb{Z}/(p) \cong \mathbb{F}_p$$

с точностью до изоморфизма исчерпывают типы простых подполей полей ненулевой характеристики.

II. $P = K[x]/(f(x))$ Совершенно аналогичным п.1 образом показывается, что $K[x]/(f(x))$ - поле и, следовательно, по тем же причинам, что и в п.1, $P(a) = P[a]$. Элемент a , в этом случае, называется алгебраическим над полем P , а степень полинома $f(x)$ -го степенью. Описание простого алгебраического расширения $P(a)$ наиболее информативно дается

в терминах векторного пространства:

Если a - алгебраический над полем P элемент степени n , то $P(a)$ - векторное пространство над полем P размерности n , причем элементы $1, a, a^2, \dots$ составляют его базис (над P).

В случае в. 1 схемы S на основе того, что

а) наименьшим полем, включающим в себя целостное кольцо, является поле частных этого кольца;

б) поля частных изоморфных целостных колец являются изоморфными; заключаем

I. Простое подполе \hat{F} поля F изоморфно полю рациональных чисел.

II. Простое алгебраическое расширение $P(a)$ поля P посредством элемента a изоморфно полю рациональных функций от одной переменной x .

ЛИТЕРАТУРА

- | | |
|---|---|
| <p>1. Дроботун Б.Н. К вопросу построения фактор-систем // Наука и техника Казахстана. -2001. -№1. - С. 73-79.</p> | <p>2. Ван дер Варден Б. Л. Алгебра. -М.: Наука, 1979. -624 с.</p> <p>3. Куликов Л. Я. Алгебра и теория чисел. -М: Высшая школа, 1979. -559 с.</p> |
|---|---|

к выводу о том, что недостаточное внимание, уделяемое качеству аналитической работы, является одной из главных причин большинства крупных кризисов на рынках недвижимости. Характерным примером является кризис на рынке недвижимости США в конце 80-х и начале 90-х годов. Как отмечают специалисты, чрезмерное и беспорядочное инвестирование в новое строительство привело к перенасыщению рынка и, соответственно, неостребованности рынком большого количества проектов, под которые были выданы кредиты. В основе сложившейся ситуации лежали нереальные рыночные ожидания, происходящие из неправильной структуры стимулов при анализе, слабой методологии анализа и неполного объема данных, характеризующих текущие условия.

Структура стимулов, которыми руководствовались девелоперы, оценщики и кредитные организации была деформирована заинтересованностью одних получить кредиты, других - обосновать получение кредита, а третьих - разместить свои средства. Использование слабой

методологии анализа, выражающейся в неадекватных допущениях и процедурах, во взаимодействии с недостаточно качественными данными местных рынков имело результатом появление необоснованных рыночных исследований и, соответственно, базирующихся на них инвестиционных решениях.

Одним из основных аспектов исследования рынка недвижимости является совместное исследование и влияние друг на друга различных экономических, социальных, политических и т.д. показателей

Для исследования были взяты ряд показателей общественных и социальных явлений за 1998-2001 гг и определена теснота связи между этими явлениями и показателями по сделкам с недвижимостью. Теснота связи определялась с помощью коэффициента корреляции.

Поскольку данные не содержат какую-нибудь явную, ярко выраженную тенденцию (см. диаграммы 1-5), была выдвинута гипотеза о линейности связи между исследуемыми явлениями.

Коэффициент корреляции рассчитывался по формуле:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

где x - значения исследуемого динамического ряда сделок с недвижимостью, y - значения динамического ряда сделок с недвижимостью, Y - количество лет исследуемого периода.

Таблица 1

Год	Общее кол-во сделок с недвижимостью	Число браков (единиц)	Число разводов (единиц)	Индекс инфляции	Сальдо миграции	Численность населения (сот. чел)
1998 г	6810	2034	1303	2904	5453	3164
1999 г	7274	1918	1016	3558	5245	3081
2000 г	5640	1889	1098	3264	4485	3026
2001 г	8401	1796	1075	3096	5133	2978

Диаграмма 1



Коэффициент корреляции для приведенных на диаграмме 1 динамических рядов $r = -0,3$, что указывает на наличие обратной связи между явлениями: по диаграмме видно, что уменьшение численности населения, в определенные периоды времени влечет за собой увеличение

объема продаж, а в другое время наоборот - уменьшение количества сделок. Эта связь является слабее средней тесноты. То есть изменение численности населения оказывает незначительное влияние на динамику количества сделок с недвижимостью.

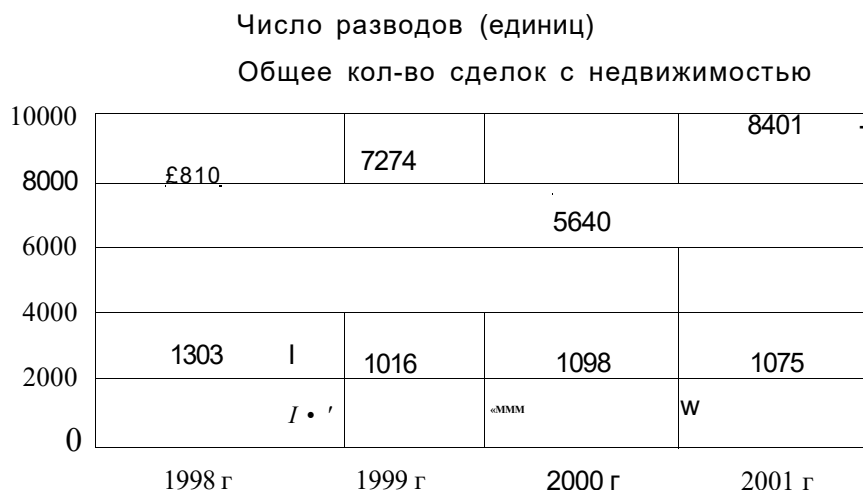
Диаграмма 2.



Коэффициент корреляции для данных о количестве заключенных браков и данных объема сделок с недвижимостью $r = -0.4$, что указывает

на наличие обратной связи между явлениями (см. диаграмму 2), к тому же еще менее тесной, чем связь между явлениями рассмотренными ранее.

Диаграмма 3



Коэффициент корреляции для данной пары событий $r = -0.2$. Очевидно наличие обратной связи между явлениями. Эта связь является более тесной, чем связи рассмотрен-

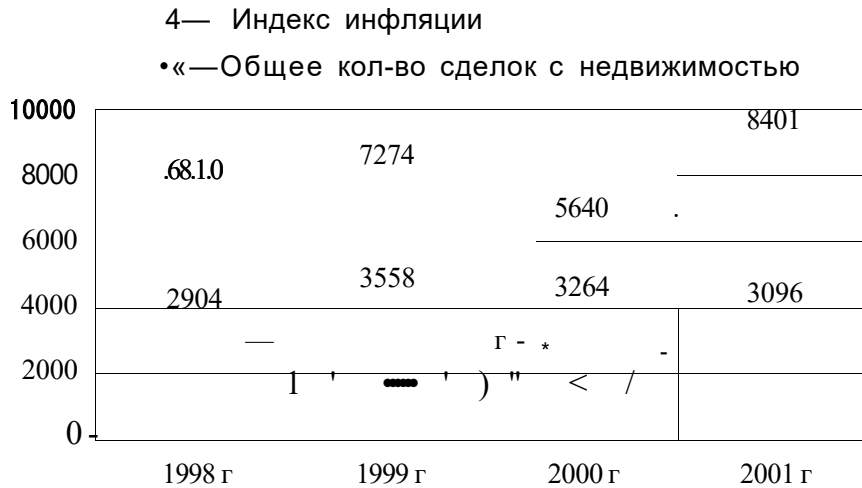
ные ранее,

Можно сделать предварительный вывод о том, что рассмотренные динамические ряды объема сделок с недвижимостью и таких явле-

нии, как изменение социального статуса человека, в совокупности связаны между собой незначительно. Согласно вычисленному коэффициенту

корреляции, теснота связи между ними слабее средней, т.е. влияние оказываемое ими друг на друга минимально.

Диаграмма 4



Коэффициент корреляции между динамическими рядами индекса инфляции и объема сделок по продаже жилья $r = -0,08$. Связь между событиями обратная, теснее средней. В

рассмотренной паре событий очевидно влияние одного ряда на другой (см диаграмму 4), уменьшение индекса инфляции влечет за собой увеличение числа сделок с недвижимостью.

Диаграмма 5



Коэффициент корреляции между динамическими рядами сальдо миграции населения и объема сделок по продаже жилья событий $r = 0,6$. Очевидно наличие прямой связи между явлениями. Причем связь является теснее средней.

Что в свою очередь позволяет говорить о том, что рассмотренные явления связаны между собой достаточно сильно, т.е. миграция населения оказывает весьма значимое влияние на уменьшение или увеличение количества сделок с недвижимостью.

Совместное исследование динамики показателей количества сделок с недвижимостью и некоторых социальных и экономических явлений нашего общества позволяет сделать вывод о том, что при построении

модели анализа и прогнозирования рынка недвижимости следует принять во внимание в первую очередь такие показатели, как сальдо миграции и индекс инфляции. Но при более точном анализе и прогнозировании событий на рынке недвижимости важно исследование всех факторов, влияющих, даже незначительно, на изменение показателей рассматриваемой последовательности. Пренебрежение данными совокупности явлений, оказывающих минимальное воздействие на предмет исследования, может повлечь появление большой погрешности, а следовательно, результаты анализа и прогнозирования могут оказаться значительно удаленными от реальных значений

ЛИТЕРАТУРА

1. Ильясова К. Регистрация прав на недвижимость в Республике Казахстан: основные концептуальные положения. - Алматы: ВШП Эдилет, 2000 г.

2. Стерник Г.М. Методология анализа рынка недвижимости. -М,

1999 г.

3. Тарасевич Е. Современные принципы анализа рынка недвижимости. -СПб, 2000 г.

4. Стерник Г.М. Системный подход к анализу структуры рынка недвижимости. -М, 2000 г.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

^ УДК 621.365.22 (075.8)

• ЭКОНОМИЧНОСТЬ И КОМФОРТНОСТЬ Ж ПРИ ЭЛЕКТРООБОГРЕВЕ ПОМЕЩЕНИЙ

щШ В.С. Чередниченко

Щ Новосибирский государственный технический

'Щ университет

Щ Т.В. Хацевская

Щ Павлодарский государственный университет

% им. С. Торайгырова

щРП

3|I

Бұл жұмысқа ғимараттарды жылытуда және турмыстың қажеттілік үшін ыстық су алуға жекелеген дербес жүйелерді пайдаланудың техникалық шешімдеріне салыстырмалы талдау берілген. Электр қыздырғыштар жүйесіне пайдалану арқылы жылытудың артықшылығы көрсетілген.

В настоящей работе приведен сравнительный анализ технических решений использования индивидуальных систем обогрева помещений и получения горячей воды для бытовых нужд. Показаны преимущества систем обогрева с использованием электронагрева.

The comparative analysis of technical decisions on use of individual systems for heating premises and receiving of hot water for household needs is given in this paper. The advantages of systems for heating with use electroheating are shown.

Неблагоприятные климатические условия объективно вызывают повышенные энергозатраты на поддержание температурного режима домов и зданий в период отопительного сезона, среднегодовая длительность которого может достигать 9-ти месяцев. В этих условиях закономерно уделяется большое внимание специалистов использованию инди-

видуальных радиационно-конвективных систем обогрева помещений и получения горячей воды для бытовых нужд.

Сравнительный анализ технических решений этой задачи показал существенные преимущества систем обогрева помещений с использованием электронагрева. Важнейшими из них являются: снижение фактичес-

кого удельного расхода энергии за счет оперативного автоматического управления системой обогрева во времени, повышение комфортности, экологичное™ и пожаробезопасности (по сравнению с газовыми и мазутными системами индивидуального отопления), возможности аккумуляции тепловой энергии в ночное время, хорошего сопряжения с системами очистки и охлаждения воздуха в жилых помещениях, снижения запыленности при повышении санитарно-гигиенических условий.

Индивидуальный электронагрев воздуха и воды для бытовых условий имеет эксплуатационные преимущества по сравнению с нагревом в устройствах другого типа (на твердом, жидком и газообразном топливе):

1. Высокий КПД (выше 95%) за счет исключения тепловых потерь в целом в системе; снижается расход металла и труб; существенно сокращается расход энергии за счет заинтересованности потребителей в контроле за ее расходом (оплата за электронагрев осуществляется по счетчику).

2. Повышение комфортности и соблюдение санитарно-гигиенических условий в помещениях за счет принципиального изменения направлений и интенсивности конвективных перемещений воздуха в конкретном помещении. Важнейший фактор - возможность использования низкопотенциальной энергии при удель-

ных мощностях 60 - 70 Вт/м². При таких режимах обогрева обеспечивается минимальное содержание пыли в воздухе. Удобство совмещения с системами кондиционирования при герметизации помещений.

3. Оперативное управление частью энергии, необходимой для отопления, за счет практического отсутствия инерционности нагрева воздуха.

4. Возможность аккумуляции тепловой энергии в ночное время, в часы провалов графиков нагрузки электрических сетей.

Указанные преимущества электрообогрева обеспечиваются только индивидуальными системами. Различают системы с прямым нагревом воздуха, системы с использованием теплоносителя (воды) и комбинированные. Различные технические решения хотя и имеют индивидуальные показатели экономичности и комфортности, но при комплексном решении обеспечивают современные требования. Проведенный анализ показал, что лучшие показатели обеспечивают системы с аккумулярованием тепла. Эти системы обеспечивают теплообмен с воздухом помещений двумя путями: через поверхность (не более 60%) и через принудительный воздушный поток, создаваемый вентилятором.

При использовании электронагрева возникает вопрос расхода первичной энергии на обогрев. Длительное время существовало устой-

чивое мнение специалистов, что использование электрической энергии для осуществления электронагрева якобы экономически не оправдано из-за большей ее стоимости по сравнению с другими видами энергии. Сложившееся ранее представление, что электронагрев из-за двукратного преобразования энергии (вначале в электрическую из топлива на электростанциях, а затем в тепловую в технологических устройствах) всегда более энергозатратен, чем топливный нагрев, ошибочно. Не только для электрообогрева помещений, но и широкого круга технологических процессов электронагрев обеспечивает экономию первичных энергетических ресурсов, даже без учета того, что при производстве электроэнергии важную роль играют гидро- и атомные электростанции, а также станции, использующие нетрадиционные и возобновляемые виды энергетического сырья (например, углеродосодержащие промышленные и бытовые отходы). Поэтому электронагрев дает выигрыш намного больший, чем попытки экономить энергию и улучшать экологические показатели на заведомо энергозатратных и неэкологических устройствах.

При создании любого нагревательного устройства необходимо анализировать возникающие потери при генерировании тепла, при распределении тепла, при работе

систем управления (несоответствие между выработанной тепловой энергией и необходимой для потребления во времени).

Потери тепла в устройствах для электрообогрева помещений отсутствуют из-за прямого преобразования электрической энергии в тепловую. Потери при распределении тепла также отсутствуют, так как тепло генерируется непосредственно в помещениях. Минимальная инерционность нагрева воздуха снижает составляющую потерь за счет несоответствия во времени потребной и производимой тепловой энергии. Системы обогрева должны иметь два контура управления. Один контур управления должен учитывать тепловую инерцию аккумуляционных конструкций устройства и конструкций здания (дома, коттеджа) в соответствии с внешней температурой последних двух дней. Точное (оперативное) поддержание температуры в помещении производится с помощью вентилятора, установленного в аккумуляционном пространстве электропечи и совмещенного с системой пылеулавливания.

Такая система электрообогрева позволяет существенно снизить расход потребляемой энергии за счет следующего оперативного управления процессами обогрева. При отсутствии пользователей в помещении (в дневное время, когда пользователи на работе, в период отъезда

пользователей из дома, в ночное время в офисах и других помещениях предприятий) обогрев снижается до уровня, обеспечивающего охлаждение помещений до минимально допустимой, исходя из условий сохранения строительных конструкций. При этом количество тепла, аккумулированного стенами, снижается, и за счет уменьшения перепада температур в помещении и снаружи стен общие тепловые потери через стены также снижаются. При возвращении пользователей в рассматриваемые помещения включается вентиляционная система обогрева помещений, которая в течение 10-15 минут за счет проточного нагрева воздуха нагревает воздух в конкретном помещении до конкретной температуры. Система управления поддерживает эту температуру в условиях, при которых начинается восстановление температур стен, потолка, пола. В этот период до полного прогрева стен, потолка и пола наблюдается пониженный уровень потерь, передаваемых за пределы конкретных строений в среду, окружающую здание (дом).

Одновременно такая система

обогрева обладает дополнительными преимуществами:

1. Приток тепловой энергии от внешних источников (солнечное излучение, проходящее через окна, осветительные лампы, поступление тепла за счет охлаждения воды в ванной комнате и др.) немедленно приводит к снижению подачи тепловой энергии в помещение.

2. Возможность обогрева каждой комнаты отдельно с поддержанием различного уровня температур (от необходимой для сохранения строений до различного уровня комфорта в дневное и ночное время).

Система позволяет точно определять потребление энергии и каждый пользователь может получать информацию о текущем использовании энергии.

Для реализации рассмотренных индивидуальных систем отопления жилых помещений целесообразно использовать новую конструкцию плоских нагревателей, изготавливаемых путем плазменного напыления электроизоляционных и токопроводящих слоев на подложку с максимальной теплопроводностью.

УДК 621.316.925

АЛГОРИТМ И ПРОГРАММА РАСЧЕТА ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЦЕПЯХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ

Н.Н. Кургузов, Л.И. Кургузова, М.Н. Кургузова

Павлодарский государственный университет
им. С. Торайгырова

А.В. Богдан

Кубанский государственный аграрный университет

Мақалада синхронды емес электірқозғалтқыштардың екінші реттік дифференциалдық қорғау тізбеіріндегі оттепелі процесстерді ЭЕМ арқылы есептеу бағдарламасы мен алгоритмінің ерекшеліктері қарастырылған.

Рассмотрены особенности алгоритма и программы расчета на ЭВМ переходных процессов во вторичных цепях дифференциальной защиты асинхронного электродвигателя.

Features of algorithm and the program of calculation on the computer of the transitive processes in secondary circuitry of differential protection of the asynchronous electric motor are considered.

В практике эксплуатации электрических станций и подстанций с высоковольтными электродвигателями неоднократно отмечались случаи ложных срабатываний продольных дифференциальных защит (ДЗ) синхронных и асинхронных электродвигателей (ЭД), выполненных на реле с промежуточными насыщающимися трансформаторами тока (НТТ).

Неправильные действия ДЗ с

НТТ при пуске ЭД вызваны [1,2] длительным (более 1 с) током небаланса, содержащим полуволны обоих знаков и обусловленным насыщением сердечников трансформаторов тока (ТТ) ДЗ вынужденными и свободными составляющими пускового тока ЭД (апериодическими составляющими и составляющими пускового тока, имеющими переменную частоту).

Проведенные исследования показали, что уставки тока срабатывания ДЗ ЭД, выполненных на реле ДЗТ-11 не могут быть менее номинального тока ЭД $I_{шМ0}$. Учитывая, что необходимая защитоспособность ДЗ ЭД достигается [3] при токе срабатывания порядка $0,1 I_{шМ}$, вопрос о повышении технического совершенства защит ЭД остается весьма актуальным,

Оценка целесообразности использования тех или иных токовых характеристик с целью повышения технического совершенства ДЗ возможна только при применении специализированных программ расчета переходных и установившихся процессов в цепях ДЗ, обладающих повышенным быстродействием и устойчивостью решения.

Известные программы имеют ряд существенных недостатков, в частности, недостаточную устойчи-

вость решения систем уравнений при практически активном характере сопротивлений вторичных цепей ТТ (как известно, в нулевых выводах обмоток статоров ЭД установлены ТТ типа ТПОЛ, индуктивности рассеяния вторичных обмоток которых практически равны нулю).

В настоящей работе описываются разработанные авторами алгоритм и программа расчета переходных и установившихся процессов в токовых цепях двухплечевой ДЗ ЭД, лишенные этих недостатков.

На рисунке 1 показаны токовые цепи ДЗ ЭД, подключенного к шинам источника питания $GS(\sim ЭДС \text{ источника})$ через коммутирующее устройство Q (принятые на схеме направления первичного тока i_1 , вторичных токов первого $i_{2,1}$ и второго $i_{2,2}$ ТТ плеч ДЗ, и тока небаланса $i_{нб}$ соответствуют режиму пуска ЭД).

Принципиальная схема токовых цепей ДЗ ЭД

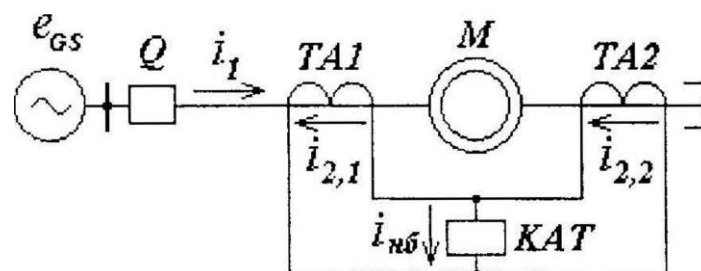


Рис.

При разработке математического описания процессов, протекающих в токовых цепях ДЗ, прини-

мались известные [4,5] допущения:

- активные сопротивления и индуктивности рассеяния первичных

обмоток ТТ не учитываются;
 - нагрузка на ТТ, в общем случае, - активно-индуктивная;
 - индуктивности рассеяния вторичных обмоток ТТ и индуктивная нагрузка - линейные;
 - связь между мгновенными значениями индукции (B) и напряженности (H) магнитного поля в ферромагнитных сердечниках ТТ представляется однозначной характери-

стикой намагничивания $H(B)$, которая при математическом моделировании аппроксимируется кусочно-линейной зависимостью;
 - активные потери в магнитопроводах ТТ не учитываются;
 - не учитываются взаимные индуктивности разных ветвей ДЗ.

На рисунке 2 приведена схема замещения двухфазной (фазы а w e) двухплечевой ДЗ.

Схема замещения токовых цепей ДЗ ЭД

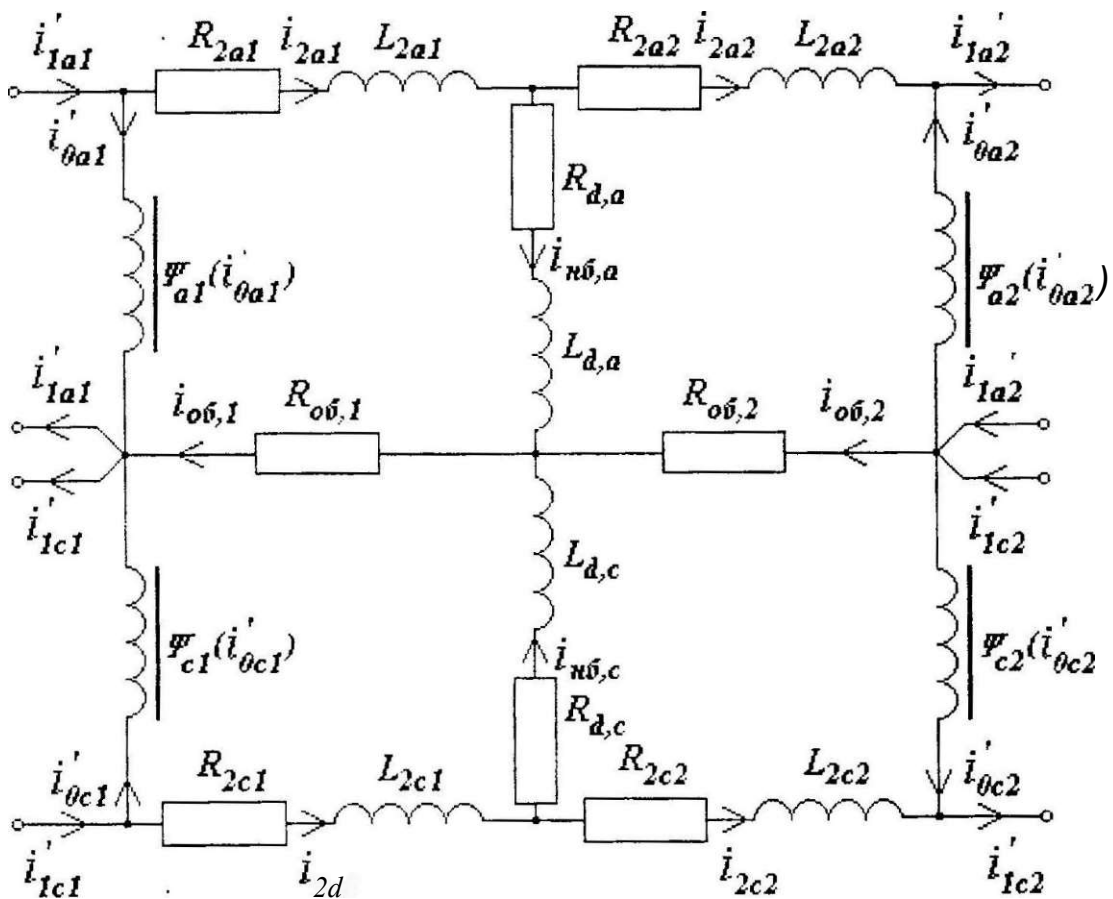


Рис. 2

В основу математической модели токовых цепей ДЗ положена известная система уравнений:

$$\begin{aligned}
 \frac{d i_{a1}}{dt} &= Y_{a1} u_{a1} + \frac{d i_{2a1}}{dt} + \frac{d i_{об,Г}}{dt} \\
 \frac{d i_{c1}}{dt} &= R_{c1} i_{c1} + L_{c1} \frac{d i_{2c1}}{dt} + R_{d,c} i_{нб,c} + L_{d,c} \frac{d i_{но,c}}{dt} + R_{об,Г} i_{об,Г} \\
 \frac{d i_{c2}}{dt} &= R_{c2} i_{c2} + L_{c2} \frac{d i_{нб,c}}{dt} + R_{об,2} i_{об,2} \\
 i_{2a1} &\sim i_{a1} \frac{1}{f} \frac{1}{\omega L} \frac{1}{\omega P} \frac{1}{2a2} \quad i_{2a2} \sim i_{a2} \frac{1}{f} \frac{1}{\omega L} \frac{1}{\omega P} \frac{1}{2a2} \\
 i_{2c1} &= i_{c1} \frac{1}{\omega L} \frac{1}{\omega P} \frac{1}{2c2} = j c 2' \quad \omega c 2; c 2 (\omega c 2) \\
 i_{нб,a} &\sim i_{a1} \frac{1}{2c1} i_{нб,c} \sim i_{c1} \frac{1}{2c1} \\
 i_{об,1} &\sim i_{2a1} + i_{2c1} \quad i_{2a2} + i_{2c2}
 \end{aligned}$$

где a, c - фазы А и С защиты;
 $i_{об,Г}$ " потокосцепления ТТ фаз А, С первого плеча защиты;
 " то же второго плеча защиты;
 R_{2A1}, L_{2A1} - активное сопротивление и индуктивность первого плеча фазы А;
 R_{2A2} - то же второго плеча фазы А;
 R_{2C1} - активное сопротивление и индуктивность первого плеча фазы С;
 R_{2C2}, L_{2C2} - то же второго плеча фазы С;
 R_{dM}, L_{dM} - параметры дифференциальной цепи фазы А;
 R_{DC} - то же фазы С;

Диаг. 5 $R_{об,2}$ -активные сопротивления обратных проводов плеч защиты;
 $i_{но,c}$ " первичный приведенный, вторичный и приведенный намагничивающий токи ТТ фазы А первого плеча защиты;
 $i_{и1}, i_{и2}$ " то же фазы А ВТ(>рого плеча защиты);
 $i_{и1}, i_{и2}$ " то же фазы С первого плеча защиты;
 $i_{и1}, i_{и2}$ " то же фазы С второго плеча защиты;
 $i_{нб,а}, i_{нб,с}$ - токи небаланса в фазах А и С защиты;
 $i_{об,1}, i_{об,2}$ " токи обратных проводов первого и второго плеч защиты.
 Прогнозирование первых приближений вторичных токов ТТ каж-

дой фазы обоих плеч защиты на п-ом шаге расчета осуществляется по известному методу линейной экстраполяции на основании вычисленных значений первичного тока на п-ом и токов намагничивания в двух предыдущих (п-1 и п-2) шагах расчета (использование формулы [5] для нахождения первого приближения в схемах соединения ТТ оказалось неприемлемым):

$$h_{j.k.n} \sim h_{j.k.m} + \frac{h_{j.k.n} - h_{j.k.m}}{n - m} (n - 1)$$

Затем рассчитываются токи небаланса $i_{уГки}^{4нГьг}$ и токи $D_{«и»^B}$ обратных проводах защиты. Далее методами численного интегрирования определяются индукции в сердечниках ТТ и, с помощью процедур нелинейности $H_{jk}(B_{jk})$ и расчетных соотношений, - намагничивающие токи $I_0 \cdot k_n$ на п-ном шаге расчета.

По значениям токов I_{0jmn} уточняются величины вторичных токов

$$I_{2j.k.n} = I_{j.k.j} - I_{j.k.n}$$

После этого осуществляется проверка точности решения на шаге

$$h_{j.k.n} - \frac{h_{j.k.m}}{n - m} (n - 1) > \epsilon$$

где ϵ_j -допустимая «невязка» решения.

Если условие точности решения выполняется для всех ТТ, то значе-

$$I_{j.k.n} = h_{j.k.n} - \frac{h_{j.k.m}}{n - m} (n - 1) > \epsilon_j$$

ния вторичных токов $I_{j.k.n}$ приведенных токов намагничивания i_{0jkn} найдены и начинается расчет нового интервала.

Если это условие не выполняется хотя бы для одного ТТ, то для всех ТТ вводится процесс коррекции, учитывающий знаки разностей между найденными и уточненными по ним значениями вторичных токов

$$h_{j.k.n} - h_{j.k.m} - h_{j.k.n}$$

Когда знаки предыдущей $I_{2j.k.n}$ и последующей $I_{2j.k.n-m}$ разностей в двух смежных итерациях одинаковы, рассчитывается скорректированное значение вторичного тока соответствующего ТТ

$$h_{j.k.n} \sim I_{2j.k.n} +$$

и осуществляется перезапись значений разностей вторичных токов

$$I_{2j.k,n,m} = I_{2j.k,n}$$

Величина поправки в начале интервала расчета равна b_{itkju}^4 .

После того, как вторичный ток соответствующего ТТ пройдет свое истинное значение (знаки предыдущей $I_{j.k.n}$ и последующей $I_{2j.k,n-m}$ разностей не совпадают), вторичный ток соответствующего ТТ рассчитывается по формуле

после чего происходит уменьшение величины поправки

и осуществляется перезапись разностей вторичных токов

Использование данного метода коррекции вторичных токов ТТ позволяет существенно повысить устойчивость решения при практически любом характере сопротивлений во вторичных цепях ДЗ ЭД.

На рисунке 3 приведена блок-схема разработанной авторами программы.

Блок-схема программы

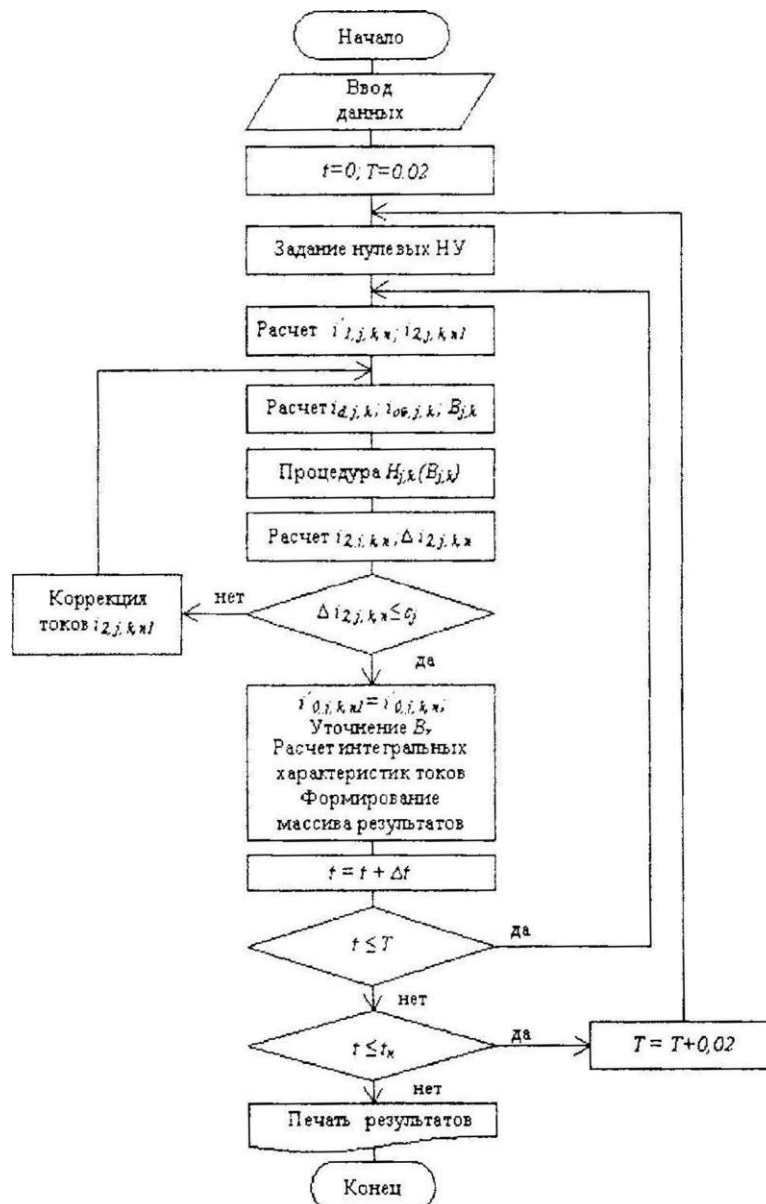


Рис. 3

С использованием описанной программы авторами проведены расчеты переходных процессов при пуске мощных (4000 - 8000 кВт) ЭД, используемых для привода питающих электронасосов на тепло-

вых электростанциях.

На рисунке 4 в качестве примера приведена расчетная осциллограмма токов плеч и токов небаланса двухфазной двухрелейной схемы ДЗ при пуске ЭД.

Токи плеч и токи небаланса ДЗ при пуске электродвигателя

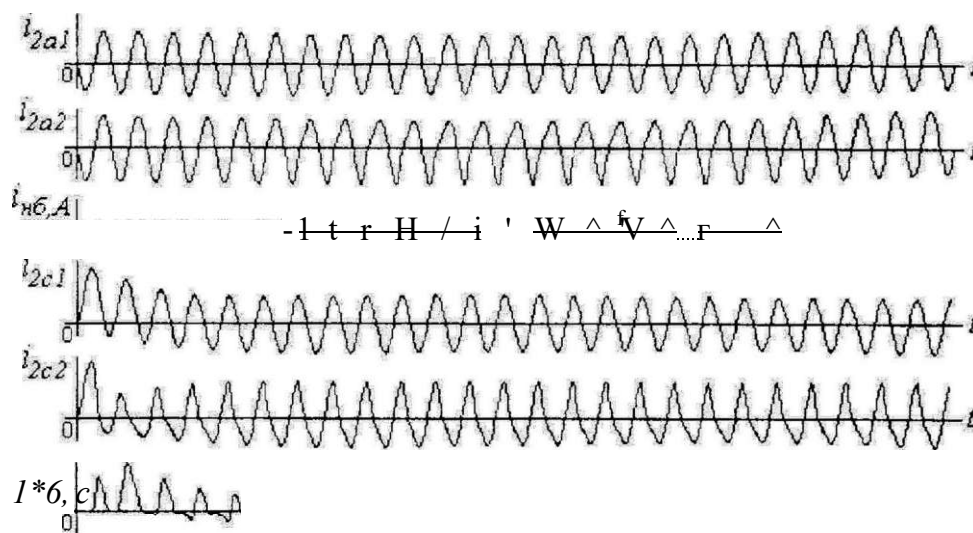


Рис. 4

ЛИТЕРАТУРА

1. Богдан А.В., Кургузов Н.Н., Кургузова Л.И. Токи небаланса дифференциальных защит мощных электродвигателей//Электрические станции. -1980. -№ 9. -С. 46-50.
2. Богдан А.В., Кургузов Н.Н., Кургузова Л.И., Алфутов В.И. Дифференциальные защиты синхронного электродвигателя//Электрические станции. -1989. -№ 5. -С. 70-72.
3. Электрические цепи с ферромагнитными элементами в релейной защите/А.Д. Дроздов, А.С. Засыпкин, С.Л. Кужеков и др. -М.: Энергоатомиздат, 1986. -256 с.
4. Новаш В.И., Сопьяник В.Х. Расчет переходных процессов в токовых цепях многоплечевых дифференциальных защит//Электричество. -1982. -№ 7. -С. 74-76,
5. Богдан А.В., Золоев Б.П., Подгорный Э.В. Сравнение численных методов расчета переходных токов трансформаторов тока на ЦВМ//Известия вузов СССР. Электромеханика.-1974. -№ 2. -С. 163-172.

УДК 621.365.5

АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАГНИТОПРОВОДОВ В ИНДУКЦИОННЫХ ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ

А.П.Кислов

*Павлодарский государственный университет
им. С.Торайгырова*

Магнитөткізгіштерді қолдану облыстары көрсетілген және олардың пайдалануы анықталған.

Предложена классификация применения магнитопроводов и представлен анализ их использования.

The classification of magnet conductors using is suggested and the analysis of their using is introduced.

Индукционные электротехнологические установки (ЭТУ) находят применение в различных отраслях народного хозяйства. Весьма перспективны индукционные ЭТУ с использованием криорезистивных систем.

Эффективность применения криорезистивных систем определяется существенным уменьшением удельного электрического сопротивления проводящих элементов при криотемпературах, снижением электрических потерь в них, возможностью повышения плотности тока и сокращением расхода материалов.

Электротехнологические установки, в частности индукционные ЭТУ, являются наиболее приемлемыми объектами для внедрения криорезистивных систем, что обусловлено их большими единичными мощностями, относительно низкими значениями электрического КПД, имеющимися резервами повышения производительности и расширения технологических возможностей, удобствами криостатирования индуктора.

Отметим, что электрический КПД индукционных установок находится в диапазоне 0,45-0,8, а коэффициент мощности не превышает 0,4.

В связи с этим важно оценить возможности улучшения энергетических характеристик индукционных ЭТУ. В [1] всесторонне проанализированы и обобщены направления работ в области улучшения энергетических характеристик индукционных ЭТУ; предложена классификация способов повышения электрического КПД системы индуктор-загрузка, но слабо отражены вопросы, связанные с использованием внешних магнитопроводов.

Подробный анализ влияния магнитопроводов на энергетические характеристики индукционных установок позволил автору разработать классификацию применения магнитопроводов в индукционных ЭТУ.

В предложенной классификации

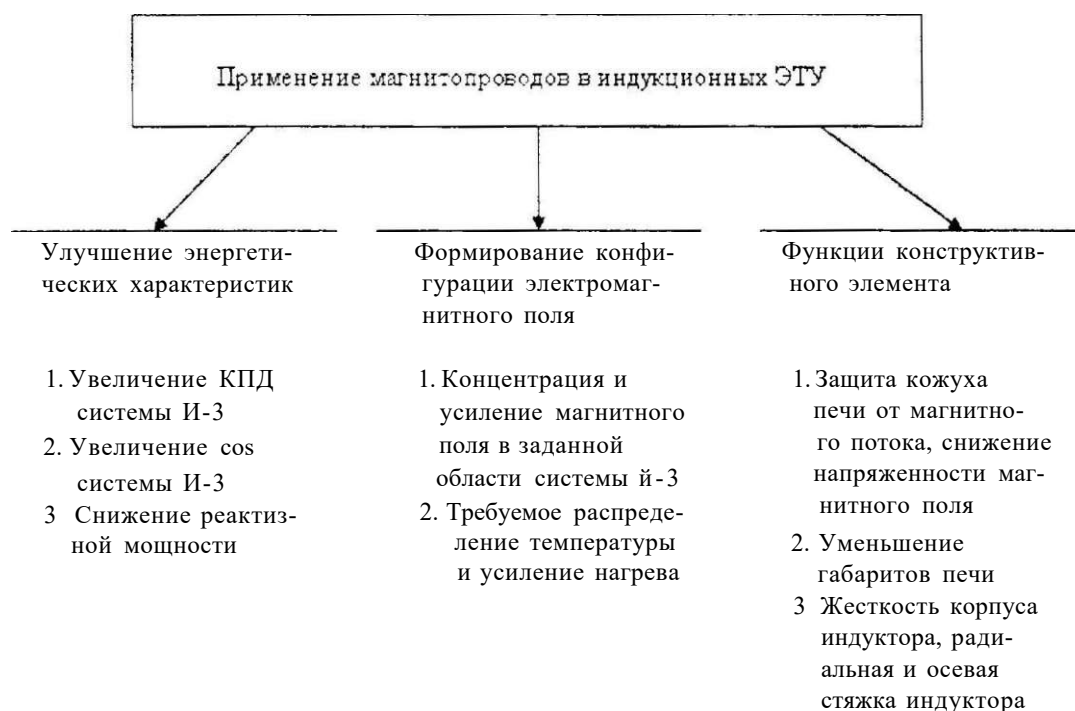
применения магнитопроводов (рис. 1) можно выделить три группы по их назначению и сути:

первая группа - назначение магнитопроводов позволяет улучшить энергетические характеристики индукционных ЭТУ;

вторая группа - назначение магнитопроводов состоит в формировании конфигурации электромагнитного поля и заданного распределения температуры, что обеспечивает как концентрацию и усиление магнитного поля, так и распределение температуры, даже градиентное;

третья группа - назначение магнитопроводов сводится к функции конструктивного элемента и защите от полей рассеивания (роль экрана).

Классификация применения магнитопроводов в индукционных ЭТУ



Применение внешних и внутренних магнитопроводов для улучшения энергетических характеристик ЭТУ преследует несколько целей, каждая из которых определяется конкретной ситуацией.

Анализ энергетической эффективности использования внешних магнитопроводов /2/ показал, что введение внешних магнитопроводов при нагреве ферромагнитной загрузки повышает электрический КПД $\eta_{\text{эл}}$ на 2-5% при нормальном уровне 75-85% и снижает реактивную мощность на 15-20%. а при нагреве алюминиевых и медных сплавов эти показатели составляют соответственно 5% и 10-12%.

В /3/ установлено, что при закалке одновитковым индуктором применение магнитопровода повышает его КПД в 2,5 раза. В /4/ при использовании внутренних магнитопроводов вследствие перераспределения мощности по сечению трубы достигнуто увеличение электрического КПД $\eta_{\text{эл}}$ в немагнитном режиме на 20-25%.

Применение магнитопровода /5/ в 10-20 раз снижает уровень внешних полей.

Один из наиболее существенных эффектов влияния магнитопроводов на индукционную систему заключается в резком перераспределении плотности тока по сечению одновиткового индуктора; в случае использования магнитопровода в

многовитковой системе этот эффект выражен слабее.

Многовитковая система характеризуется большим индуктивным сопротивлением и неравномерным распределением тока по виткам /1/. В качестве положительного эффекта следует назвать увеличение коэффициента мощности $\cos\varphi$ при введении магнитопровода в систему индуктор-загрузка /6/. При определенной конфигурации магнитопровода существенно снижается ток в индукторе /6/, что позволяет увеличить мощность, передаваемую в нагрузку, без перегрева витков индуктора.

Во второй группе классификации необходимо выделить магнитопроводы, назначение которых - изменение магнитного потока - осуществляется путем их выполнения на индукторе с переменным зазором от него /7/. В /8/ показано, что настил тока в поверхностном слое индуктирующего витка распределяется пропорционально сопротивлению, которое в отдельных точках слоя зависит от плотности магнитного потока, вытекающего из полюсов наружного магнитопровода, имеющего волнообразный профиль. Известны индукционные устройства с магнитопроводами для нагрева ферромагнитных материалов, питаемые током промышленной частоты, приспособленные для поверхностной закалки стальных заготовок и даю-

щие значительный экономический эффект. В [9] экспериментально доказана возможность применения магнитопроводов, помещаемых внутрь соленоида, для формирования электромагнитного поля заданной конфигурации. Уменьшение полей рассеивания, снижение напряженности магнитного поля при использовании внешних магнитопроводов отражено в работе [10].

Специфическая особенность индукционных печей - наличие вблизи индуктора сильных магнитных полей - обуславливает известные затруднения при конструировании каркаса или кожуха индукционной печи, так как в металлических массах, находящихся в переменном магнитном поле, возникают вихревые токи, создающие активные потери энергии. Для снижения потерь в каркасе следует увеличить размеры каркаса в плане. Магнитный поток между индуктором и каркасом является тем же магнитным потоком Φ , который создается в полости индуктора, поток замыкается вне индуктора.

Поэтому напряженность магнитного поля вне индуктора приближенно определяется соотношением:

$$H_n \cdot \Phi / (M < 2u)$$

где Q_n - поперечное сечение магнитного потока между индукто-

ром и каркасом или кожухом печи; M - магнитная проницаемость среды в этой части потока.

Так как потери (активная энергия, поглощаемая в металле каркаса или кожуха) пропорциональны H^2 , то для уменьшения их необходимо увеличить Q_n (т.е. размеры каркаса в плане) или $1/\mu$, иначе говоря, поместить вне индуктора магнитопровод из расслоенной трансформаторной стали.

В настоящее время размеры каркаса или кожуха в плане при отсутствии магнитопровода принимаются равными примерно утроенному диаметру индуктора.

Эти размеры можно заметно уменьшить, если применить внешний магнитопровод между каркасом или кожухом печи и индуктором, так как значительная часть магнитного потока вне индуктора будет проходить через магнитопровод.

В работе [11] рассмотрены конструкции, в частности форма и сечение магнитопроводов, и показано изменение удельных потерь при расположении листов магнитопровода под углом к линиям магнитной индукции.

Итак, обобщая классификацию применения магнитопроводов, можно подчеркнуть конкретность ситуаций применения магнитопроводов по их цели и влиянию на индукционную систему (рис. 1).

Применение криорезистивных

индукционных ЭТУ предполагает совершенствование традиционных обмоток индукторов и наличие криостата для этих обмоток, представляет научный и практический интерес при создании новых конструкций магнитопроводов для указанных ЭТУ с целью улучшения энергетических характеристик последних.

Рассмотрим известные конструкции внешних магнитопроводов для цилиндрической системы индуктор-загрузка.

В индукционных ЭТУ, особенно в установках промышленной частоты, часто используется магнитопровод, который обычно устанавливают непосредственно за индуктором и изготавливают (с целью снижения в нем электрических потерь) из листовой электротехнической стали. Для упрощения конструкции магнитопровод выполняют из отдельных шихтованных пакетов прямоугольной или близкой к ней формы (рис. 2).

Система И-3 и внешний магнитопровод: 1 - индуктор; 2 - загрузка; 3 - магнитопровод

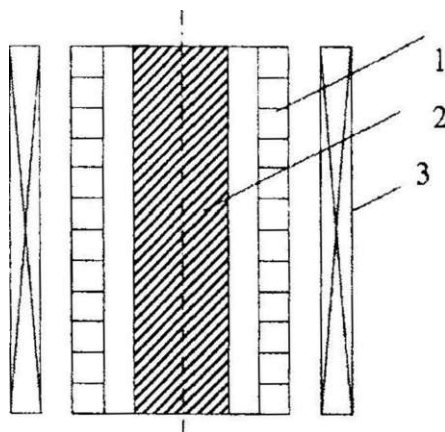


Рис. 2

Известны технические решения, когда пакет прямоугольного магнитопровода имеет небольшой торцевой выступ (рис. 3), который выполняет роль стяжки индуктора в осевом направлении.

Магнитопровод, имеющий волновой профиль (рис. 4), обеспечивает заданный настил тока индуцирующего витка. Магнитопровод переменного сечения (рис. 5) способствует изменению магнитного потока. Магнитопровод, представленный на рис. 6, позволяет повысить энергетические показатели и производительность нагревателя. Имеющиеся данные о приведенных конструкциях магнитопроводов дают возможность судить о специфике их применения. Создание индукторов с большим числом слоев и размещение их в криостате обуславливает необходимость поиска новых конструкций магнитопроводов для этих установок с целью улучшения их энергетических показателей.

Система И-3 и магнитопровод с торцевым выступом: 1 - индуктор; 2 - загрузка; 3 - магнитопровод

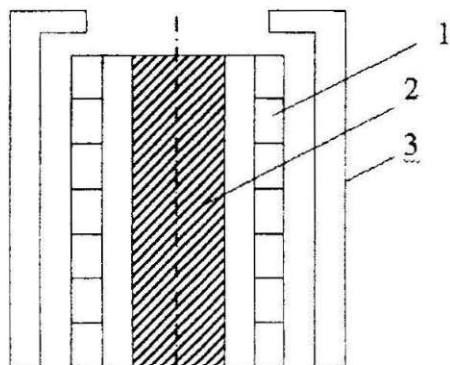


Рис. 3

Система И-3 с магнитопроводом волнового профиля: 1- индуктор; 2 - загрузка; 3 - магнитопровод

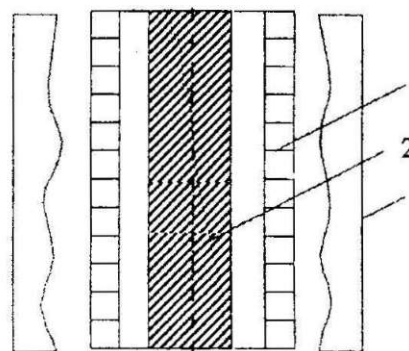


Рис. 4

Система И-3 с магнитопроводом переменного сечения: 1 - индуктор; 2 - загрузка; 3 - магнитопровод

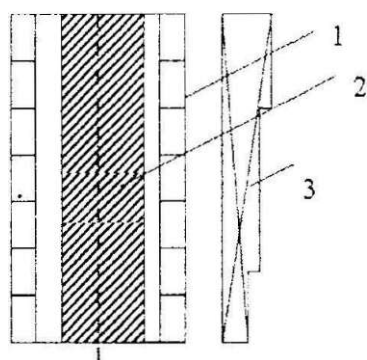


Рис. 5

Система И-3 и магнитопровод для нагрева ферромагнитных материалов: 1 - индуктор; 2 - загрузка; 3 - магнитопровод

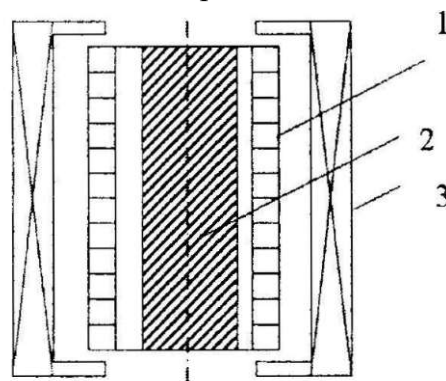


Рис. 6

ЛИТЕРАТУРА

1. Сальникова И.П. Исследование и разработка цилиндрических криорезистивных индукторов с улучшенными энергетическими характеристиками. Диссертационная работа на соискание ученой степени канди-

дата технических наук. - М, 1984.

2. Немков В.С. Теория и расчет цилиндрических систем индукционного нагрева. Диссертационная работа на соискание ученой степени доктора технических наук. - Л, 1980.

3. Русинский И.П. Новое в практике индукционного нагрева. - М. -Машгиз, 1957.
4. Буканин В.А. Исследование и разработка индукционных устройств периодического действия для термообработки бурильных труб. Автореферат диссертационной работы на соискание ученой степени кандидата технических наук. - М, 1982.
5. Северянин А.К. Исследование электромагнитных параметров многослойных индукторов промышленной частоты и разработка экономичных конструкций их обмоток. Автореферат диссертационной работы на соискание ученой степени кандидата технических наук. - Л, 1986.
6. Пронин А.М. Исследование и разработка методов расчета индукционных систем с магнитопроводами. Диссертационная работа на соискание ученой степени кандидата технических наук. - Л, 1983.
7. А.С. 984065 СССР, МКИ³Н 05 В 6/36. Способ индукционного методического нагрева ферромагнитных заготовок/ Исаев, Талаев// Открытия. Изобретения. БИ №4. 1964.
8. А.С. 485156 ССР, МКИ³ Н 05 В 6/36. Индуктор для нагрева изделий/ И.В.Егоров// Открытия. Изобретения. БИ № 18. -1968.
9. Кувалдин А.Б., Нечаев А.И., Лещева Е.В. Формирование электромагнитного поля внутри соленоидального индуктора/Сб. науч. трудов. Вып. № 93. -М.: Моск. энерг. инт, 1986. -С.60-65.
10. Слухоцкий А.Е., Рыскин Е.Е. индуктора для индукционного нагрева. - Л.: Энергия. 1974.
11. Фомин Н.И., Затуловский Л.М. Электрические печи и установки индукционного нагрева. - М.: Metallургия, 1979.

УДК 621.315

ВЛИЯНИЕ РАСЩЕПЛЕНИЯ ФАЗНЫХ ПРОВОДНИКОВ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ЛИНИИ И ПРОВОДОК

**Б.Б. Утегулов, А.Б. Утегулов, Д.Б. Утегулова,
О.С. Волгина, Е.В. Мишина**

jjj Павлодарский государственный университет
им. С. Торайгырова

В.В. Ткаченко

Костанайский государственный университет
им. А. Байтурсынова

Активті және реактивті кедергі желісіне және фаза өткізгіштегі санның өзгерілу өткізгіштігіне зерттеулер жүргізілді. Жеке кабельдегі әр фазадағы жетік болғанда желістің реактивті кедергісі екі есеге ұлғаяды, ал металмен қапталған кабельдерді қолданғанда бұл фазалар қаптың экрандығынан азаяды, ал желістің реактивті кедергісі өзгерілмейді. Сонымен, қатар электрлік есептеуде желістегі өткізгіштің активті кедергісі және электрөткізгіштерін үнемі ток ағымында кедергінің теңдік мағынасында қолдануға болады.

Проведены исследования изменения активного и реактивного сопротивлений линии и проводок при изменении числа проводников в фазе. Установлено, что при прокладке в каждой фазе отдельного кабеля реактивное сопротивление линии увеличивается ориентировочно в два раза, а при применении кабелей с металлической оболочкой взаимное влияние фаз уменьшится из-за их экранирования оболочкой, а реактивное сопротивление линии не изменится. А также из этого следует, что при электрических расчетах активное сопротивление проводников в линиях и электропроводах можно принимать равным значению их сопротивления при постоянном токе без учета добавочных потерь.

Researches of change of active and reactive resistance of a line and postings are carried out (spent) at change of number of conductors in a phase. It is established, that at a lining in each phase of a separate cable reactive resistance of a line is increased roughly twice, and at application of cables with a metal environment mutual influence of phases will decrease because of their shielding by an

environment, and jet resistance of a line will not change. And also follows, that at electric calculations active resistance of conductors in lines and electro postings can be accepted equal to value of their resistance at a direct current without taking into account additional losses.

Для выполнения разного рода электрических расчетов необходимо знать электрические параметры кабельных линий и электропроводок. Для линий напряжением до 1000 В прежде всего представляют интерес удельное активное и реактивное (индуктивное) сопротивление, измеряемое обычно в Ом/км. Для линий, выполненных с одним проводником в фазе, такие данные известны и приводятся в справочной литературе /1/. Рассмотрим характер изменения активного и реактивного сопротивления линии и проводок при изменении числа проводников в фазе.

При переменном токе активное сопротивление проводника отличается от сопротивления на постоянном токе из-за возникновения поверхностного эффекта и эффекта близости /2/. Сопротивление при переменном токе определяется равенством:

$$R = R_0 \cdot k_d, \quad (1)$$

где R - сопротивление при постоянном токе;

k_d - коэффициент добавочных потерь, вызванных поверхностным эффектом и эффектом близости.

Коэффициент добавочных потерь определяется выражением:

$$k_d = k_n \cdot k_b, \quad (2)$$

где k_n - коэффициент поверхностного эффекта;

k_b - коэффициент близости.

Известно /1/, что чем больше частота тока, тем меньше удельное сопротивление проводника, тем больше поверхностный эффект. При использовании проводников большого сечения из-за поверхностного эффекта внутренняя часть сечения не обтекается током и фактически не используется. Таким образом, замена одного проводника на несколько с меньшим значением диаметра ведет к улучшению использования проводникового материала.

Коэффициент близости уменьшается с увеличением расстояний между проводниками. При расщеплении фазного провода на несколько расстояние между проводниками несколько увеличивается, следовательно, уменьшается коэффициент близости.

Теоретически обоснованные и проверенные опытом коэффициенты добавочных потерь имеются для уединенных проводников ограниченного числа видов сечений: круглого, кольцевого и прямоугольного /1/. Коэффициент добавочных джоулевых потерь для уединенных про-

водников круглого сечения при частоте 50 Гц может быть определен по кривым /1/ в зависимости от параметра β , где R_0 - погонное сопротивление проводника постоянному току при расчетной температуре, Ом/м.

$$100 = R_0^{-0,5} \cdot \beta$$

Для алюминиевых проводников длиной 1м с $\gamma = 0,03$ мкОмЧм:

$$\beta = 3,14 \cdot d \cdot \gamma$$

Для медных проводников длиной 1м с $\gamma = 0,017$ мкОмЧм:

$$100 = d^{-3,14} \cdot 4 \cdot 0,017 = 6,84d$$

Таким образом, при диаметрах проводников меньше, чем

$$100 = 19,53 \text{ мм.}$$

для алюминиевых проводников коэффициентом добавочных потерь можно пренебречь.

Максимальные сечения проводников, при которых можно пренебречь коэффициентом добавочных потерь, составляют 299,4 мм² для алюминиевых проводников и 169,6

При значении параметра $\beta = 100$ коэффициент добавочных потерь составляет единицу. Отсюда можно определить минимальный диаметр круглого проводника, при котором коэффициент добавочных потерь равен единице.

$$d = \sqrt[3]{\frac{100}{4 \cdot \gamma}}$$

мм² для медных проводников. С учетом стандартного ряда сечений проводников максимальные значения составят 240 мм² для алюминиевых проводников и 150 мм² для медных.

Таким образом, расщепление проводников практически не влияет на величину коэффициента добавочных потерь для алюминиевых проводников, применяемых в электропроводах, т.к. максимальное значение сечения для них составляет 240 мм². Расщепление медных проводников при сечениях больше 150 мм², а именно 185 и 240 мм² позволит уменьшить коэффициент добавочных потерь.

Значения коэффициента добавочных потерь для медных проводников составит /1/:

- для сечения 185 мм² - 1,02;
- для сечения 240 мм² - 1,03.

Отсюда можно сделать вывод, что при электрических расчетах активное сопротивление проводников в линиях и электропроводах можно принимать равным значению их

сопротивления при постоянном токе без учета добавочных потерь.

Реактивное сопротивление ка-

$$x_0 = 145 \cdot 10^{-2} \lg \frac{2 \cdot l}{d} + 0,016, \quad (3)$$

где l_{cp} - среднее геометрическое расстояние между центрами жил кабеля;

d - диаметр жилы кабеля.

Среднее геометрическое расстояние между фазными проводниками /3/:

$$l_{cp} = \sqrt[3]{l_{12} \cdot l_{23} \cdot l_{31}} \quad (4)$$

где l_{12} , l_{23} и l_{31} - расстояния между проводниками фаз 1-2, 2-3 и 3-1.

При выполнении линий двумя, тремя или четырьмя кабелями с соединением всех проводников одной фазы под один зажим (аппаратный или другой конструкции), реактивные сопротивления отдельных кабелей получают подключенными параллельно. Общее реактивное сопротивление линии, состоящей из n кабелей с реактивным сопротивлением X_{01} каждый, будет равно:

$$x_{0п} \sim \frac{X_{01}}{n}$$

Таким образом, общее реактивное сопротивление линии при расщеплении фазных проводников уменьшается.

бельной линии или электропроводки определяется по формуле /3/, Ом/км:

При выполнении линии с отдельными кабелями в каждой фазе увеличивается, с одной стороны, расстояние между фазами l_{cp} , с другой стороны, диаметр кабеля (d).

Характер изменения реактивного сопротивления линии в этом случае нужно определять расчетом по формуле (3).

Выполним расчет удельного реактивного сопротивления линий, выполненных отдельными кабелями марки АВВГ в каждой фазе, для случаев прокладки кабеля по кабельным конструкциям и в траншее.

При прокладке кабеля АВВГ в воздухе по кабельным конструкциям, минимальное расстояние между кабелями принимается равным диаметру кабеля.

Пусть линия выполнена кабелем АВВГ-1 (4г25) в каждой фазе. Диаметр кабеля составляет 23,9 мм, толщина оболочки кабеля составляет 1,45 мм, толщина изоляции жил - 1,2 мм.

Среднее геометрическое расстояние между фазными проводниками составит:

$$l_{cp} = \sqrt[3]{2d \cdot 2d \cdot 4d} = \sqrt[3]{16d^3} = 2,52 \cdot d = 2,52 \cdot 23,9 = 60,23 \text{ мм.}$$

Эквивалентный диаметр фазного проводника будет равен диаметру кабеля без оболочки и изоляции жил с внешней стороны:

$$\hat{d}_{\text{экв}} = \sqrt[3]{\frac{d_{\text{каб}}^2 \cdot d_{\text{ж}}}{2}} = \sqrt[3]{\frac{241,45^2 \cdot 23,9}{2}} = 18,6 \text{ мм.}$$

Реактивное сопротивление кабеля, Ом/км:

$$x_0 = 145 \cdot 10^{-3} \lg \frac{241,45}{18,6} + 0,016 = 34 \text{ Ом/км.}$$

Реактивное сопротивление кабеля АВВГМкВ сечением 4Г25 мм² согласно [1] составляет 0,066 Ом/км. Таким образом, реактивное сопротивление линии увеличилось примерно в два раза. Не трудно за-

метить, что при вышеописанном расположении кабелей, если пренебречь толщиной оболочки и изоляции кабеля, реактивное сопротивление кабеля для любого сечения:

$$x_0 \approx 145 \cdot 10^{-3} \lg \frac{241,45}{18,6} + 0,016 \approx 0,118 \text{ Ом/км.}$$

Это значение реактивного сопротивления кабелей марки АВВГ допустимо принимать при ориентировочных электрических расчетах кабельных линий.

ваемой в траншее, когда в каждой фазе прокладывается отдельный кабель, и расстояние между отдельными кабелями составляет 100 мм, среднее геометрическое расстояние между фазными проводниками составляет:

Для кабельной линии, проклады-

$$r_{\text{ср}} = \sqrt{(100 - d) \cdot (100 + d) \cdot (100 + d)} = \sqrt{2} \cdot (100 + d) = 1,26 \cdot (100 + d).$$

Пренебрегая толщиной оболочки и изоляции кабеля, получим:

$$X_0 \approx 145 \cdot 10^{-3} \lg \frac{1,26 \cdot (100 + d)}{18,6} + 0,016 ;$$

$$x_0 = 145 \cdot 10^{-3} \lg \left(1,26 + \frac{126}{d} \right) + 0,016$$

Для четырехжильных кабелей АВВГ диаметр d изменяется от 11,4

мм при сечении жил 2,5 мм² до 46,4 мм при сечении жил 185 мм². Удель-

ное реактивное сопротивление при этом будет изменяться в пределах от 0,174 до 0,103 Ом/км.

Таким образом, при прокладке в каждой фазе отдельного кабеля реактивное сопротивление линии увеличивается ориентировочно в

два раза.

При применении кабелей с металлической оболочкой взаимное влияние фаз уменьшится из-за их экранирования оболочкой, а реактивное сопротивление линии не изменится.

ЛИТЕРАТУРА

1. Электротехнический справочник: В 3-х т. Т.2. Электротехнические изделия и устройства. - М: Энергоатомиздат, 1986. - 712 с.

2. Семчинов А.М. Токопроводы промышленных предприятий. -

Л • Энергия 1972 -200 с

3 Днастасиев П.И., Бранзбург
Е з и др ? под об щ ред Хромченко
Г.Е. Проектирование кабельных се-
тей и проводок. -М.: Энергия, 1979.
_ 328 с

УДК 539.3:534.1

III РАСЧЕТ ОРТОТРОПНЫХ ПЛАСТИН НА ВЫНУЖДЕННЫЕ КОЛЕБАНИЯ

А.Ф. Елыиуратова, С.К. Ельмуратов

им. С. Торайгырова

Мақалада динамикалық күйітер әсері нәтижесіндегі пластиналар есебі қарастырылады. Есептеу ЭЕМ пайдалану арқылы еоңғы айырма әдісі бойынша жүргізіледі

В статье рассматривается расчет пластин на динамические воздействия. Расчет ведется методом конечных разностей с применением ЭВМ.

Calculation of plates on dynamic effects is considered in the article. The calculation is carried out with the help of final differences method using ECM.

Исследования по свободным колебаниям и устойчивости пластин в литературе приводятся достаточно широко. Сведения о вынужденных колебаниях пластин и оболочек остаются весьма ограниченными, носят частный характер. Мало исследованы вынужденные колебания пластин с учетом произвольно расположенных сосредоточенных масс и возмущающих сил при комбинированных граничных условиях, пластин на упругом основании и т.д.

Для исследования вынужденных колебаний прямоугольных ортотропных пластин с различными граничными условиями воспользуемся дифференциальным уравнением вынужденных колебаний тонких пластин при действии сосредоточенных масс и возмущающей силы [1]

Для исследования вынужденных колебаний прямоугольных ортотропных пластин с различными граничными условиями воспользуемся дифференциальным уравнением вынужденных колебаний тонких пластин при действии сосредоточенных масс и возмущающей силы [1]

где

$$F = R(A \cos m + B \sin \Theta) - W_y \quad (У)$$

g

D_1, D_2, D_3 - цилиндрические жесткости; W - прогиб пластин; q - интенсивность нагрузки на единицу площади; K - коэффициент упругости грунта; θ - частота возмущающей силы; R - амплитудное значение возмущающей силы; ρ - интенсивность массы.

Решение уравнения (1) ищем в виде

$$W(x, y, z) = W(x, y) (A \cos \theta z + B \sin \theta z) \quad (3)$$

и получаем из (1) с учетом (3)

$$D_1 W'''' + D_2 W'' + D_3 W = q \cos \theta z \quad (4)$$

В (4) приняты обозначения для соотношений цилиндрических жесткостей

$$D_1 = \frac{Eh^3}{12(1-\nu^2)}, \quad D_2 = \frac{Eh}{1-\nu^2}, \quad D_3 = \frac{Eh^3}{12(1-\nu^2)}$$

Для решения дифференциальных уравнений (4) применим метод конечных разностей [2], для чего аппроксимируем пластину регулярной сеткой. Запишем уравнение (4) в конечных разностях для i -й точки сеточной области

$$D_1 \frac{W_{i+1} - 2W_i + W_{i-1}}{h^2} + D_2 W_i + D_3 W_i = q \cos \theta z_i \quad (5)$$

3

где коэффициенты при прогибах определяются выражениями

$$D_1 = \frac{Eh^3}{12(1-\nu^2)}, \quad D_2 = \frac{Eh}{1-\nu^2}, \quad D_3 = \frac{Eh^3}{12(1-\nu^2)} \quad (7)$$

Для прямоугольных пластин $\mu = a/b$ - соотношение сторон.

Для случаев сосредоточенного приложения возмущающей силы и масс приняты следующие обозначения:

$$P_0 = PA \lambda_2, \quad P_1 = PA \lambda_1^2 \quad (8)$$

Выразим Y , и X_2 через длины сторон и число шагов сетки S и перепишем уравнение(6)

$$\begin{aligned}
 & \frac{Ka^4}{S^4 J^2 D^4} + \frac{P_0 \alpha^2}{g D_j S^2 / J^2} + \frac{q \alpha^2 a^4}{S * LCD_3 y} w., + < P_2 (W_K + W_D) + (p_i (W_m + W_n) + \\
 4 \quad & + i V_{ii} W_{(J+W_r)} + c p_5 (W_s + W_j) + c p_6 (W_{l_i} + W_v) = \quad \quad \quad 2 \dots 2 \quad (9)
 \end{aligned}$$

Для решения уравнения (9) применим метод Зейделя. Программа на ЭВМ позволяет произвольно менять число шагов сетки, автоматически формируя уравнение в конечных разностях с учетом граничных условий и одновременно выполняя процедуру Зейделя, путем многократной пробежки по узлам сеточной области пластины.


Количество циклов (итераций) определяется точностью решения (в). Были решены ряд тестовых задач при различной густоте сетки для исследования математической схо-

димости результатов. Наблюдается асимптотическое изменение значений прогибов при увеличении числа шагов сетки, стремящееся к их точному значению.

Также были решены известные задачи динамики прямоугольных пластин [1,3]. Полученная программа позволяет исследовать динамику ортотропных пластин при весьма произвольном действии сосредоточенной возмущающей силы, сосредоточенных и распределенных масс, варьируя при этом граничными условиями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ельмуратов С.К. Численные методы расчета пластин и полых оболочек на ЭВМ. Караганда: Кар ПТИ, 1986.
2. Варвак П.М. Развитие и приложение метода сеток к расчету пластинок. Киев. -АН УССР, 1949, 4.L
3. Ельмуратова А.Ф. Вынужденные колебания прямоугольных пластин при различных схемах загрузки - в сб. Строительная механика. -Караганда. -Кар ПТИ, 1978. -вып. III.



УДК 620.178.7

СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ УДАРНОЙ НАГРУЗКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИМЕЮЩИХСЯ ЭМПИРИЧЕСКИХ ФОРМУЛ

М.К. Кудерин

*Павлодарский государственный университет
им. С. Торайгырова*

Мақалада негізінен белгілі эмпирикалық формуларды қолдануды ескере отырып экспериментальды сынақ жүргізу арқылы алынған темірбетон тақталардың бұзылуының әртүрлі деңгейлерін салыстыруға көңіл аударылады. Экспериментті зерттеу нәтижесінде темірбетон тақталардың соққы түрінде күш түсіріп сынағандағы қирау схемасы мына факторлардың әсеріне тәуелділігі анықталды: тақталардың қалыңдығы мен оларды тіреу жаедайлары, арматуралау пайызы, соққыш пішіні, соғылу массасы мен жылдамдығы. Кейбір формулардың төменжылдамдықты соққы түрінде жүктемеде қолдануға жарамдылығы бойынша ұсыныстар берілген. Мақалада әңгімеленіп отырған деректер сынақ үлгілерінің 2 тобын сынап экспериментті зерттеу арқылы алынған. Мақалада қолданысқа маңызы бар болғандықтан оны депоненттеу түрінде жариялау мүмкін болады.

The primary attention of the article is focused on comparison of different levels of iron - concrete slabs destruction got by experimental test with the calculation of available empirical formula usage. On the bases of experimental researches the schemes of iron ~ concrete slabs destruction by percussive loading are set. It depends on following factors: thickness and slab's leaning conditions, reinforced percent, form of a striker, mass and compact speed. The recommendation is given in accordance with formulae for the low speeded percussive loading. The given facts are received in accordance with the results of experimental researches. The article has the practical meaning and its publication in the soft of depot seems possible.

В настоящее время при проектировании железобетонных ограждающих конструкций ответственных сооружений требуется учитывать ряд специальных динамических нагрузок однократного действия, аварийного характера. К таким нагрузкам, в частности, относятся и ударные нагрузки.

В результате действия этих нагрузок на строительные конструкции возникает такое напряжённое состояние, при котором в наиболее нагруженных сечениях величина напряжения превышает предел упругости и в конструкциях возникают пластические деформации.

Случаи, в которых рассматриваются такие виды нагрузок, представляют интерес для инженера-строителя. К числу подобных воздействий следует отнести:

- падение тяжёлых грузов на перекрытия промышленных зданий;
- падение камней на укрытия (бункера), предназначенные для хранения сырья;
- удары транспортных средств в опоры эстакад и путепроводов;

- удары судов в опоры мостов или о платформы, выступающие от берега;

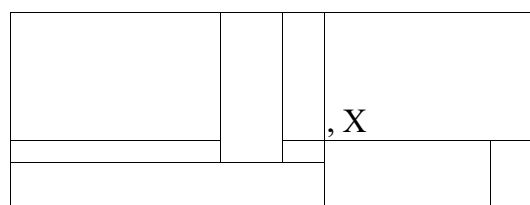
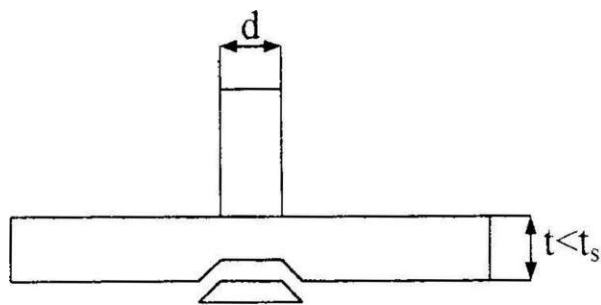
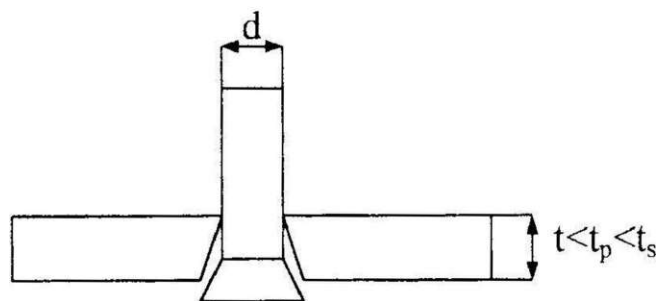
- нагрузки от разлетающихся осколков разрушающегося оборудования и др.

Существует необходимость первоначального расчета строительных конструкций или хотя бы их оценки с точки зрения уменьшения повреждений при ударе. Это используется в тех случаях, когда считается, что результаты местного повреждения и возможного проникновения через конструкции будут достаточно серьезными или же, когда риск подобного нагружения является достаточно большим.

Как правило, защита осуществляется за счёт использования обычного бетона с достаточной толщиной для того, чтобы выдержать удар «снаряда». Основным критерием повреждения является глубина проникновения «снаряда» в материал. Отмечаются затруднения, связанные с попытками определения нагрузочных условий, способных вызвать местные повреждения, так

как это связано с взаимодействием целого ряда факторов. Для установления определённой связи между параметрами импульса, толщиной плиты, процентом армирования и формой ударной массы при разрушении плит, опёртых по всему контуру, были проведены экспериментальные испытания железобетонных плит на воздействие ударной нагрузки. Для проведения многофакторной нагрузки были изготовлены железобетонные плиты для шарнирного опирания и защемления по всему

контур с содержанием арматуры 0,3% и 0,6%. Ударное нагружение производилось при помощи недеформируемого стального снаряда, который падал с проектируемой высоты. Скорости снаряда-ударника были ограничены высотой свободного падения и составляли от 3 м/сек до 7,52 м/сек. Ударная нагрузка вызвала разные уровни разрушения железобетонных плит: проникание снаряда в плиту, откол, полное пробивание и общее деформирование плиты.

Проникание (x)Откол (t_s)Пробивание (t_p)

Общее деформирование

Проникание (x) можно определить как вход тела в «мишень» (плиту) без сквозного проникания последней.

В противоположность этому при пробивании $\backslash tp$ «снаряд» насквозь проходит «мишень».

Откол) - это разрушение под действием растягивающих напряжений, возникающих при отражении волны сжатия от тыльной поверхности плиты.

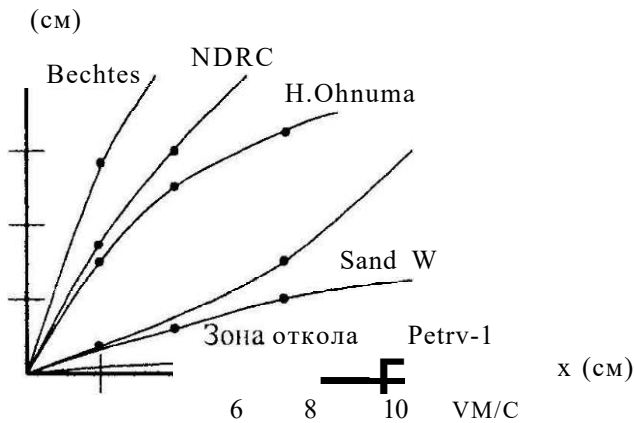
На основании экспериментальных исследований установлены

4 схемы разрушения железобетонных плит при ударном воздействии.

Характер разрушения бетонной конструкции при воздействии удара зависит среди прочих факторов от скорости соударения. По мере увеличения скоростей возникает тенденция к местному прониканию.

Выполнено сравнение разных уровней повреждённых плит, полученных экспериментальным испытанием с учётом использования имеющихся эмпирических формул (Рис. 1,2).

Откол

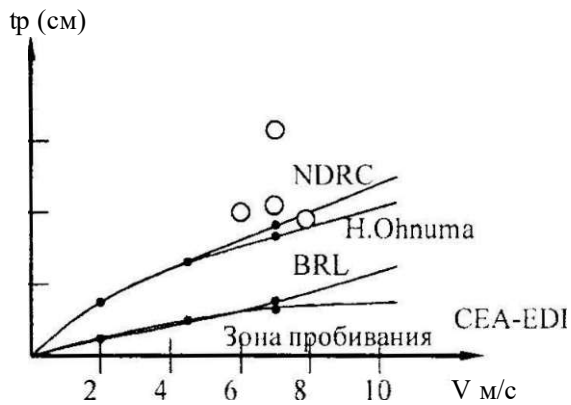


Проникание

4

2

Пробивание



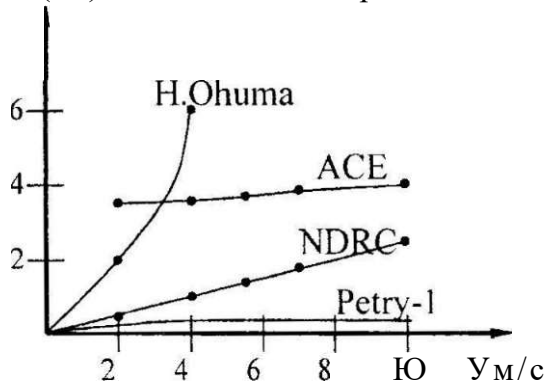
• - Уравнение

О- Экпериментальные данные
 Рис. 1 — Сравнение значений проникания (x), толщины откола (t_s) и пробивания (t_p), вычисленных по различным формулам.

$c_1=50$ мм - диаметр ударника

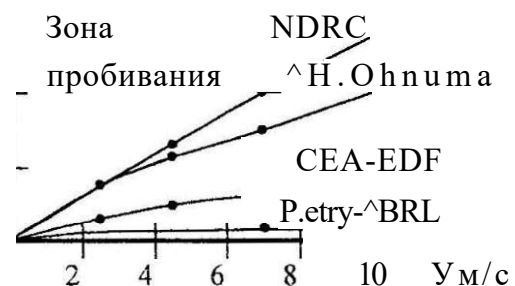
$W=7.8$ кг - масса ударника

Проникание

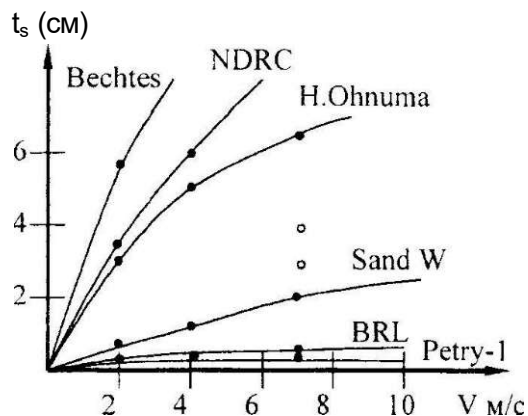


Пробивание

t_p (см)



Откол



Заклучение

На основе испытания железобетонных плит, опертых по всему контуру, на воздействие ударной нагрузки при низких скоростях даны следующие выводы.

1. Толщина плиты, при которой происходит перфорация (пробивание) t_p , вычисляется по формуле NDRC - (научно-исследовательский комитет национальной защиты) /2/.

2. Толщина плиты, при которой происходит образование шелушения и откола t_s - по формулам Н. Ohnuma /4/ Ston и Webster III.

3. Глубина проникания x при случае низкоскоростного удара может быть определена по формулам: Petry - 1, Amman и Witney, BRL (лаборатория баллистических ракет) /3/.

ЛИТЕРАТУРА

1. Забегаев А. В. Строительная механика, №1, -М., 1988. С.3-6.

2. Sliter G. E. Jornal, Structural Division, 106 fi ST5. p.p. 1024-1045 May 1(980).

3. Kennedy R. P. Jornal, Nuclear

Engineer and Design, 37, p.p. 183-203, May 1976.

4. Ohnuma H., Ito C., Trans. 8 Int. Conf. Structur. Mech. React. Technol. Brussels, Aug. 1985. Vol J 19-23.

УДК 621.365.9

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ В КОАКСИАЛЬНЫХ ЦИЛИНДРАХ ИНДУКЦИОННОГО НАГРЕВАТЕЛЯ

К.В. Хацевский

Павлодарский государственный им. С. Торайгырова

Бұл жұмыста жылытыңытардың электр магниттік және жылу техникалық сипаттамаларының өзара байланысқан ұтымдылығын арттыруға мүмкіндік тудыратын ындукциялық жүйелерді есептеудің көпшілікке түсінікті сараптау (аналитикалық) әдістерін жасау мәселесі қарастырылғая

В настоящей работе рассматривается создание доступного аналитического метода расчетов индукционных систем, позволяющих проводить взаимосвязанную оптимизацию электромагнитных и теплотехнических характеристик нагревателей.

Making an available analytical method of calculations of induction systems, allowing to organize an interconnected optimization of electromagnetic and termotechnical descriptions of heaters is considered in this paper.

Тепловыделение при индукционном нагреве определяется объемным распределением источников тепла, зависящим от закономерностей изменения электромагнитных процессов по координатам распространения электромагнитной волны. В обобщенную конструктивную схему индукционного нагревателя включены два электропроводящих цилиндра. В реальных системах нагрева таких цилиндров может быть больше, но это не из-

меняет постановку электромагнитной задачи, а влияет только на величину плотности потока энергии, падающего на внутреннюю поверхность конкретного цилиндра. Поэтому будем рассматривать процессы взаимодействия электромагнитной волны с обобщенным цилиндром.

Поток энергии в рассматриваемый полый цилиндр через его внутреннюю поверхность определяется выражением

$$\partial^* \Pi \{ \ddot{E}_0 x \}; 1 \tag{1}$$

где H_0 , \ddot{E}_0 - напряженности магнитного и электрического полей на поверхности металла,

ρ - плотность источника энергии на внутренней поверхности цилиндра, Bm/m

Обозначим толщину цилиндра через $a = (d_{нр} - d_{вн})/2$. Одновременно привлечем для оценки процессов в системе понятие глубины проникновения электромагнитного поля в металл цилиндра:

$\Delta z = 503(\rho/\mu)^{1/2}$, а геометрические размеры цилиндра будем характеризовать через внутренний и наружный радиусы ($R_{вн}$, $R_{нр}$) с использованием индексов соответствующего цилиндра.

Распределение плотности энергии внутренних источников тепла по координате x совпадающей с направлением проникновения волны внутрь цилиндра, будем выражать уравнением [6]

$$q(x) = \dots \tag{2}$$

где q_1 - объемная плотность

источника энергии вблизи внутренней поверхности цилиндра, Bm/m
 x - координата вглубь цилиндра от его энерговоспринимающей поверхности (изменяется от 0 до a), m .

Для случаев, когда $\frac{R \sqrt{2}}{d, J} \gg 1$, электромагнитные процессы в цилиндре можно рассматривать как процессы в плите без учета кривизны системы нагрева [9]. Характер изменения относительных значений модулей напряженностей магнитного и электрического полей по глубине металлической плиты для разных относительных толщин плиты ($\frac{a}{\Delta z}$) приведен на рис. 4.

Графики получены в результате решения уравнений Максвелла при падении плоской электромагнитной волны на изотропное металлическое тело ограниченной толщины с плоской поверхностью [9]. Совместный анализ приведенных характеристик и уравнений (1), (2) показывает, что объемная плотность внутренних источников энергии $q(x)$ уменьшается по координате x при одностороннем нагреве плиты. Этот процесс определяет возникновение градиента температуры по толщине плиты (стенки цилиндра).

Графики распределения относительных значений модуля $U(a)$, ξ и $\xi(b)$ на толщине металлической плиты для разных относительных толщин a/D

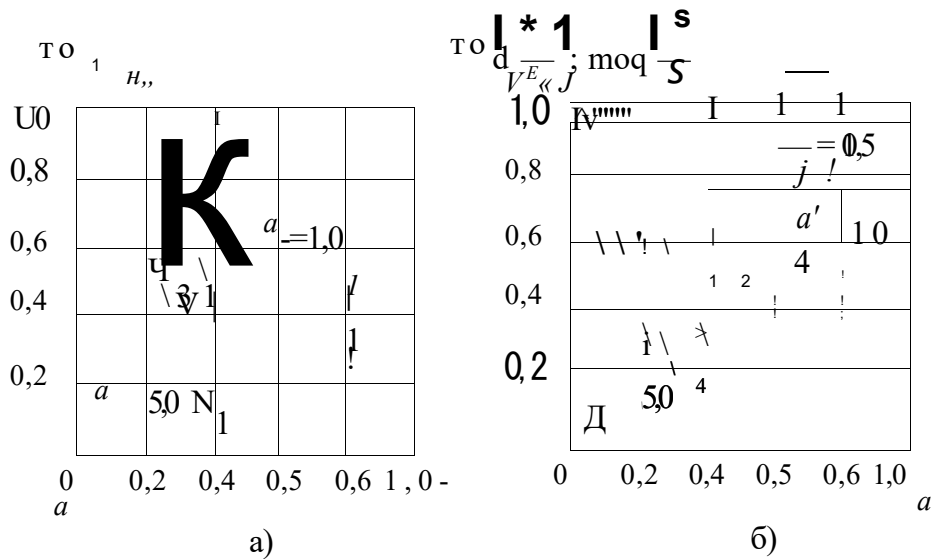


Рис.

ПОТОК ЭНЕРГИИ ЧЕРЕЗ ПОВЕРХНОСТЬ ПЛИТЫ ВНУТРЬ ПЛИТЫ (ПРИ $x=0$)

$$Y^{\delta}_o = \frac{H_2}{2\gamma A_3} \tag{3}$$

$$\text{где } F = \frac{\text{sh} \frac{2a}{A} + \sin \frac{2a}{A}}{\text{ch} \frac{2a}{A} \cos \frac{2a}{A}}$$

$$T = \frac{\overline{2a} \sin \frac{2a}{A_3}}{A_3}$$

$$\text{ch} \frac{2a}{A_3} \cos \frac{2a}{A_3}$$

Функции F_{on} и G_{otn} для металлической плиты в зависимости от относительной толщины плиты U приведены на рис.2.

При расчетах нагрева цилиндров, для которых нельзя пренебречь их кривизной > необходимо решать систему уравнений

Максвелла в цилиндрической системе координат с определением зависимостей η и ξ от переменного радиуса R по толщине цилиндра. Такое решение получено в [9] и может быть использовано при расчетах температурного поля по толщине цилиндра.

$$H = H, \quad \begin{matrix} I_0 & f & j & \wedge \\ & & & \varepsilon \end{matrix} \quad \begin{matrix} \text{Ш} & -Ry\text{л} \\ & \text{Л}_\varepsilon & J & K \end{matrix} \quad \begin{matrix} f & j \\ \text{V} & \end{matrix} \quad \begin{matrix} iJ & Rj^2 \\ & \text{Д}_\varepsilon \end{matrix} ;$$

$$hWJ :R_H A_l \quad \text{Д,} \quad K, \quad \text{л7} \quad R_r \quad \text{Л}^N \quad \begin{matrix} f \\ \text{V} \end{matrix} \quad :R,,J2 \quad \text{л7} \quad R j^2 \quad ;(4)$$

$$\varepsilon = H, \quad \begin{matrix} I_{\pm i} \\ \text{У}\&\varepsilon \end{matrix} \quad \begin{matrix} \text{л7} & \langle,,\text{V}2 \\ & \cdot \text{А}' \end{matrix} \quad \begin{matrix} \text{л7} & \&\text{JT} \\ & \text{Д} \end{matrix} \quad +K. \quad \begin{matrix} \text{л7} & \text{Я}_{7/\text{Л}} \\ & \end{matrix} \quad \begin{matrix} \text{л7} & \text{Лл}^2 \\ & \end{matrix} \quad \text{л7} \quad ;(5)$$

где $(\Gamma - \text{Ш})$ $A_j \text{У}$ $\text{Л}, \text{Л} : \text{Дл}^2$ У V7 $\varepsilon \text{У}$ модифицированные функции Бесселя нулевого и первого порядка, соответственно, первого и второго рода от аргументов -т и д,

Удельный поток энергии через внутреннюю поверхность цилиндра в этом случае определяется выражением

$$q! \quad ;(6)$$

Функции $F_{\text{вип}}$ и $G_{\text{ин}}$ образованы из функций Бесселя. Для облегчения расчетов $F_{\text{вип}}$ и $G_{\text{ин}}$ вычислены для разных значений Rj^2 A_j и представлены в виде таблиц [9, 10]. Графики функций $F_{\text{вип}}$ и $G_{\text{вип}}$ в зависимости от относительной толщины стенки цилиндра приведены на рис.3 для аргументов $\frac{R}{\text{д}} = 3,0$ и $= 7,0$

Функции $F_{\text{ою}}$ и $G_{\text{ою}}$ в зависимости от относительной толщины плиты a/A

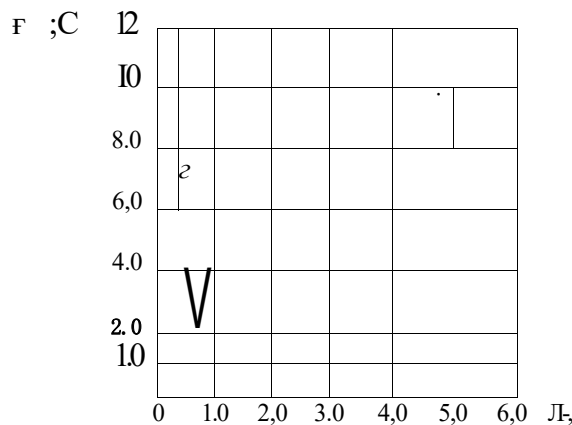


Рис. 2

Функции $F_{\text{внп}}$ и $F_{\text{внп}}$ при падении электромагнитной волны изнутри в зависимости от относительной толщины стенки a/A_0

			j
		!	• • :
		1	1
	$L, = \mathfrak{I}$		
я 2 =	$\sqrt{\quad}$		1
			i
	$\cdot \wedge x_{\text{лп}} \Gamma_{\text{л}} \wedge \text{X п Г}$		1

Рис. 3

ЛИТЕРАТУРА

1. Химические аппараты с индукционным обогревом / С. А. Горбатов, А. Б. Кувалдин, В. Е. Минеев и др. - М.: Химия, 1985. - 176 с.
2. Елшин А. И. Расчет ширины кольцевого канала теплообменника трансформатора - нагревателя // Научный вестник НГТУ. - 1999. - №2 (7). - С. 78-90.
3. Кувалдин А. Б. Низкотемпературный индукционный нагрев стали. - М.: Энергия, 1976. - 112 с.
4. «Carl Canzler». Induction Heating/ 1969, S. 4 [Каталог фирмы]. М.: Отд-ние Всесоюз. науч.-исслед. ин-та электромеханики. Микрофильм № И 15.01.38
5. «Otto junker GMBN». Kombinierte Außen - und Innenbeheizung Lammersdorf, 1971. - 3 S. [Проспект фирмы].
6. Чередниченко В. С., Новиков Ю. П. Расчет тарельчатого аппарата для разделения и очистки металлов возгонкой в вакууме // Вакуумные процессы в цветной металлургии. - Алма-Ата: Наука. - 1971, - С. 95-100
7. Физические величины: Справочник / А. П. Бабичев, Н. А. Бабушкина, А. М. Батковский и др.; Под ред. И. С. Григорьева, Е. З. Мейлихова. - М.: Энергоатомиздат, 1991. - 1232 с.
8. Электрические промышленные печи. Учеб. для вузов. В 2-х ч. ч.1. А. Д. Свенчанский. Электрические печи сопротивления. Изд. 2-е, перераб. - М.: Энергия, 1975. - С. 384.
9. Вайнберг А.М., Индукционные плавильные печи, изд.1, Госэнергоиздат, 1960. - С.456.
10. Родигин Н.М., Индукционный нагрев стальных изделий токами нормальной частоты. - Металлургиздат, 1950. - С.248.
11. Кутателадзе С.С. Теплопередача и гидродинамическое сопротивление: Справочное пособие. - М.: Энергоатомиздат, 1990.

gj УДК 621.365.5

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ Щ МАГНИТОПРОВОДОВ И ИНДУКТОРОВ В Щ КРИОРЕЗИСТИВНЫХ ИНДУКЦИОННЫХ 1 УСТАНОВКАХ

ШшШш

яш

ffffi О.Г. Потапенко, А.П. Кислов, В.П. Кислова

|jj Павлодарский государственный университет

Щ: им. С. Торайгырова

ШШШ
ШШШ
ШШШ*Криорезистивтік индукциялық қондырғыларды жасау қажеттілігі көрсетілген.*

ШЩ

Щк,
У^ш,*Показана целесообразность создания криорезистивных индукционных установок.*

ШШШ

The efficiency of creation of crio-resistant inductional installations is pointed out here.

Формы индукторов, используемых для индукционного нагрева, весьма многообразны. Наиболее часто применяются цилиндрические индукторы. При исследовании процессов в цилиндрическом индукторе можно опираться на результаты, полученные в [1, 2, 3]. В настоящее время индукторы изготавливаются из немагнитного металла, как правило, многослойными. Вследствие необходимости изоляционного зазора между витками индуктора, действительная плотность тока в индукторе несколько выше расчетной (так как из общего сечения индуктора

исключаются сечения изоляционных зазоров), поэтому у многослойного индуктора потери не равны потерям в однослойном индукторе. В дальнейшем будем считать, что зазоры между витками малы и не влияют на распределение тока по сечению витка индуктора, а лишь увеличивают плотность тока в нем.

При использовании многослойных индукторов снижаются потери в индукторе за счет увеличения эффективного поперечного сечения проводника благодаря выравниванию плотности тока по сечению. Один из путей уменьшения электри-

ческих потерь в индукторе связан с использованием криоохлаждения проводников с целью снижения их удельного электрического сопротивления.

Целесообразность создания криорезистивных электротехнологических установок (ЭТУ) для индукционного нагрева обусловлена рядом особенностей индукционных ЭТУ: компактность индуктора, высокие единичные мощности, большие электрические потери, недостатки водоохлаждения, необходимость экономии меди, требование в определенных случаях повышения удельной поверхностной мощности и уменьшения длины индуктора.

Создание криорезистивных ЭТУ связано с решением ряда научно-технических задач. На современном этапе рассмотрены теоретические вопросы /4, 6/ по конструированию индукторов и выполнены оценки технико-экономических показателей криообеспечения /6/. Преимущества использования криорезистивных проводников в индукционных ЭТУ объясняется их низким удельным электрическим сопротивлением. Сверхчистые алюминий, медь и бериллий при криотемпературах 20-80 К имеют электрическое удельное сопротивление в 10-1000 раз соответственно меньшее, чем медь при 300 К. На переменном токе электрические потери по отношению к их значению при 300 К сни-

жаются примерно в 3,3 раза при 80 К и в 33 раза при 20 К. Существенное дополнительное уменьшение электрических потерь в криорезистивном индукторе возможно при использовании многослойных индукторов вместо применяемых однослойных, а также при установке магнитопроводов.

Математическое моделирование многослойных индукторов позволило получить зависимость электрических и энергетических характеристик и электродинамических сил от геометрических параметров этих индукторов, однако практически не исследовалось влияние магнитопроводов на энергетические характеристики установок в целом. Был найден расчетный коэффициент снижения потерь и электрический КПД при нагреве алюминиевой загрузки в индукторе при 80 и 20 К в зависимости от числа слоев индуктора /7, 8/. Дальнейшие работы на опытно-промышленном стенде с азотным уровнем температур позволяют выявить резервы повышения энергетической и экономической эффективности криорезистивных ЭТУ.

Существенные результаты могут быть получены при использовании многослойных индукторов с установкой магнитопроводов различной конфигурации и различного сечения. Применение магнитопроводов в криорезистивных индукцион-

ных установках имеет ряд особенностей. Первая из них связана с наличием криостата и помещенного в нем в жидком азоте многослойного индуктора, что обуславливает трудности в размещении магнитопроводов и выборе их оптимального сечения. Поместить магнитопровод в криоагент нецелесообразно из-за отсутствия соответствующего материала, так как в последнем резко возрастут потери. Поэтому при разработке конструкций магнитопроводов необходимо учитывать специфику всей криорезистивной индукционной ЭТУ, в особенности наличие криостата. Требуется проведение специальных исследований для выбора оптимальной конструкции магнитопроводов с учетом организации охлаждения самого индуктора, наличия криостата.

Проведение теоретических и экспериментальных исследований показало, что применение криотемператур несколько ухудшает коэффициент мощности $\cos\varphi$ индуктора, однако это несущественно, так как потери реактивной мощности не изменяются, а уменьшается только активное сопротивление проводника за счет снижения его удельного электрического сопротивления.

С одной стороны, в криорезистивных установках при наличии криостата неизбежно увеличение внутреннего диаметра индуктора [9], что приводит к повышению реак-

тивной мощности.

Многослойность индуктора сказывается на перераспределении потерь в витках; неправильно подобранная геометрия и зазор между витками приводят к дополнительным потерям.

Наличие криостата для многослойного криорезистивного индуктора ставит перед проектантом установки определенную задачу разработки эффективной конструкции магнитопровода с учетом относительно короткой системы индуктор-загрузка и выбора места размещения этого магнитопровода. Здесь нужен поиск новых решений, так как традиционное размещение магнитопроводов для криорезистивных индукционных ЭТУ мало эффективно из-за удаления магнитопроводов от индуктора, размещенного в криостате.

На основании изложенного выше следует подчеркнуть, что при разработке ЭТУ для индукционного нагрева должны быть решены следующие технические вопросы:

- определение числа слоев, геометрических размеров и материала индуктора;
- выбор конструктивного исполнения криостата для индуктора;
- выбор конструктивного исполнения магнитопроводов и их размещения;
- расчет основных элементов криосистемы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Основные задачи экономического и социального развития страны на 1986-1990 гг. и на период до 2000 г. - М.: Политиздат, 1986.
2. Донской А.В., Ратников Д.Т. Электрические параметры и энергетические характеристики индукционных нагревателей полых цилиндров//Электричество. -1963. - №2. -С.27-30.
3. Слухоцкий А.Е., Рыскин Е.Е. Индукторы для индукционного нагрева. - Л.: Энергия, 1974.
4. Вайнберг А.М. Индукционные плавильные печи. М.-Л.: Госэнергоиздаг, 1967.
5. Перспективы применения криогенной техники в электротермии/Григорьев В.А., Соколов М.М., Бродянский В.М., Кувалдин А.Б.//Электротехническая промышленность. Сер. Электротермия, 1980. -Вып.209. -С.9-11.
6. Кувалдин А.Б., Нечаев А.И., Лещева Е.В. Формирование электромагнитного поля внутри соленоидального индуктора/Сб. науч. трудов. Вып. № 93. - М.: Моск. энерг. ин-т, 1986. -С.60-65.
7. Тозони О.В. Метод вторичных источников в электротехнике. -М.: Энергия, 1975.
8. Тозони О.В. Расчет электромагнитных полей на вычислительных машинах. -Киев, 1967.
9. Демирчян К.С. Моделирование магнитных полей. - М.: Энергия, 1974.

УДК 6.21.365.22

ПОВЫШЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ВАННЫ РУДОВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОПЕЧИ

М.В. Жуков, В.Ф. Хацевский, Д.С. Куликов

*Павлодарский государственный университет
им. С. Торайгырова*

Мақалада кенді қалпына келтіру электр пешінің қарсы күшін зерттеу нәтижелерімен жұмысын жеделдету мәселелері қарастырылады.

В статье рассматриваются результаты исследования сопротивления рудовосстановительной электропечи для повышения эффективности ее работы.

The results of researches of resistance for the ore electrothermal furnace for increase of efficiency of its work are considered in this article.

В результате проведения научно-исследовательских работ на Аксуском заводе ферросплавов авторами выявлена возможность повышения электрического сопротивления ванны (R_B) рудовосстановительных печей за счет увеличения подэлектродного промежутка. Рассмотрим участок ванны печи электрод-подина как проводник с током, сопротивление которого равно

$$S$$

где ρ - усредненное удельное сопротивление шихты;

h - расстояние электрод-поди-

на или подэлектродный промежуток;

S - среднее сечение проводников токов.

Для повышения нужно увеличить h и, по возможности, уменьшить S .

Сопротивление ванны можно выразить и через геометрическое подобие величин h и S [1]

$$R_B = \rho \frac{h}{S} = \rho \frac{C}{d^2}$$

где λ, λ' - коэффициенты геометрического подобия;

d - диаметр электрода.

Подставим R_b в формулу критерия подобия ЭП

$$\text{ЭП} = \frac{R_b}{P} -$$

тогда она примет вид

$$\text{ЭП} = \frac{1}{\Gamma'}$$

Следовательно, для повышения критерия ЭП необходимо увеличить высоту подэлектродного плавильного тигля и, по возможности, уменьшить его сечение.

Обычно из практики работы ферросплавных электропечей h не превышает величину диаметра электрода. По данным [2] величина подэлектродного промежутка для печей, выплавляющих FeSi-45, составляет $h = 0.58...0.83 d_y$. Увеличение подэлектродного промежутка свыше традиционной величины посредством удаления электродов от подины приводит к снижению температуры выпускаемого сплава и шлака. Это справедливо для существующих печей с принятыми расстояниями электродов, сплошной проводящей подиной и с тремя и более электродами. Увеличение h сверх определенного значения вызывает резкий рост ответвления тока между электродами, поэтому R_b увеличивается незначительно.

Авторами была высказана гипотеза о том, что с уменьшением доли тока, ответвляющегося между

тремя и более электродами, и с увеличением доли тока, направленного к подине, можно сохранить температуру подины и при увеличении подэлектродного пространства, тем самым повысить R_b . Для этого в лабораторной печи с футеровкой стен из неэлектропроводного материала торец одного из электродов соприкасали с проводящей подиной печи и для уменьшения ответвления тока по шихте между электродами засыпали кварцитом. Другой электрод по ходу плавки поднимали. Имелось в виду, что только около поднимающегося электрода образуется электрически автономный плавильный тигель с повышенной температурой, а вблизи торца рабочего электрода температура была значительно ниже. Диаметр электродов составлял 120 мм, а расстояние между их центрами было равно трем диаметрам. Средняя мощность печи на один работающий электрод составляла около 140 кВА.

Были проведены три серии опытных выплавки FeSi-45 на следующей шихтовке: кварцит - 100 кг, коксик - 53 кг, железная стружка - 53 кг.

Процесс выплавки начинали с малого подэлектродного промежутка и доводили его до традиционного, а затем по ходу процесса постепенно переходили на более высокую степень напряжения печного трансформатора, поддерживая силу тока

неизменной в сопоставимых пределах путем медленного удаления рабочего конца электрода от подины.

Величина подэлектродного промежутка при работе печи в стационарном режиме составила около шести d_y . Температура выпускаемого сплава была порядка 1550-1580° С, что указывало на отсутствие захла-

живания подины с увеличением h .

Изменение R_b при сопоставимых токах в зависимости от величины подэлектродного промежутка приводится на рисунке (кривая 1), из которого видно, что при увеличении h / d_3 от 0,7 до 6,0 d величина повышается от 4,8 до 12 мОм, то есть примерно в 2,3 раза.

Изменение сопротивления ванны рудовосстановительной электропечи при увеличении подэлектродного промежутка, выраженного в диаметрах электрода

1 - печь со сплошной проводящей подиной; 2 - печь ППТ

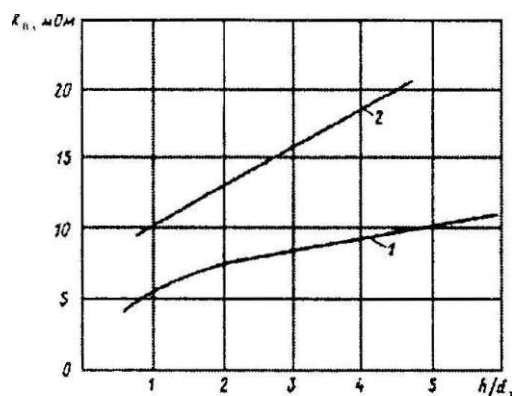


Рис. 1

Для оценки возможности повышения R_b за счет увеличения h и уменьшения S при режиме электрически автономного тигля была использована рудовосстановительная электропечь с традиционными размерами верхней части ванны, а в нижней для уменьшения площади проводящей подины был выполнен копильник шириной 1,6 d_3 . Из-за уменьшения площади проводящей подины на ней создается повышен-

ная плотность тока (ППТ), что обусловило название печи данной конструкции. Первая выплавка FeSi-45 в этой печи с одним работающим электродом показала повышение jR_b примерно в 1,6 раза. В последующих опытах удалось довести величину подэлектродного промежутка до 4,5 d и в 3,5 раза повысить значение R_b .

Сопоставляя кривые 1 и 2 (см. рисунок), можно заметить, что зависимость R от hid для печи ППТ

близка к линейной в отличие от R_b печи со сплошной проводящей подиной. Можно предположить, что с увеличением h возрастает S . В области $H \sim 2...3D$, рост величины S прекращается и дальнейшее повышение R_b происходит пропорционально увеличению h . Однако интенсивность роста R_b печи без копильника с увеличением h намного ниже печи ППТ из-за большей по величине площади проводящей подины.

Особенность в работе печей с большим подэлектродным промежутком в стационарном режиме состоит в том, что положение электрода мало изменяется от выпуска к выпуску. Значит увеличение h приводит к уменьшению влияния уровня расплава на R_b . Это влияние меньше всего сказывается на печи без копильника, где при одном и том же количестве образующего сплава уровень его на подине значительно меньше, чем в печи ППТ.

Многочисленные экспериментальные исследования выплавки FeSi-45 показали принципиальную возможность повышения R_b за счет увеличения подэлектродного промежутка и уменьшения ответвления тока по шихте между электродами.

Для сравнения в качестве образца (точки отсчета) принято сопротивление рудовосстановительной печи со сплошной проводящей подиной и с традиционной величиной подэлектродного промежутка, то есть $H = 0,7 d_3$ при одном работающем электроде. Достигнуто увеличение сопротивления для ванн с одним работающим электродом: со сплошной проводящей подиной при $h = 6,0 \text{ rf}$ в 2,3 раза, с уменьшенной площадью проводящей подины при $h = 4,5 d_3$ в 3,5 раза.

Можно предположить, что аналогичные результаты будут достигнуты при создании электрически автономных тиглей в трех и более электродных печах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Микулинский А. С. Процессы рудной электротермии. -М.: Металлургия, 1966.
2. Струнский Б. М. Руднотермические плавильные печи. -М.: Металлургия, 1972.

УДК 621.311.13:004.16:621.315.23

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ ДОПУСТИМОЙ ПОТЕРИ НАПРЯЖЕНИЯ В СЕТИ

Щ Б.Б. Утегулов, А.Б. Утегулов, Д.Б. Утегулова,

'Ш О.С. Волгина, Е.В. Мишина

Щ Павлодарский государственный университет

iff им. С. Торайгырова

щ в.В. Ткаченко

Щ Косшанайский государственный университет

dPfi

gjjj им. А. Байтурсынова

mt

gjjj

*"

Тольц қуаттылығын желіге белгілі түрде берудегі электрораптары мен электрхабарының кабельді желісі үшін тораптағы кернеулекті жоғалтуға оңайлы түрде жол бергізуді анықтайтын одіс қарастырылды.

Разработан метод определения оптимального значения допустимой потери напряжения в сети для кабельных линий электропередачи и электропроводок при известной передаваемой по линии полной мощности.

The method of definition of optimum value of allowable loss of a pressure (voltage) in a network for cable transmission lines and electrical harnesses is developed at known transmitted by full capacity energy in them. При определенном значении потерь напряжения в линии приведенные затраты на линию будут минимальны, такое значение потерь напряжения назовем оптимальной потерей напряжения в линии. Выполним вывод выражений для определения оптимальных потерь напряжения для трехфазной линии с

Существующие методы определения допустимой потери напряже-

ния исходят из определения максимального значения этих потерь, что соответствует минимуму расхода проводникового материала на линии электропередачи. С другой стороны, при уменьшении сечения проводов будут расти потери электрической

энергии в них. При определенном значении потерь напряжения в линии приведенные затраты на линию будут минимальны, такое значение потерь напряжения назовем оптимальной потерей напряжения в линии. Выполним вывод выражений для определения оптимальных потерь напряжения для трехфазной линии с

одной симметричной нагрузкой. Схема линии представлена на рис. 1.

Схема линии с одной трехфазной нагрузкой

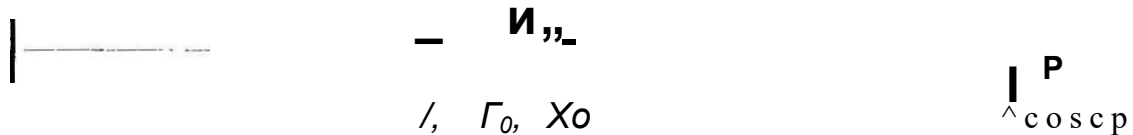


Рис. 1

где P - передаваемая по линии активная мощность, кВт;

U_n - номинальное напряжение линии, кВ;

$\cos(\varphi)$ - коэффициент мощности нагрузки;

l - длина линии, км;

G_0, X_0 - активное и реактивное удельные сопротивления проводов, Ом на 1 км;

При анализе режима напряжений

принимают допущение о том, что все значения потерь напряжения от центра питания до любого электроприемника изменяются прямопропорционально нагрузке, это условие соответствует однородности нагрузки, что, в основном справедливо для электроприемников одного назначения.

Приведенные затраты на линию электропередачи можно выразить следующим образом:

$$Z = (E_n + p_a) \cdot K_0 \cdot l + AW \cdot C_l, \quad (1)$$

где E_n - нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений;

p_a - норма амортизационных отчислений;

K_0 - удельная стоимость 1 км линии;

$D \setminus U$ - потери электрической энергии в линии за год;

C_l - стоимость 1 кВтЧч потерянной электроэнергии.

В выражении (1) не учтены годовые затраты на эксплуатацию ли-

нии, т.к. они практически не зависят от сечения проводов.

Удельную стоимость линии K_0 можно выразить, как:

$$K_0 = a + bCF, \quad (2)$$

где a - постоянный коэффициент, не зависящий от сечения проводов, тенге на 1 км;

b - постоянный коэффициент, тенге на 1 кмЧмм²;

F - площадь поперечного сече-

ния проводников, ММ .

Для дальнейших выводов нам удобнее будет выразить стоимость линии через удельное сопротивление проводов:

$$K_0 = a + \frac{c}{l_0}, \quad (3)$$

где c - коэффициент, зависящий от сечения (сопротивления) проводов.

Значение коэффициента c можно определить из значения коэффициента b в выражении (2):

$$c = b - F - r_0. \quad (4)$$

Потеря энергии в трехфазной линии может быть определена по выражению:

$$\text{тогда } \Delta W = L_0 \cdot I^2 + \hat{U}_H \cdot X \cdot \varphi \quad (7)$$

$$\text{отсюда } \Gamma_0 = \frac{L_0 - I_n}{P-1} \sim X_0 \cdot \text{tg}(\rho). \quad (8)$$

С учетом выражения (8) преобразуем выражения (2) и (4):

$$K_0 = a + \frac{c}{A U T J} \sim X_0 - \text{tg} \varphi > \quad (9)$$

$$A W = \frac{f}{\text{СОБФ} - U_H} A U - X_0 - \text{tg} \rho - 1 \quad (10)$$

$$N_e = \hat{U}_H \cdot \cos(\rho) J \quad (5)$$

где t - время максимальных потерь энергии в линии, ч.

Потерю напряжения в линии можно найти из выражения:

$$\Delta U = \frac{(P - r_0 + Q - x_0) - 1}{U_u} \quad (6)$$

где P и Q - активная и реактивная мощности, передаваемые по линии, кВт и кВАр - соответственно.

Выразим реактивную мощность, как:

$$Q = P \cdot \text{tg} \varphi,$$

С учетом выражений (9) и (10) выражение (1) примет вид:

$$z = P \cdot a + \frac{AU-U}{P} - x_0 \cdot \text{tg} \vartheta \quad (11)$$

где $p = E_n + p_a$:

где E_n - нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений;

p_a - коэффициент амортизационных отчислений.

Возьмем производную d^3 от выражения (11) и приравняем ее к нулю, для определения точки с минимальными затратами.

$$d^3(AU) = \frac{P \cdot C \cdot P \cdot 1}{(\cos \vartheta)^2 - U_H} \cdot \frac{1}{(AU - U_H - P - 1 - x_0 - \text{tg} \vartheta)^2} \quad (12)$$

После преобразований имеем:

$$\begin{aligned} & T - \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{U_H} - \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{U_H} \cdot \frac{1}{(AU - U_H - P - 1 - x_0 - \text{tg} \vartheta)^2} + \\ & + \frac{1}{2} \cdot (p^2 - x^2 - \text{tg}^2 \vartheta - x - U_{j1} - c - p - U^2 - \cos \vartheta) = 0 \end{aligned} \quad (13)$$

Решением уравнения (13) является выражение:

$$AU_U = 1 \cdot \frac{P}{U} \cdot \frac{x_0 \cdot \text{tg} \vartheta \cdot \cos \vartheta}{* - \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{U_H}} \quad (14)$$

Учитывая, что потери напряжения в линии должны быть положительными, принимаем к дальнейшему рассмотрению только сумму составляющих в скобках в выражении (14).

Поэтому оптимальная потеря напряжения в линии, соответствующая минимуму приведенных затрат, будет равна (с учетом принятых единиц измерения):

$$\Delta U = U_0 \left(x_0 \cdot \text{tg}\varphi + \frac{P}{U_0 \cos\varphi} \right) \cdot 10^{-3} \quad (15)$$

Если выразить потерю напряжения в процентах, то можно записать:

$$\Delta U_{\text{опт.}\%} = \frac{100}{U_0} \left(x_0 \cdot \text{tg}(\varphi + \text{COS}(\varphi)) \right) \cdot 10^{-3} \quad (16)$$

Из выражения (16) видно, что оптимальная потеря напряжения в линии практически не зависит от сечения проводников и определяется длиной линии и передаваемой по ней мощностью.

В технических расчетах потерю

$$\Delta U_{\text{опт}\%} = \frac{100}{U_0} \left(S \cdot \text{sin}\varphi + \frac{P}{U_0 \cos\varphi} \right) \cdot 10^{-3} \quad (17)$$

Выражение (17) можно использовать для определения оптимальной потери напряжения в электропроводах и в линиях электропередачи напряжением до 35 кВ включительно, где потери напряжения допускается определять по выражению (6).

Особенностью кабельных линий и электропроводок напряжением до 1000 В является малое значение удельного реактивного сопротивления X_0 , что позволяет в ряде случаев пренебрегать первым слагаемым в скобках в выражении (5).

Так /СН357-77/ допускает пре-

напряжения, обычно, определяют в процентах, поэтому удобнее использовать для дальнейшего рассмотрения выражение (16).

Выразим значение оптимальной потери напряжения через полную мощность, передаваемую по линии:

небрегать реактивными сопротивлениями линий в следующих случаях при:

- а) $\text{COS}(\varphi) = 1$ - всегда;
- б) $\text{COS}(\varphi) = 0,9$ - для проводок, выполняемых кабелями и проводами в трубах до сечения 70 (120) мм² включительно;
- в) $\text{COS}(\varphi) = 0,5 \text{--} 0,6$ - для проводок, выполняемых кабелями и проводами в трубах до сечения 16 (25) мм² включительно.

В скобках указаны сечения алюминиевых жил проводников, вне

скобок - медных.

При расщеплении фазных проводников на реактивное сопротивление линии уменьшается в раз.

То есть, при расщеплении фазного проводника на два, значения сечений, приведенных в пунктах "Б" и "С", можно увеличить в два раза, при расщеплении проводника на три - в три раза.

Таким образом, при расщеплении одного фазного проводника на три, практически, можно пренебречь реактивным сопротивлением линии.

Для указанных выше случаев пренебрегают реактивным сопротивлением линии, и коэффициент мощности нагрузки считают равным единице.

Выражение (17) упростится:

$$\Delta I_{\text{опт.}\%} = \frac{100-1}{I_{\text{н}}} \cdot p-c-10^{-3} \cdot \frac{L}{T-Ц}, \quad (18)$$

Для практического использования удобнее применять удельные значения оптимальной потери напряжения, которые можно получить, разделив выражения (17) и (18) на длину линии l .

$$\Delta I_{\text{опт.}\%} \cdot U_{\text{д0}} = \frac{100}{I_{\text{н}}} \cdot \frac{S \cdot \sin \phi}{U} \cdot X_0 + \cos \phi \cdot \frac{(p-c-10^{-3}) \cdot L}{T-Ц} \quad (19)$$

$$\Delta U_{\text{опт.уд.}\%} = \frac{100}{U_{\text{н}}} \cdot \sqrt{p-c-10^{-3}} \quad (20)$$

Выражение (19) можно использовать для воздушных и кабельных линий электропередачи напряжением 0,38-35кВ.

Выражение (20) можно использовать для кабельных линий напряжением до 1кВ и для электропроводок при чисто активной нагрузке электроприемников и в тех случаях, когда можно пренебречь реактивным сопротивлением линии.

Рассмотрим влияние входящих в выражения (19) и (20) величин на удельное оптимальное значение потери напряжения в линии.

Нормативные отчисления от стоимости линии электропередач "р" равные сумме нормативного коэффициента эффективности капитальных вложений $E_{\text{н}}$ и коэффициента амортизационных отчислений $r_{\text{а}}$ прямопропорционально влияют

на величину удельных оптимальных потерь напряжения.

В настоящее время значение E_n в электроэнергетике принимают равным 0,12, коэффициент амортизационных отчислений для кабельных линий напряжением до 1000 В составляет 0,03 при прокладке линий в земле и 0,024 при прокладке линий в помещениях /1/.

Таким образом, величина нормативных отчислений от стоимости составляет для кабельных линий 0,15 - при прокладке в земле и 0,0144 - при прокладке в воздухе.

Коэффициент $*^b c'$ зависящий от сечения и материала проводника также прямопропорционально влияет на величину удельных оптимальных потерь напряжения.

Значение коэффициента "с" определенного по выражению (4) с учетом значения коэффициента $*^b B$, составляет в среднем для кабельных линий и электропроводок напряжением до 1000 В $249,9410^3$ ОмЧтен/км² для алюминиевых проводников и $446,9410^3$ ОмЧтен/км² для медных проводников.

Время максимальных потерь электрической энергии t имеет обратную зависимость на величину оптимальной потери напряжения. С увеличением t величина удельной оптимальной потери напряжения уменьшается. Время максимальных потерь сильно различается для разных групп потребителей. Будем рас-

считывать три усредненных значения величины времени максимальных потерь, по аналогии с/2/, где для определения значения экономической плотности тока дается три интервала времени использования максимальной нагрузки:

- а) более 1000 до 3000 часов в год;
- б) более 3000 до 5000 часов в год;
- с) более 5000 часов в год.

Этим значениям времени использования максимальной нагрузки будут соответствовать средние значения времени максимальных потерь, определенные по кривым $X = f(T_m) / 3$:

- а) 1200 часов в год;
- б) 2000 часов в год;
- с) 5500 часов в год.

Стоимость потерь электрической энергии также обратно влияет на величину оптимальных потерь напряжения в линии. Для систем электроснабжения напряжением до 1000 В стоимость потерь электрической энергии, как правило, равна тарифу на электрическую энергию, т.к. эти потери, обычно, учитываются расчетными приборами учета электрической энергии потребителей. В настоящее время среднее значение тарифа для Республики Казахстан можно принять равным 4 тенге за 1 кВтЧ.

Определим значения оптимальной удельной потери напряжения для кабельных линий и электропроводок напряжением $U_H = 0,38$ кВ, без учета реактивного сопротивления линий, по выражению (18). Данные сводим в таблицу 1.

Таблица 1

Значение оптимальной удельной потери напряжения без учета реактивного сопротивления линий для линий и электропроводок напряжением $U = 0,38$ кВ

Вид линии или электропроводки	Материал проводника	Оптимальная удельная потеря напряжения, Л _{и оптуд} , %/км при т, ч/год		
		1200	2000	5500
Кабельные линии, прокладываемые в воздухе и электропроводки в трубах и коробах.	алюминий	24,11	18,68	11,26
То же	медь	30,47	23,6	14,24
Кабельные линии, прокладываемые в земле	алюминий	24,6	19,06	11,52
То же	медь	31,]	24,09	14,53

Из выражения (19) видно, что величина оптимальной потери напряжения в линии зависит от угла сдвига фаз между током и напряжением линии ϕ . При ϕ равно нулю, выражение (19) превращается в выражение (20).

При других значениях угла ϕ , его значение сильно влияет на величину оптимальной потери напряжения. Для основной массы промышленных электроприемников угол ϕ изменяется в пределах от нуля до 60 градусов, чему соответствует значе-

Используя данные, приведенные в таблице 1, можно легко определить оптимальную потерю напряжения для конкретной линии, для чего удельную оптимальную потерю напряжения нужно умножить на длину линии.

ние коэффициента мощности $\cos\phi$ от единицы до 0,5.

Величина удельной реактивной мощности X_0 мало изменяется для линий одного типа, при расчетах можно брать ее среднее значение. Так для кабельных линий напряжением до 1 кВ величина X_0 изменяется от 0,104 Ом/км для сечения фазной жилы 2,5 мм² до 0,058 Ом/км для сечения фазной жилы 240 мм², для сечений жил от 10 до 150 мм² среднее значение X_0 составляет 0,066 Ом/км.

Для дальнейшего анализа вы-

ражения (19) его удобнее представить в другом виде:

$$\Delta_{\text{опт.уд.}}\% = A_1 \cdot \text{СОБф} + A_2 \cdot S \cdot \text{sill}\phi, \tag{21}$$

где $A_1 = \frac{100}{U_H} \cdot (p-c-10^{-3})$ $A_2 = \frac{100 \cdot x_0}{\Gamma \cdot I}$

Значение коэффициента A_1 соответствует удельной оптимальной потере напряжения в линии при чисто активной нагрузке, его значения определены в таблице 1.

Значение коэффициента A_2

для кабельных линий $U_H = 0,38$ кВ составит в среднем $0,046 \%$ / кВАЧкм.

При постоянном значении угла ϕ уравнение (21) представляет собой себя уравнение линейной функции $\Delta_{\text{опт.уд.}}\% = f(S)$:

$$\Delta_{\text{опт.уд.}}\% \sim A_1 + A_2 \cdot S. \tag{22}$$

где $\Gamma = \frac{100 \cdot \text{СОБф}}{I}$ (p-c-10⁻³) постоянный коэффициент функции;

$$\Gamma = \frac{100 \cdot x_0 \cdot \text{sinc}\rho}{U} \text{ — угловой коэффициент функции.}$$

Для кабельных линий $U_H = 0,38$ кВ с алюминиевыми жилами, при $t = 1200$ ч; $\Gamma_{\text{л}} = 4$ тен/кВтЧч; $p = 0,144$; $\text{СОБф} = 0,5$ уравнение (22) будет иметь вид:

$$\Delta_{\text{опт.уд.}}\% = 12,06 + 0,04 \cdot S$$

Аналогично можно определить выражение функции (22) для других

значений СОБф , t , способов прокладки, материала жил проводников. Такие данные для наиболее часто встречающихся значений СОБф сведем в таблицу 2. Используя данные таблицы 2 можно определить оптимальную допустимую потерю напряжения для кабельных линий электропередачи и электропроводок при известной передаваемой по линии мощности S .

Таблица 2

Уравнения для определения оптимальной удельной потери напряжения для линий $U_H = 0,38$ кВ при различных значениях СОБф нагрузки

Вид линии или электропроводки	Материал проводника	Коэффициент мощности $\cos\varphi$	Уравнения для определения $A U_{оптУд}$, %/км при t , ч/год		
			1200	2000	5500
1	2	3	4	5	6
Кабельные линии, прокладываемые в воздухе, электропроводки в трубах и коробах	Алюминий	0.5	$12,06+0,040S$	$9,34+0,040S$	$5,63+0,040S$
		0.6	$14,47+0,037S$	$11,21+0,037S$	$6,76+0,037S$
		0.7	$16,88+0,033S$	$13,08+0,033S$	$7,88+0,033S$
		0,75	$18,08+0,030S$	$14,01+0,030S$	$8,45+0,030S$
		0.8	$19,23+0,028S$	$14,94+0,028S$	$9,01+0,028S$
		0.85	$20,49+0,024S$	$15,89+0,024S$	$9,57+0,024S$
		0.9	$21,70+0,020S$	$16,81+0,020S$	$10,13+0,020S$
		0.95	$22,90+0,014S$	$17,75+0,014S$	$10,70+0,014S$
То же	Медь	0.5	$15,24+0,040S$	$11,80+0,040S$	$7,12+0,040S$
		0.6	$18,28+0,037S$	$14,16+0,037S$	$8,54+0,037S$
		0.7	$21,33+0,033S$	$16,52+0,033S$	$9,97+0,033S$
		0,75	$22,85+0,030S$	$17,70+0,030S$	$10,68+0,030S$
		0,8	$24,38+0,028S$	$18,88+0,028S$	$11,39+0,028S$
		0,85	$25,90+0,024S$	$20,03+0,024S$	$12,10+0,024S$
		0,9	$27,42+0,020S$	$21,24+0,020S$	$12,82+0,020S$
		0,95	$28,95+0,014S$	$22,42+0,014S$	$13,53+0,014S$
Кабельные линии, прокладываемые в земле	Алюминий	0,5	$12,30+0,040S$	$9,53+0,040S$	$5,76+0,040S$
		0.6	$14,76+0,037S$	$11,44+0,037S$	$6,91+0,037S$
		0.7	$17,22+0,033S$	$13,34+0,033S$	$8,06+0,033S$
		0.75	$18,45+0,030S$	$14,30+0,030S$	$8,64+0,030S$
		0,8	$19,68+0,028S$	$15,25+0,028S$	$9,22+0,028S$
		0,85	$20,91+0,024S$	$16,20+0,024S$	$9,79+0,024S$
		0,9	$22,14+0,020S$	$17,15+0,020S$	$10,37+0,020S$
		0.95	$23,37+0,014S$	$18,11+0,014S$	$10,94+0,014S$
То же	Медь	0.5	$15,55+0,040S$	$12,05+0,040S$	$7,27+0,040S$
		0,6	$18,66+0,037S$	$14,45+0,037S$	$8,72+0,037S$
		0.7	$21,77+0,033S$	$16,86+0,033S$	$10,17+0,033S$
		0,75	$23,33+0,030S$	$18,07+0,030S$	$10,90+0,030S$
		0,8	$24,88+0,028S$	$19,27+0,028S$	$11,62+0,028S$
		0,85	$26,44+0,024S$	$20,48+0,024S$	$12,35+0,024S$
		0,9	$27,99+0,020S$	$21,68+0,020S$	$13,08+0,020S$
		0.95	$29,55+0,014S$	$22,89+0,014S$	$13,80+0,014S$

ЛИТЕРАТУРА

1. Федоров А.А. Основы электроснабжения промышленных предприятий. - М.: Энергия, 1972. - 416 с.
2. Правила устройства электроустановок. /Мин. энерго СССР. - 6-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1985. - 640 с.
3. Справочник по проектированию электроэнергетических систем. Под ред. Рокотяна С.С. и Шапиро И.М. - М.: Энергоатомиздат, 1985. - 352 с.

УДК 621.3(084.2)

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ВИБРОЗАЩИТНЫХ УСТРОЙСТВ

Р.М.Мустафина, Г.М.Мустафина

Павлодарский государственный университет
им. С. Торайгырова

Мақалада эквивалентна электрлі сызбаларды, ауыспалы құрылымды құрылғыларды және соққылы әсерлерді пайдалануда электромагнитті ілінгіштері бар белсенді тербеліс қорғанды құрылғылар тәртібінің зерттелу әдістері қарастырылған.

В статье рассмотрены методы исследования режимов активных виброзащитных устройств с электромагнитным подвесом при использовании эквивалентных электрических схем, устройств с переменной структурой и при ударных воздействиях.

This article deals with the methods of research of regime of active vibrodefendent devices with electromagnetic hanging by the use of equivalent electrical schemes, the devices with drangebabe structure with strikable influence.

Ряд технических задач: создание высокоскоростного транспорта на магнитной подушке, разработка плотномеров жидкостей с магнитной подвеской, создание подшипников без трения, разработка установок для аэродинамических исследований без искажения потока, - все это возможно при использовании упругих сил электромагнитного подвеса (ЭМП). Однако при конструировании некоторых устройств на основе ЭМП возникают вопросы использования виброзащитных свойств устройств электромагнит-

ного подвеса. Использование ЭМП для подвешивания подвижного состава позволяет устранить трение, и тем самым обеспечивается высокая скорость движения, но при этом возникает задача подавления вибраций вагонов, возникающих от неровностей пути. При испытании приборов на динамических стендах с электромагнитным подвесом требуется гашение сейсмических вибраций фундамента, то есть в этих устройствах также должны использоваться виброзащитные свойства ЭМП.

Механические, электромехани-

Ческие, электродинамические, электромагнитные системы, как и системы других видов, могут быть представлены в виде эквивалентных электрических схем [1, 2]. Если при этом в эквивалентной электрической модели исследуемого устройства выдержаны количественные соотношения между параметрами модели и реального устройства, то полученную электрическую схему можно использовать не только для теоретических исследований и расчетов различных режимов рассматриваемого устройства, но и для экспериментальных исследований различных характеристик и режимов заданного устройства. Причем следует отметить, что с развитием теории электрических цепей и систем, теории регулирования и автоматического управления появились различные численные методы расчета на ЭВМ, применение которых

для решения задач в других областях техники стало необходимым в силу удобства их применения, наглядности и относительной простоты. Кроме того, моделирование такого рода позволяет представить устройство любой физической природы сколь угодно больших размеров в виде электрической схемы, элементы которой выбраны в соответствии с коэффициентами пропорциональности между обобщенными координатами рассматриваемых систем (модель и реальное устройство), что упрощает экспериментальное исследование рассматриваемых устройств, причем экспериментальное исследование электрических схем проводить легче, чем систем других видов, при этом электрической схеме присуща физическая наглядность, что также является немаловажным фактором [1].

Виброзащитное устройство с ЭМП

//////////

Г

с

с. *OM*

$v(0)$

$x(0)$

0.

m

Рис. I

Кроме того, в отличие от структурных схем, отражающих взаимосвязь динамических звеньев устройства и позволяющих полнее изучить динамику рассматриваемого устройства, эквивалентные электрические схемы обеспечивают изучение не только этих вопросов, но и дают возможность исследования энергетических процессов, происходящих в анализируемом устройстве. Электрические схемы и процессы в них легко моделируются на ПЭВМ.

Активные виброзащитные устройства (АВЗУ) с электромагнитным подвесом представляют собой сложные нелинейные системы с магнитной связью, точный расчет которых практически невозможен. Поэтому введение эквивалентных электрических схем АВЗУ рассматриваемого типа позволяет свести анализ и проектирование устройств активной виброзащиты с ЭМП к анализу и синтезу электрических цепей.

На рисунке 1 виброизолируемый объект массы m подвешен в поле электромагнита ЭМ, установленного на основании, совершающем колебания $y(t)$. Колебания (отклонения) подвешиваемого тела вдоль оси электромагнита - $x(t)$, также это абсолютная координата, определяю-

щая положение инерционного элемента массы m относительно земли. Напряжение и ток электромагнита в положении статического равновесия подвешиваемого тела - U_0, I_0 ; переменные составляющие напряжения и тока электромагнита - $u(t), i(t)$.

Составим эквивалентную схему виброзащитного устройства с одно-массовым электромагнитным подвесом (рисунок 1), описываемого следующей системой уравнений в комплексной форме:

$$\begin{aligned} U &= (R + j \omega L_0) I - a V, \\ E &= aI - (b/j\omega) V, \end{aligned} \quad (1)$$

где $j \omega S$ - скорость изменения воздушного зазора в комплексной форме; S - воздушный зазор; R, L_0 - параметры электромагнита, при этом L_0 - индуктивность, соответствующая точке равновесия подвешиваемого тела; F_s - упругая сила тяги электромагнита; U, I - комплексы напряжения и тока источника питания; a, b - коэффициенты линеаризации силы тяги электромагнита.

Система уравнений (1) представляет собой систему уравнений четырехполюсника в форме параметров (рисунок 2)

$$i = H_{11} I + H_{12} V,$$

$$E = H_{21} I + H_{22} V,$$

$$\text{где } H_{11} = R + j \omega L_0, H_{12} = -a, H_{21} = a, H_{22} = (-b/j\omega).$$

Электромеханический преобразователь устройства виброзащиты с электромагнитным подвесом

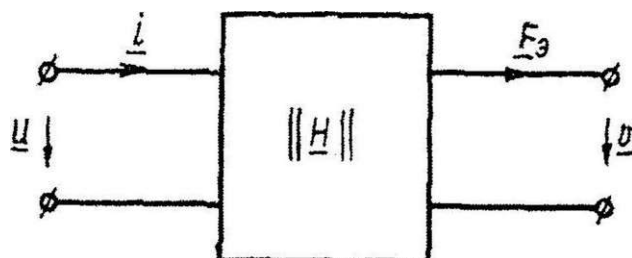


Рис. 2

Дополним систему уравнений (1) уравнением движения объекта виброзащиты m и уравнением формирования управляющего воздействия

$$\begin{aligned} \tau \dot{x} &= \sim F_э, \\ u &= a\delta + pS + \hat{v} \end{aligned} \tag{2}$$

где a, β, γ - соответственно коэффициенты цепи управления по изменениям воздушного зазора δ , его скорости и ускорению.

В комплексной форме уравнения системы (2) записываются следующим образом, при этом учтем, что $S = \dot{x} - \dot{y}$,

$$\begin{aligned} m j \omega V &= -F_э - m j \dot{V}_{вн} \\ U &= (a / j \omega) Y + \beta V + \gamma \dot{V} / \omega, \end{aligned} \tag{3}$$

здесь $m j \dot{V}_{вн} = F_{вн}$ - внешнее воздействие, колебания основания.

Эквивалентная схема ВЗУ с ЭМП

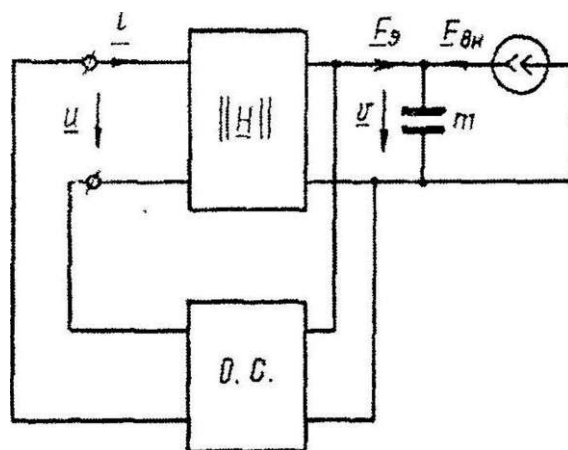
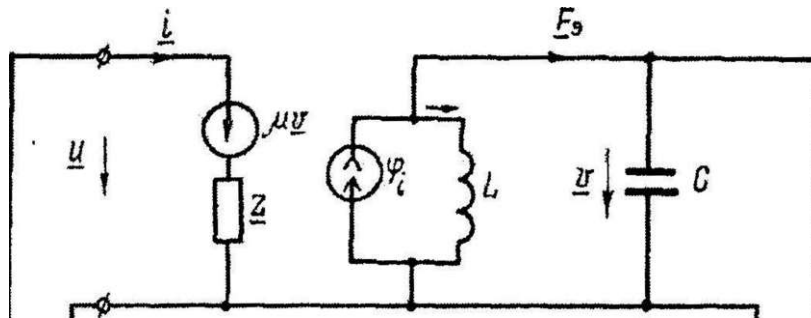


Рис. 3

Электрическая схема модели АВЗУ с ЭМП



П. И.		У.

Рис. 4

Эквивалентная схема АВЗУ с одномассовой электромагнитной подвеской с цепью обратной связи регулирования тока электромагнита показана на рисунке 3. На рисунке 4 показана эквивалентная модель исследуемого'виброзащитного устройства, описываемая системами комплексных уравнений (1), (3). На данном рисунке У. - усилитель сигналов датчиков положения, скорости и ускорения объекта виброзащиты; П.И.- преобразователь напряжения (источник управляющего воздействия). Элементы эквивалентной электрической схемы ЭМП определяются из следующих соотношений: $u \sim a, (p - a, L = l/b, z = R + j\omega)L_0$, следующих из системы уравнений (1). Значение емкости С , соответствующей в электрической модели

массе подвешиваемого тела m , найдем, определив предварительно значение коэффициента пропорциональности X^2 из следующих соображений [1]. Электромагнитная упругая сила F_3 характеризуется податливостью n , которой в эквивалентной схеме соответствует индуктивность L ; исходя из этого следует, что коэффициент пропорциональности определяется формулой

$$X^3 = n / L,$$

а искомое значение емкости модели соответственно

$$C = X^2 T.$$

Необходимые динамические свойства виброзащиты могут быть

достигнуты конструированием АВЗУ с переменной структурой, что позволяет обеспечить не только требуемые характеристики этих устройств с ЭМП, но и улучшить показатели переходного процесса (устойчивость, быстродействие).

Управляемые АВЗУ с переменной структурой состоят из нескольких фиксированных структур, переключение которых производится логическими элементами (ЛЭ) на основе алгоритма переключения. Алгоритм формируется на основании информации о величине внешнего возмущения, состоянии объекта виброзащиты в устройстве изменения структуры (УИС, рисунок 5). На рисунке 5 $y(t)$ - гармонические колебания основания АВЗУ (внешнее возмущение), $x(t)$ - колебания (отклонения) подвешиваемого тела вдоль оси электромагнита, абсолютная координата, определяющая положение объекта виброзащиты относительно земли. Изменяемыми параметрами являются жесткость, масса, демпфирование и т.д. На рисунке 5 представлена структурная схема со ступенчато изменяющимися жесткостью и демпфированием, что достигается автоматическим изменением коэффициентов усиления цепи управления током электромагнита.

Амплитудно-частотные характеристики (АЧХ) АВЗУ с упругими силами ЭМП при частотах собствен-

ных колебаний $\omega_0 = 4 \text{ Гц}$ и $\omega_0 = 18 \text{ Гц}$ представлены кривыми 1 и 2 на рисунке 6 при коэффициентах усиления $a_1 < a_2$ и демпфирования ρ . Из сопоставления кривых АЧХ очевидно, что минимальное значение коэффициента передачи амплитуды колебаний $|W(j\omega)|$ обеспечивается при частоте $\omega < \omega_0$ электромагнитной пружины с коэффициентом a_2 , а при $\omega > \omega_0$ - электромагнитной пружины с коэффициентом усиления a_1 . То есть для того, чтобы получить наилучшие динамические свойства АВЗУ, необходимо осуществить переключение параметров цепи управления при частоте f_x .

При введении дополнительной связи по ускорению (y) объекта виброзащиты переключение структуры системы происходит при более низком значении частоты f_x (рисунок 7). Такого же результата можно достичь при использовании принципа переменной структуры в виброзащитном устройстве с подвижным сердечником (k - жесткость пружины, рисунок 8). Использование АВЗУ ЭМП с подвижным сердечником позволяет отказаться от применения акселерометров, которые представляют собой относительно сложный прибор, кроме того, диапазон чувствительности их часто бывает ограниченным, в то время как ЭМП с подвижным сердечником обеспечивает виброзащиту

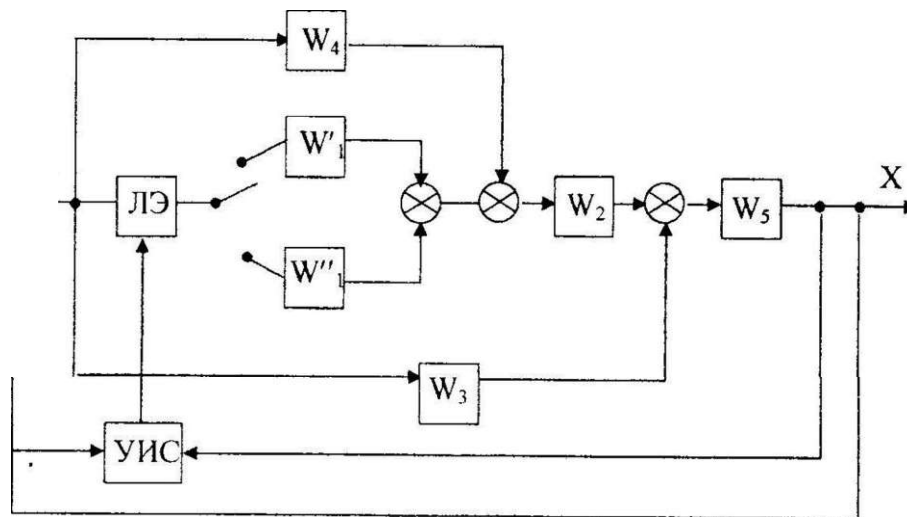


Рис. 5

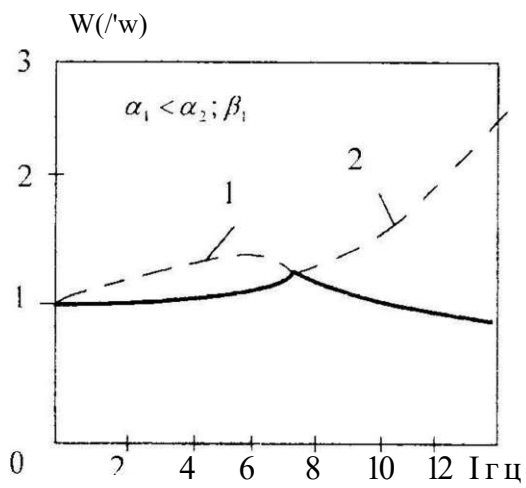


Рис. 6

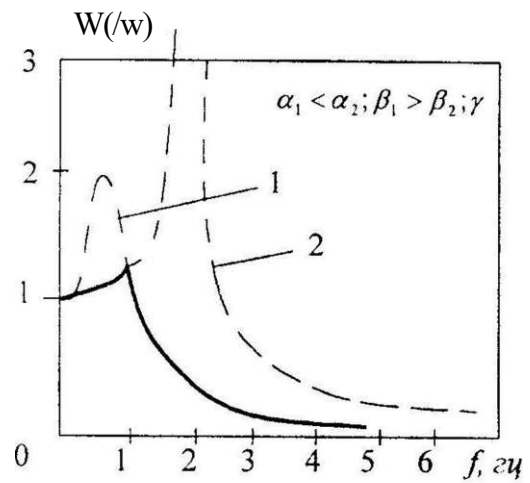


Рис. 7

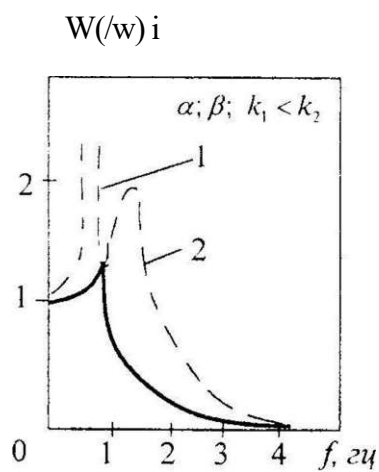


Рис. 8

практически во всем диапазоне частот внешних возмущений.

Из рассмотрения АЧХ виброзащитного устройства с переменной структурой следует, что при использовании таких систем становится возможным избежать резонансные явления даже без введения демпфирования. Такое АВЗУ может работать на границе области устойчивости, что обеспечивается переключением ключа ЛЭ в момент изменения знака произведения координаты объекта виброизоляции на его скорость (\dot{y}), что обеспечивает затухающий характер переходного процесса системы.

Наряду с вибрацией характерным воздействием на виброзащитные устройства являются ударные воздействия. Эти воздействия могут оказаться более опасными, чем вибрационные, поэтому представляется необходимым исследование реакции активного виброзащитного устройства с упругой связью электромагнитного подвеса на ударные возмущения.

В зависимости от вида возмущений (ударные и вибрационные) в виброзащитных устройствах возникают стационарные и переходные режимы. Установившееся (стационарное) состояние в устройствах виброзащиты возникает после относительно длительного времени как результат приложения к ним воздействий, изменяющихся по определенному устано-

вившемуся закону. Режим переходного процесса представляет собой реакцию системы виброизоляции на ударное воздействие.

В теории виброзащитных систем под ударом понимается кратковременное воздействие на систему внешнего возмущения, характеризующееся изменением формы воздействия во времени [3]:

$$\begin{aligned} \dot{f}(t) & \neq 0 & \text{при } 0 < t < \tau, \\ \dot{f}(t) & = 0 & \text{при } t > \tau. \end{aligned}$$

Условие защиты объекта от ударов определяется коэффициентом динамичности при ударе K_x , который определяется как отношение максимальной реакции устройства виброзащиты к максимальному значению внешнего воздействия

$$K_x = \frac{I_{\max}}{I_{\text{max}}}$$

Для того, чтобы быстро определить в общем виде количественное и качественное влияние на активное виброзащитное устройство ударных возмущений, удобно пользоваться косвенными критериями оценки качества переходного процесса следующих видов [4]:

- частотные критерии, основанные на использовании частотных характеристик устройств виброзащиты, которые могут быть опреде-

лены аналитически или экспериментально;

- критерии, основанные на распределении полюсов и нулей передаточной функции, позволяют характеризовать переходный процесс при помощи построения области на комплексной плоскости, в которой находятся все корни числителя и знаменателя;

- интегральные критерии, основанные на вычислении оценок качества переходных процессов в виде определенных интегралов по времени некоторых функций от координаты системы. Например, при использовании корневых методов качество переходного процесса в виброзащитной системе с упругими силами электромагнитного подвеса оценивается следующим образом: по диаграммам Вышнеградского при известных коэффициентах характеристического уравнения определяются значения степени устойчивости γ и колебания λ , затем по приведенным ниже формулам [4] определяются время переходного процесса t_r и логарифмический декремент затухания δ

$$t_n \approx \frac{1}{\gamma} \ln \frac{1}{A}, \quad \delta = \frac{2/\gamma}{\lambda}$$

где d - числовая характеристика, показывающая степень уменьшения выходной величины за время переходного процесса t_n .

Кроме того, зная значение степени устойчивости γ , можно найти приближенное значение максимального отклонения выходной величины по следующим соотношениям:

$$x(t) = Ce^{*}, \\ x(t) - Ce^{-\lambda t} \sin(aX + \varphi^*),$$

первое уравнение имеет место при ближайшем вещественном корне к мнимой оси, второе - при сопряженных комплексных корнях.

Следовательно, при помощи корневых критериев мы имеем возможность не только качественно, но и количественно оценить переходный процесс, возникающий в виброзащитном устройстве при ударных возмущениях, мы тем самым оцениваем противоударные свойства исследуемого устройства.

Известно, что реакция динамической системы на возмущение любой формы может быть найдена с помощью интеграла Дюамеля суммированием ряда переходных функций, представляющих собой реакцию системы на элементарные импульсы, на которые может разложено любое внешнее воздействие.

Переходная функция динамической системы может быть определена по формуле разложения Хевисайда [3]

$$A'(s) = \frac{1}{(s - p_1)(s - p_2) \dots (s - p_n)}$$

где λ_i - корни характеристического уравнения системы, передаточная функция которой

$$W(s) = \frac{M(s)}{N(s)}$$

$$A_i = \frac{M(\lambda_i)}{N'(\lambda_i)} \quad (\lambda_i \neq 0).$$

Зная переходную функцию системы (4), можно определить реакцию $x(t)$ виброзащитного устройства на внешнее возмущение $y(t)$, используя интеграл Дюамеля

$$x(t) = h(0) y(t) + \int_0^t h(t-r) y(r) dr, \quad (5)$$

где $h(0) = x(0)$ - начальное значение переходной функции. При подстановке значения переходной функции (4) в формулу (5) получаем

$$x(t) = \sum_{i=1}^n \frac{A_i}{\lambda_i} y(t) + \int_0^t \sum_{i=1}^n A_i e^{\lambda_i(t-r)} y(r) dr, \quad (6)$$

где $A_i = \frac{M(\lambda_i)}{N'(\lambda_i)}$

Определение выходной величины устройства виброзащиты по формуле (6) иногда оказывается сложным из-за трудности вычисления коэффициентов A_i при чем с ростом порядка передаточной функции степень сложности вычислений возрастает.

Более удобным представляется исследование переходных процес-

сов с введением понятия эквивалентной системы. Эквивалентной заданной системе является такая система, реакция которой на единичное ступенчатое воздействие будет такой же, как и реакция заданной системы на воздействие $y(t)$. Передаточная функция эквивалентной системы определяется формулой

$$W(s) = W(s)Y(s) = \frac{M(s)}{N(s)} \cdot \frac{M_3(s)}{N_3(s)} \quad (7)$$

где $Y(s)$ изображение входного воздействия.

При применении формулы разложения (4) получаем

$$\begin{aligned}
 & M \cdot L \cdot 0) \quad A \quad \varepsilon \cdot L \\
 & N, (\quad 0) \quad 2 = 1
 \end{aligned} \tag{8}$$

где A_{\pm} - корни характеристического уравнения эквивалентной системы $L^{\wedge} = 0$.

В качестве примера, иллюстрирующего изложенную в работе методику определения реакции виброзащитного устройства с упругими силами электромагнитного подвеса на ударное воздействие, определим реакцию этого устройства на ударное возмущение прямоугольной формы. Эквивалентная передаточная функция системы определится в этом случае формулой

$$W(s) = \frac{\Gamma'}{(a_1 s^5 + a_2 s^2 + \gamma_1 s + \gamma_0)} \tag{9}$$

где $\Gamma_{\text{так}} (1 - e^{-\lambda t})$ - изображение возмущения прямоугольной формы.

Если корни характеристического уравнения эквивалентной системы следующие: $L^{\wedge} = \sim^c > \quad L \gg 3 \quad \pm j\omega$, то используя формулу разложения (8), получим выражение, характеризующее изменение выходной величины виброзащитного устройства в режиме переходного процесса,

$$A(t) = \frac{1}{L} (2a_2 c^2 - a^{\wedge} c - 3a^{\wedge} c^3)$$

где $\omega = \sqrt{\frac{2}{D}}, \quad \lambda_2 = \frac{L^2}{2}$

$$4 - c\omega^2 \{9a^{\wedge} d - 2a_2\} + d(2a_2 d - a_n - 3a_y d^2) \}$$

$$L_2 = j\omega [3\gamma_n(3^*/2 - c\omega + \gamma_n)] ;$$

$$\langle p = (p_x - \langle p_2 \rangle \quad (p^{\wedge} \arctg - \quad \text{---}; \quad \langle p_2 = \arctg \frac{A}{L},$$

Таким образом, установлено, что валентными электрическими схемами, позволяющими проводить не только теоретические исследования характеристик виброзащитных устройств, но представляющими собой - активные виброзащитные устройства с электромагнитной подвеской могут быть представлены экви-

физические модели, удобные для проведения экспериментальных исследований свойств и режимов работы рассматриваемого устройства;

- активное виброзащитное устройство с электромагнитным подвесом с переменной структурой эффективно практически при любом значении частоты возмущающей

силы;

- если известны полюсы передаточной функции заданного устройства или полюсы передаточной функции эквивалентной системы, то при использовании формул (6) и (8) представляется возможным найти реакцию устройства виброзащиты на ударное возмущение произвольной формы.

1. Ленк А. Электромеханические системы. - М.: Мир, 1978. - 283 с.

2. Вышков Ю.Д, Эквивалентные схемы устройств магнитной подвески. - Электромеханика. - Изв. ВУЗов, 1983.-№ 5.-С. 86-91.

3. Коловский М.З. Нелинейная теория виброзащитных систем. -М.: Наука, 1966.-317 с.

4. Воронов А.А., Титов В.К., Новогранов Б.Н. Основы автоматического регулирования и управления. -М.: Высшая школа, 1977. - 519 с.

УДК 336.67

**ZUR FRAGE UBER DIE ERHOHUNG DER
 IIIII£ EFFEKTIVITAT DER PROZE&E DER
 И "Л REALISATION UND DER FORMIERUNGEN
 III/2ЛШ DES FINANZIELLEN ERGEBNISSES DER
 FIRMA**

S.N. Kurgusova*Die GMBH "Thermisches Zentrum - Suden"***N.N. Kurgusov***и Pawlodarer die staatliche Universitat*

*Илетелдік серіктестермен жұмыс жүргізген кездегі фирманың
 финанс нәтижелерін іске асыру мен ңалыптастыру мәселелері
 қарастырылған. Қатаңдық бәсеке (конкуренция) мен валюта ңұнының
 тұрақсыздану жағдайында жұмыс жасау мен қызмет көрсету мәселелері
 бойынша фирмаға ұсыныстар жасалған.*

*Рассмотрены вопросы реализации и формирования финансовых
 результатов фирмы при работе с иностранными партнерами. Разработаны
 рекомендации фирме по вопросам выполнения работ и оказания услуг в
 условиях жесткой конкуренции и колебания курсов валют.*

*The questions of realization and shaping of financial results offirm are
 considered by operation with the foreign partners. The recommendations to firm
 are developed on execution of operations and rendering of services in conditions
 of a rigid competition and oscillation of exchange.*

Der Prozeß der Erweisung der Dienstleistungen und der Ausführung der Arbeiten besetzt eine der wichtigsten Stellen im System der Erfassung und leistet den Einfluß praktisch auf alle Elemente des jährlichen finanziellen Berichtswesens der Firma.

Neulich arbeiten immer mehr

Firmen in der Republik Kasachstan mit den ausiandischen Partnern. Keine Ausnahme sind auch die Firmen in der Stadt Pawlodar. Die Mehrheit von ihnen ist auf die anderen Landern, und insbesondere auf Rußland orientiert.

Ein der Schlusselfzwecke der Firmen ist die Optimierung der Eintraglichkeit

der Firmen, das heisst die Optimierung des Erhaltens der finanziellen Ergebnisse. Bei der Arbeit mit den ausländischen Partnern sind die Fragen der Optimierung der Eintraglichkeit besonders aktuell.

In der vorliegenden Arbeit, auf dem Beispiel der GmbH das «Symbol», werden die Fragen der Lösung der Probleme, die bei den Firmen entstehen, welche mit den ausländischen Partnern arbeiten untersuche. Die Firma der GmbH das «Symbol» beschäftigte sich mit der Erarbeitung und der Einführung auf dem Betrieb der geöffneten Aktiengesellschaft «Krackung» (RuBland) des automatisierten Systems der kommerziellen Erfassung des Konsumes das Wasserpaar, des Gases und des Wassers, sowie der Programme für die automatisierten Arbeitsstellen des Personals im Laufe den Jahren.

Den Hauptanteil der Arbeiten der GmbH erledigte das «Symbol» von den Kräften der eigenen Arbeiter und der Arbeiter der Pawlodareren Staatsuniversität. Für die Erarbeitung des Arbeitsprojektes der technischen Versorgung des automatisierten Systemes der kommerziellen Erfassung, zog die Firma die spezialisierte Projektorganisation heran.

Die Einrichtung für die automatisierten Systeme kaufte die Firma in den Ländern nahen und entfernten Auslandes ein.

Die Hauptaufgaben der Erfassung des Prozesses der Realisation von der Firma der Dienstleistungen bei der

Ausführung wissenschaftlich - die technischen Arbeiten waren:

die Verwirklichung der systematischen Kontrolle der Arbeiten und der Erweisung von der Firma der Dienstleistungen;

- die termingemäße aktenmassige Erledigung der erledigten Arbeiten und der geleisteten Dienstleistungen, die deutliche Organisation der Rechnungen mit den Kunden der Arbeiten, der Dienstleistungen;

- die termingemäße und genaue Rechnung der Summen, die von der Realisation der Arbeiten und der Dienstleistungen bekommen sind, der tatsächlichen Kosten auf die Erweisung der Dienstleistungen, den Vertrieb, die Rechnung der Summen des bekommenen Einkommens von der Realisation.

Ein wichtiger Moment, der das Einkommen der Firma beeinflusst, wie bekannt, ist die Feststellung des endgültigen Vereinbarungspreises. Bei der Bestimmung des endgültigen Preises auf die Ausführung der gegebenen Art wissenschaftlich - der technischen Produktion der Firma mußte es:

- das existierende Niveau der Konkurrenz zu berücksichtigen;

- die realen und potentiellen Konkurrenten, die sich mit der Ausführung der gleichartigen Art der Arbeiten nicht nur in Kasachstan beschäftigen, sondern auch in anderen Ländern zu bewerten;

- die Bereitschaft des Kunden zu berücksichtigen, die bestimmte Summe

fur die Ausfiihrung des Vertrages zu bezahlen.

Da die Firma mit dem Kunden aus RuBland arbeitete, so waren die Anschläge der Kosten und der Vertrag in russischen Rubeln gebildet. Der Vereinbarungspreis auf die gegebene Art der Arbeiten hat 1302168 russische Rubeln gebildet. Der Preis war von der Firma ausgehen von der Politik der Preisbildung, der geleiteten Firma eingerichtet: der Vereinbarungspreis auf die gegebene(vorliegende) Art der Arbeiten klart sich, wie bekannt, nach der Formel: « die Kosten + die Rentabilitat (15 %)».

Die Bezahlung der geleisteten Dienstleistungen (die erledigten Arbeiten) dem Kunden wurde in Rubeln zum Kurs Moskauer Interbank- Devisen-Borsen wahrend der Verwirklichung der Rechnungen erzeugt. Die geldlichen Summen wurden auf das Kontokorrent der Firma innerhalb von 30 taglichen Terminen vom Tage der Aufgabe jeder erledigten Etappe auf die Bildung wissenschaftlich - die technische

Produktion aufgezehlt.

Im Laufe der Ausfiihrung der wissenschaftlich-technischen Aufgaben bei der Firma fingen an, die Probleme zu entstehen. Zu allererst, waren sie mit der wesentlichen Schwingung der Wechselkurse verbunden. Wahrend des Abschlusses des Vertrages (der Juli 1998) bildete der Kurs russischen Rubels 13 tenge/Rubel zusammen. Im Laufe von der Ausfiihrung der Arbeiten schwankten die Wechselkurse innerhalb 3,78- 13 tenge/ Rubel.

Das zweite Problem war damit verbunden, daB die Lieferanten der Einrichtung aus Rufland die Preise, die zum Kurs Dollars oder russischen Rubels befestigt sind, aufstellten. Der Firma, in Zusammenhang mit dem Fallen des Kurses russischen Rubels, muBte man die Kosten machen, die oft ubertretenden im Anschlag versetzten Summen (wurde die Indexbezeichnung von den Voraussetzungen des Vertrages) vorgesehen. Als Ergebnis dessen wurden die realen Einkommen der Firma auch verringert.

Die Tabelle

Num- mer der Etap- pe	Das Datum der Unter- zeich- nung des Doke- mentes	Die Sum me vertrags- massig. Rubel	Aktuell Kurs. Tenge/Rubel.. auf den Moment		Das vermutete Einkommen nach den Vorausset- zungen des Vertrages, Tenge	Das anerkannte Einkom- men. Tenge	die Korrespondenz, tenge, auf die Summe	
			der Unterz eich- nung	des Auf- kom- mens des Gel des			der handelnden Bezahlung	der Kurs- differenz
1	25.09 98	130216,8	7,0	5,06	1692818,4	911517,6	658897,0	-252620,6
2	28.12.98	260413.6	4.29	4,2	3385636,8	1117174,3	1093737,1	-23437,2
3	21.03.99	130216,8	3,78	4.8	1692818,4	492219,5	625040,6	+132821,1
4	20.05.99	260413.6	4,93	5.51	3385636,8	1283839,0	1434878,9	+151039,9
5	27.0899	260413.6	5.31	5,23	3385636,8	1382796,2	1361963,1	-20833,1
6	29.10 99	130216.8	5.44	5,28	1692818,4	708379,4	687544,7	-20834,7
7	26.11.99	130216.8	5.18	5.14	1692818,4	674523,0	669314,4	-5208,6
Insgesamt		1302168	!		16928184.0	6570449,0	6531375,8	-39073,2

Die Analyse der Daten, die in der Tabelle aufgeführt sind, zeigt auf, daß nach dem heftigen Einsturz russischen Rubels (nach 17 August 1998), die realen Einkommen der Firma, im Vergleich zu eingeplant, durchschnittlich in 2,58 Male gesunken haben.

Das dritte Problem war mit der ungenügenden Menge der Bestellungen auf die gegebene Art wissenschaftlich - die technischen Arbeiten und der Dienstleistungen verbunden.

Auf Grund der geleiteten Forschung der Firma war empfohlen für die Optimierung der finanziellen Ergebnisse und die Ausnahme nachfolgend der

obenerwähnten Probleme wird:

- bei dem Abschluß des Vertrages die Indexbezeichnung gemäß dem Niveau der Inflation vorzusehen;

- die Möglichkeit des Abschlußes der Verträge in stabilerer Währung zu untersuchen;

- die Vertriebspolitik der Firma auf dem Gebiet des Fortschrittes wissenschaftlich - die technischen Arbeiten, der Dienstleistungen auf den Markt zu entwickeln;

- die Maßnahmen zur Erweiterung des Umfanges erledigt von der Firma wissenschaftlich - die technischen Arbeiten und der Dienstleistungen zu übernehmen.

INFO-QUELLEN

1. Markowa W.D. Das Marketing der Dienstleistungen. M.: Die Finanzen und Statistik, 1996. 235 S.

2. Wihanskiji D.S., Naumow A.N. Das Management: der Mensch, die

Strategie, die Organisation, den Prozeß, M.: Firma «Gardarika», 1996- 416 S.

3. Rishar Sh. Audit und Analyse der wirtschaftlichen Tätigkeit des Betriebes. M. Verlag: Audit, 1997. 375 S.

УДК 539.3:534.1

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ГИБКИХ ОБОЛОЧЕК И ПЛАСТИН

С.К. Ельмуратов, А.Ф. Ельмуратова

Павлодарский государственный университет
им. С'. Торайгырова

Икемді қабықшының динамикалық орнықтылығының теңдеуі алынды. Көлденең-бойлық жүктеуде ЭЕМ-дағы пластыналар мен қабықтардың есептеу бағдарламасы құрастырылды. Алынған нәтижелердің нақтылығы тексерілді.

Получены уравнения динамической устойчивости гибкой оболочки. Составлена программа расчета пластин и оболочек на ЭВМ при продольно-поперечном нагружении. Проверена достоверность полученных результатов.

Worked out is the program of calculation plates and shells by linear and transverse loading of electronic calculating machines. The reliability of the final results was checked.

Рассматривается пологая гибкая оболочка двойкой кривизны с начальными неправильностями при различных условиях опирания по контуру и подвергающаяся продольно-поперечному динамическому нагружению. Принято, что при деформации кромки оболочки мо-

гут искривляться и сближаться. Исследуется изменение напряженно-деформированного состояния оболочек и пластин во времени.

Основные динамические уравнения нелинейной теории пологих оболочек с учетом начальных деформаций имеют вид [1].

$$D \left(W - \frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2} \right) = L \left(W^* \Phi - H^K_x(\Phi_{yy}) P_x \right) +$$

Я У

Ч

(1)

$$\frac{1}{\sqrt{1-\nu^2}} \Delta \Phi = 0 \quad \text{и} \quad \Delta W = \frac{1}{D} (M_x - \nu M_y) \quad (2)$$

Введем в уравнения (1) и (2) следующие безразмерные параметры:

$$\begin{matrix} X & y & t & H & w & w_0 \\ a & a & a & B & h & h \end{matrix}$$

$$\Phi = \sum_{n,m} c_{nm} \sin \frac{n\pi x}{a} \sin \frac{m\pi y}{a} \quad (3)$$

Е

Здесь $U = \frac{1}{2} \rho h^3 \omega^2$ - скорость звука в материале.

Операторы $L(\Delta/\gamma^2 \Phi)$; $L(IV, \Delta^2)$ определяются по формулам:

$$L(U, \Phi) = \frac{1}{D} (M_{xx} - \nu M_{yy} - P_x) + \frac{1}{D} (M_{yy} - \nu M_{xx} - P_y) - 2M_{xy} (\theta_{xy} - P_{xy}) \quad (4)$$

$$L(W, W) = 2 (W_{xx} W_{yy} - W_{xy}^2) \quad (5)$$

Введем также обозначения для параметров оболочки и внешних нагрузок:

$$\gamma = \frac{a}{h}, \quad \beta = \frac{b}{h}, \quad K_x = \frac{D}{h^3}, \quad K_y = \frac{D}{h^3}, \quad P_x, P_y, P_{xy}$$

$$P_x = \frac{P}{Eh}, \quad P_y = \frac{P}{Eh}, \quad P_{xy} = \frac{P}{Eh} \quad (6)$$

Здесь γ - соотношение сторон оболочки в плане; K_x, K_y - кривизны оболочки в направлении осей X и Y соответственно; P_x, P_y, P_{xy} - нормальные и касательные силы, приложенные к срединной поверхности оболочки, q -интенсивность поперечной нагрузки.

Запишем исходные уравнения (1) и (2) в безразмерных параметрах.

$$\begin{aligned}
 & h \frac{Eh'}{12(1-\nu^2)} \Delta a'' (W - W_0)_{,xy} + 2 \frac{Eh'}{ab} (W - W_0)_{,xm} + (W - W_0)_{,yyy} \\
 & = \frac{A}{a^2} w_{,y} \frac{Eh^2}{b^2} \Phi_{,n} - \frac{Eh^2}{b^2} \Delta^4 W, \frac{Eh^2}{a^2} \Delta^2 W_{,xx} - \frac{2}{a^2} Y', \frac{L}{ab} W, \frac{Eh^2}{ab} \Phi_{,n} \\
 & ab \nu \Delta^4 K_{xl} \frac{Eh^2}{b^2} \Phi_{,n} \frac{Eh^2}{b^2} p, \frac{Eh^2}{a^2} \Phi_{,n} \frac{Eh^2}{a^2} \Delta^2 W_{,xy} - \frac{1}{k} \frac{Eh^4}{a^2} \\
 & \frac{V}{qa^2 b^2} \Delta^4 W_{,41} \frac{h^2 \gamma}{ab} - i \nu \Delta^4 W_{,41} \quad (7)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \frac{Elr}{2} \phi_{,n} \Delta^4 \frac{Eh}{a^2 b^2} \Phi_{,n} \frac{Eh}{b^4} \Phi_{,yyy} - \frac{h^2}{a^2 b^2} w_{,xy} \dots w_{,xy} \dots \Delta^4 W_{,xy} - \nu \Delta^4 W_{,xy} - i \nu \Delta^4 W_{,xy} \\
 & \frac{h}{a^2 b^2} \Delta^4 W_{,xy} - \nu \Delta^4 W_{,xy} - \frac{A}{b^2} K_{,x} w_{,xy} - \frac{A}{a^2} K_{,y} \Delta^4 W_{,xy} (w - W_g)_{,x} \quad (8)
 \end{aligned}$$

Умножим уравнение (7) на $\frac{ah^1}{Eh}$, а уравнение (8) на $a h^2$ и после некоторых преобразований получим дифференциальные уравнения динамической устойчивости пологих оболочек при продольно-поперечном нагружении в безразмерных параметрах.

$$\begin{aligned}
 & 12(1-\nu^2) \Delta^4 W_{,xy} = W_{,xx} (\Phi_{,yy} - \frac{P}{x}) + W_{,yy} (\Phi_{,xx} - \frac{P}{y}) - 2W_{,xy} (\Phi_{,xy} - \frac{P_{xy}}{y}) + \\
 & + K \Delta^2 (\Phi_{,yy} - \frac{P}{x}) + - \Delta^2 (\Phi_{,xx} - \frac{P}{y}) + q_{it} W_{,xy} - CW_{,xy} \quad (9)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \Delta^4 \Phi = \mathcal{K}_a \frac{W_{,n}}{0,xx} - \frac{W^2}{0,xy} + \frac{W^2}{Y_{xy} W_{,xx}} - \frac{W}{,yy} - K \frac{A^2 (W - W_0)}{,yy} - \\
 & \frac{y}{a^2} (f V - f V_n) \Delta^4 W_{,xx} \quad (10)
 \end{aligned}$$

Граничные условия для функции прогибов задаются в виде линейных однородных зависимостей и считаются неизменными во времени.

Начальные условия задачи при t=0, будут

$$w = w_0, \quad w_{,t} = 0 \quad (11)$$

Для решения уравнений (9) и (10) применим метод конечных разностей. С этой целью построим трехмерную сеточную область с шагами Δt по времени и ΔS по пространственным координатам. На рис. 1а, приведена Трехмерная сеточная область в пространственных координатах. Указаны принятые обозначения узлов сетки (рис1,б).

Запишем уравнения (10) и (11) в конечных разностях. С этой целью представим производные по пространственным координатам для узла i в виде:

$$\begin{aligned}
 W_{,xxi} &= \frac{1}{2\Delta x^2} (V_1 - 2V_2 + V_3 + fK), & f_{,yyi} &= \frac{1}{2\Delta y^2} (V_4 - 2V_5 + V_6), \\
 \dot{V}_{,vni} &= \frac{-1}{4\Delta t^2} (IV_5 - W_6 + IV_7 - W_8) \\
 IV_{,xxxxi} &= \frac{1}{\Delta x^4} (9W_1 - 4W_2 + 6W_3 - 4W_4 + W_5), \\
 W_{,xyxyi} &= \frac{1}{\Delta x^2 \Delta y^2} (W_3 + W_6 + W_7 + W_8 - IV_1 + IV_2 + W_3 + W_4) + 4PF_{z-r}^{j < 12} \\
 IV_{,yyyyi} &= \frac{1}{4\Delta y^4} (IV_1 - 2W_2 + 6W_3 - 4W_4 + IV_5).
 \end{aligned}$$

Производные по времени представим в виде:

$$\begin{aligned}
 \dot{W}_i &= \frac{W_i - W_{i-1}}{\Delta t} \\
 \ddot{W}_m &= \frac{W_m - 2W_{m-1} + W_{m-2}}{\Delta t^2}
 \end{aligned} \tag{13}$$

Подставляя (12) и (13) в уравнения (9) и (10) получим следующие уравнения в конечных разностях

$$\begin{aligned}
 &12(1 - \theta) \frac{1}{\Delta x^2} (W_{i+1}^m - 2W_i^m + W_{i-1}^m) - A \frac{1}{\Delta x^2} (U_{i+1}^m - U_{i-1}^m) + 2 \frac{1}{\Delta y^2} (W_{i,j+1}^m - W_{i,j-1}^m) \\
 &+ \frac{1}{\Delta t^2} (W_i^m - 2W_{i-1}^m + W_{i-2}^m) - \frac{1}{\Delta t} (W_{i-1}^m - W_{i-2}^m) + \dots
 \end{aligned}$$

Трехмерная сеточная область

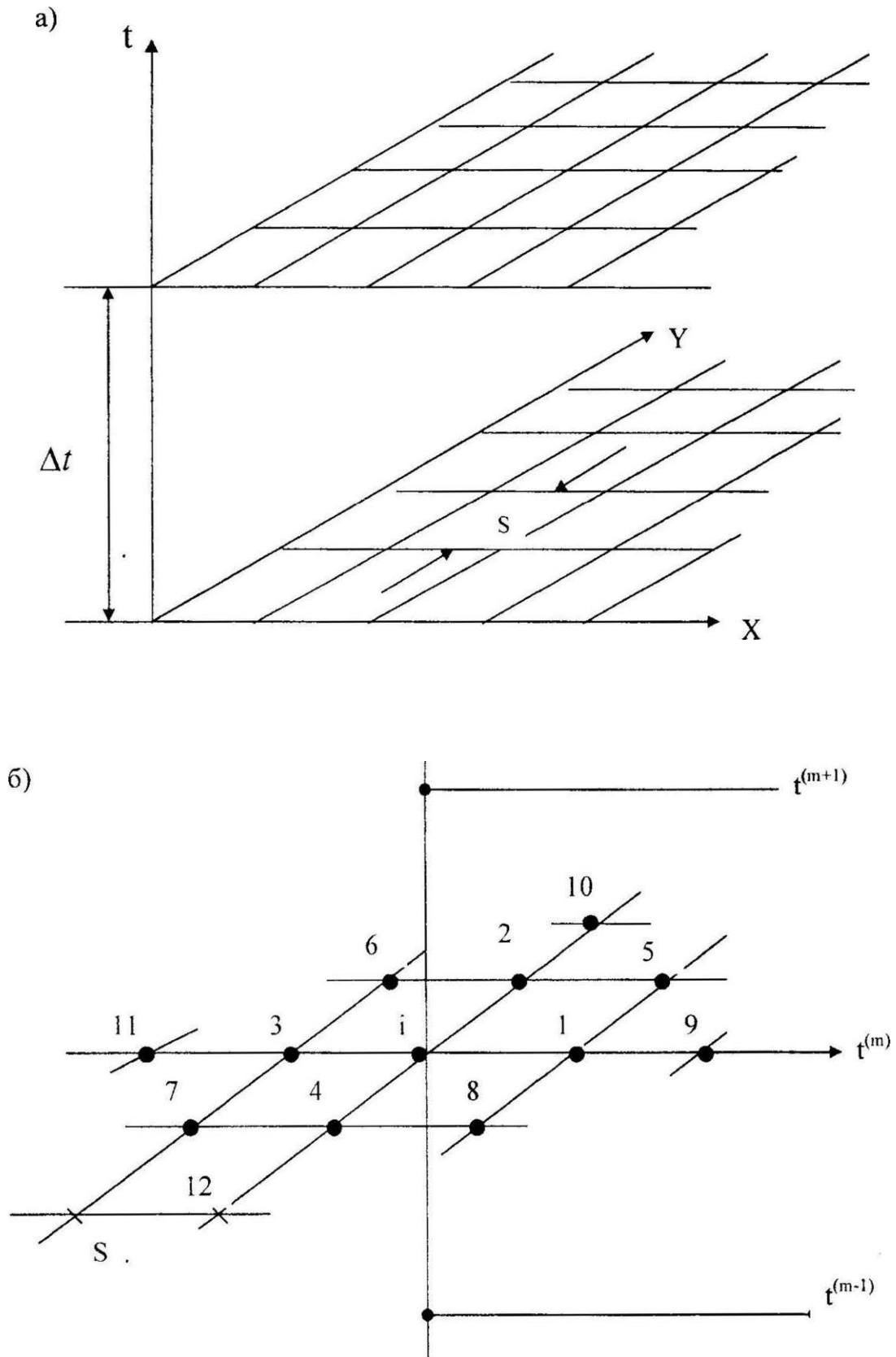


Рис. 1

c/

$$\begin{aligned}
 \text{я}_0 = I_{\text{кoi}} - & \quad -2\%, - + \wedge 04 > 4 \wedge 05 \sim \wedge 06 + \wedge 07 \text{ " } \wedge 08 > + \\
 & /C 5- \\
 + K / S \cdot (IV_{02} - 2Ж_0 + W_{04} + - j - (IV_{01} - 2w_{00} + Ж_0)) / & \\
 \text{' ' 1 6 } \wedge \wedge 7 8 \quad I \sim / 3 &
 \end{aligned}$$

Умножим уравнение (14) на д/

$$\begin{aligned}
 +0.5CД,) = e m^m l - I \wedge O - O X A_l,)_i \wedge \wedge dep. & \\
 'm] \text{---} f/w_k \quad , \quad \frac{72_v}{2 \text{ л}^*} \quad \text{ж!}' & \\
 \text{от} & \\
 -d(p \sim 3^{+CF} 7 \quad dtp \cdot 4 - \frac{xy}{g} + (0g \quad O & \\
 \cdot H & \\
 u p - \text{' + } W w w t f \text{' + } W \gg \frac{AV}{s 2} cr_X^y K_X \Pi^2 + & \quad (17) \\
 +C^{wj} V \quad ?, w & \\
 > 7 &
 \end{aligned}$$

Введем дополнительные обозначения

$$a_1 = (1 + 0.5CAO),$$

$$a_2 = (1 - 0.5CДr),$$

$$d \sum p \Pi] \quad (18)$$

$$\begin{aligned}
 & \left. \begin{aligned} & dtp, + < m^{TM} \end{aligned} \right], & & \frac{W}{8} \\
 & -dtp^* \wedge + \frac{m}{8} & & \text{"<Pl} \sim \frac{xy}{8} \\
 & & & o_x K \frac{L^a}{x} + cx \frac{a}{y} \frac{1}{L^2}
 \end{aligned}$$

С учетом принятых обозначений и произведя ряд преобразований окончательно получим уравнения динамической устойчивости гибких пологих оболочек в конечных разностях.

$$\begin{aligned}
 \varphi, I'' > I', & = 2W \text{ III } - a_n w | < m- | \quad \frac{d\Gamma}{SK} \quad \{m + \quad (\quad \wedge \quad (I \quad + \quad (\quad \wedge \quad + \\
 m & \quad m \quad m | \quad m \quad m'' \quad \text{ffn} \} & & (19) \\
 (m) & \text{ „1/и1}_{q1} \quad \frac{At^2}{6 n^2} \quad 2_{4,1} \quad ,
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Phi M = i . \{ & \quad + \quad + \Phi \wedge \} - \quad + \Phi \wedge + \Phi \wedge + \\
 + \phi \Pi & - < p L \Phi^{(2)} + \Phi^{(m)} - p, (\Phi \wedge + \Phi \Gamma^{m1}) + \Pi - S^2 [k \quad \text{Я}^2 \cdot \quad - \\
 - m j^{m1} & + \text{и} \rangle') + \frac{2^*}{\text{Я}''} \quad (- 2 \text{и} \rangle' + \quad + s \quad \text{Я}_0
 \end{aligned} \quad (20)$$

При решении уравнений (19) и (20) значения функций напряжений на контуре предварительно определялись на основе рамной аналогии [1,2]. Значение функции напряжений во внутренних узлах оболочек и пластин находились из решения уравнения (20), а функций прогибов из уравнения (19). Системы уравнений в конечных разностях решались в матричной форме в отличие от ме-

тодики, примененной в работе [1], где функции напряжений и прогибов находятся итерационными методами. С этой целью была разработана программа на ЭВМ на языке Turbo Pascal. Решение систем уравнений в матричной форме позволило более точно и быстро найти значения функции прогибов и напряжений. Особенно это сказывается для гибких оболочек и пластин

при прогибах более 3-х толщин объекта. Интенсивность нагрузки на контуре менялась во времени по заданному закону. Сходимость метода конечных разностей применительно к задачам динамической устойчивости оболочек и пластин исследована в работе [1]

Ряд результатов сравнивался со

значениями, полученными в работах [3] при однородном поле напряжений и [4], где для решения динамической устойчивости пластин применен интегродискретный метод для случая локального приложения нагрузки. Во всех случаях наблюдается хорошее совпадение результатов расчета.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ельмуратов С.К. Численная методика исследования динамической устойчивости оболочек и пластин. Сб. «Строительная механика»; Караганда, КарПТИ, 1991 г;

2. Варвак П.М., Рябов А.Ф. Справочник по теории упругости. Будивельник, Киев, 1971 г;

3. Вольмир А.С. Нелинейная

динамика пластин и оболочек. Москва: Наука, 1972;

4. Боженков А.Ш., Ельмуратов С.К. Развитие интегро-дискретного метода исследования динамической устойчивости пластин для случаев действия локальных нагрузок. В сб. «Оболочки и пластины», Караганда: КарПТИ, 1987г.

ИНФОРМАЦИЯ

НАШИ АВТОРЫ

1. Акимбекова Карлыгаш Женисовна - канд. хим. наук, доцент кафедры химии ПГУ им. С.Торайгырова.

2. Алпысов Акан Канапиянович - ст. преподаватель кафедры математики и информатики ПГУ им. С.Торайгырова.

3. Богдан Александр Владимирович - д-р тех. наук, профессор Кубанского государственного аграрного университета.

4. Волгина Ольга Семеновна - ст. преподаватель кафедры электроснабжения промышленных предприятий ПГУ им. С.Торайгырова.

5. Дроботун Борис Николаевич - канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры математики и информатики ПГУ им. С. Торайгырова.

6. Дюсеханова Асель Темирболатовна - магистрант кафедры химии ПГУ им. С.Торайгырова.

7. Ельмуратов Сембай Кайкеинович - канд. тех. наук, доцент, заведующий кафедрой промышленного и гражданского строительства ПГУ им. С. Торайгырова.

8. Ельмуратова Анна Федоровна - канд. тех. наук, доцент кафедры механики твердого тела, начальник управления НиМС ПГУ им. С. Торайгырова.

9. Жармагамбетова Алима

Кайнекеевна - д-р хим. наук, Институт органического катализа и электрохимии им. Д.В.Сокольского, г.Алматы.

10. Жуков Максим Владимирович - магистрант кафедры автоматизации технологических процессов и электропривода ПГУ им. С.Торайгырова.

11. Зайцева Наталья Михайловна - канд. тех. наук, доцент кафедры компьютерных систем ПГУ им. С. Торайгырова.

12. Ильясов Муратхан Нурмагамбетович - канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры высшей математики ПГУ им. С.Торайгырова.

13. Кислов Александр Петрович - канд. тех. наук, доцент, директор Института энергетики и автоматизации ПГУ им. С.Торайгырова.

14. Ковтунец Виктор Алексеевич - канд. хим. наук, доцент ПГУ им. С.Торайгырова.

15. Куликов Дмитрий Сергеевич - магистрант кафедры автоматизации технологических процессов и электропривода ПГУ им. С.Торайгырова.

16. Кургузов Николай Николаевич - канд. тех. наук, доцент, заместитель директора Института энергетики и автоматизации ПГУ

им. С.Торайгырова.

17. Кургузов Николай Николаевич - канд. тех. наук, доцент, заместитель директора Института энергетике и автоматизации ПГУ им. С.Торайгырова.

18. Кургузова Людмила Ивановна - ст. преподаватель кафедры электрических станций и автоматизации энергосистем ПГУ им. С.Торайгырова.

19. Кургузова Марина Николаевна - студентка ПГУ им. С.Торайгырова.

20. Кургузова Светлана Николаевна - ТОО "Теплоцентр - Юг", инженер по договорам.

21. Латышева Ольга Владимировна - магистрант ПГУ, РГП «Центр по недвижимости Комитета регистрационной службы Министерства юстиции РК по Павлодарской области», главный специалист отдела программного обеспечения и компьютерной техники.

22. Марат Крыкбаевич Кудерин - канд. тех. наук, директор ИС-ТиМ ПГУ им. С. Торайгырова.

23. Мишина Евгении Васильевна - директор департамента организации и управления учебного процесса ПГУ им. С.Торайгырова.

24. Муканов Гафур Муканович - канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры математики и информатики ПГУ им. С.Торайгырова.

25. Муканова Роза Жумкенов-

на - канд. хим. наук, доцент кафедры химии ПГУ им. С.Торайгырова.

26. Мустафина Гульжаухар Мухаметжаровна - преподаватель кафедры автоматизации технологических процессов и электропривода ПГУ им. С.Торайгырова.

27. Мустафина Раиса Мухаметжаровна - доцент, канд. тех. наук, доцент кафедры автоматизации технологических процессов и электропривода ПГУ им. С.Торайгырова.

28. Потапенко Олег Григорьевич - канд. тех. наук, доцент, заведующий кафедрой компьютерных систем ПГУ им. С.Торайгырова.

29. Рындин Владимир Витальевич - канд. тех. наук, доцент кафедры транспортного машиностроения (цикл «Двигатели внутреннего сгорания») ПГУ им. С.Торайгырова.

30. Сапаров Куат Табулдинович - ст. преподаватель кафедры экологии, природопользования и географии.

31. Сеитова Римма Кабылтаевна - магистрант кафедры химии ПГУ им. С.Торайгырова.

32. Сулейменов Токтарбай - канд. хим. наук, доцент КарФУ им. Д.А.Кунаева.

33. Ткаченко Владимир Васильевич - аспирант кафедры электроснабжения промышленных предприятий ПГУ им. С.Торайгырова.

34. Толымбеков Манат Жаксыбергенович - канд. тех. наук, доцент.

директор ДГП «Химико-металлургическим институт им. Ж. Абишева» РГП «НЦ КРМС РК».

35. Утегулов Арман Болатбекович - аспирант кафедры электроснабжения промышленных предприятий ПГУ им. С.Торайгырова.

36. Утегулов Болатбек Бахитжанович - заведующий кафедрой электроснабжения промышленных предприятий ПГУ им. С.Торайгырова.

37. Утегулова Дана Болатбековна - аспирант кафедры электроснабжения промышленных предприятий ПГУ им. С.Торайгырова.

38. Хацевская Татьяна Владимировна - аспирант кафедры автоматизации технологических процессов и электропривода ПГУ им. С.Торайгырова.

39. Хацевский Владимир Фи-

латович - канд. тех. наук, профессор, заведующий кафедрой автоматизации технологических процессов и электропривода ПГУ им. С.Торайгырова.

40. Хацевский Константин Владимирович - канд. тех. наук, доцент кафедры автоматизации технологических процессов и электропривода ПГУ им. С.Торайгырова.

41. Чердниченко Владимир Семенович - д-р тех. наук, профессор, заведующий кафедрой автоматизированных электротехнологических установок Новосибирского государственного технического университета.

42. Шоманова Жанна Кайрулиновна - канд. хим. наук, доцент, заведующий кафедрой химии ПГУ им. С.Торайгырова.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

1. В журнал принимаются рукописи статей по всем направлениям естественных и технических наук 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 C97, 2000) для Windows" (кегель - 12 пунктов, гарнитура-Times New Roman/KZ Times New Roman).

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 универ-

сальной 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;

- 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 (например, № 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: дисс. 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 предоставляют отдельно и в общий текст статьи не включают. На обратной стороне каждого рисунка 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 «Рис1», «Рис2», «Рис3» 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,

«Научный издательский центр ПГУ».

Тел. (3182) 45-11-23, 45-11-43,
факс: (3182) 45-11-23.

E-mail: publish@psu.kz

Сдано в набор 15.11.2002 г. Подписано в печать 13.12.2002 г.
Формат 297х420/2. Бумага книжножурнальная
Объем 12,5 уч-изд л. Тираж 300 экз
Заказ №. П-7.

Научный издательский центр
Павлодарского государственного университета
им. С. Торайгырова
637034, г. Павлодар ул. Ломова 64.