

П-168/2

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ИЗВЕСТИЯ
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ
АКАДЕМИИ НАУК
СССР

6

НОВОСИБИРСК

1962

СОДЕРЖАНИЕ

ЭКОНОМИКА

- Е. М. Левицкий. Продолжительность жизни населения Сибири и Дальнего Востока 3
 В. И. Болгов. Вне рабочее время как показатель уровня жизни трудящихся 10

ТЕХНИКА

- Р. С. Зайнуллина, В. М. Чебан. К расчету динамической устойчивости системы с инвертором 17
 Р. Г. Карымов. К исследованию самораскачивания синхронных генераторов при работе их через длинную линию электропередачи 28
 Д. М. Лисин, Пак Гым-Сун. Влияние брикетного уплотнения углей на процесс их термической деструкции 35
 П. И. Бобиков, Л. М. Гиндин. Промышленное разделение металлов в колоннах методом обменной экстракции 46

ХИМИЯ

- А. А. Опаловский, З. М. Кузнецова. Физико-химическое исследование взаимодействия пятиоксида йода с фторидами натрия и калия 54
 Ю. Б. Клетеник. Экстракция трехвалентного железа растворами изоамилофосфорных кислот 59
 И. В. Бутина, В. Г. Плюснин, Н. А. Мухоморова. Анализ фталевых кислот методом водной экстракции 68

- К. П. Горшенин, Р. В. Ковалев. Исследование процессов в Сибири и на Дальнем Востоке 8
 Ф. Х. Шакиров. Комплексное использование ресурсов на современном этапе 33
 Л. К. Поздняков. О пространственной организации при изучении лесных ресурсов 33

КРА

- А. Я. Власов, Б. А. Александров. Коэффициенты диффузии и коэффициенты температурной зависимости в неравновесных системах 99
 А. В. Николаев, С. А. Александров. Температурная зависимость скорости химических реакций в жидких растворах 102
 Н. В. Котельников, Н. В. Александров. Температурная зависимость скорости химических реакций в жидких растворах 105
 А. Г. Александрова. Температурная зависимость скорости химических реакций в жидких растворах 108
 Р. Г. Карагедов. Цена энергии 111
 А. П. Шведов. Первая космическая скорость 115
 В. Ф. Борзунов. Научные исследования в Сибири 117

ИЗВЕСТИЯ
 СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ
 АКАДЕМИИ НАУК
 СССР

6

О П Е Ч А Т К И

Страница	Строка	Напечатано	Должно быть
39	В подписи к рис. 2	$2 - C_n H_{2n+2}$	$2 - C_n H_{2n+2} + N_2$
89	19 снизу	эрозийники	эрозийники
101	14 снизу	af	af

Известия СО АН СССР, № 6.

ИЗДАТЕЛЬСТВО
 СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ
 АКАДЕМИИ НАУК СССР
 1962

Е. М. ЛЕВИЦКИЙ

ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ СИБИРИ
И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

Социалистическое государство постоянно заботится об улучшении здоровья и увеличении продолжительности жизни населения. В Программе Коммунистической партии Советского Союза сказано: «Осуществится широкая программа, направленная на предупреждение и решительное сокращение болезней, ликвидацию массовых инфекционных заболеваний, на дальнейшее увеличение продолжительности жизни» [1].

Непрерывный рост средней продолжительности жизни населения социалистических стран непосредственно обусловлен действием основного экономического закона социализма.

Как известно, продолжительность жизни в дореволюционной России (Европейская часть) составляла 32 года, а в СССР в 1958—1959 гг. — 69 лет [2]. Такой быстрый рост продолжительности жизни населения характерен не только для страны в целом, но и для самых отдаленных и когда-то очень отсталых ее районов, например Сибири и Дальнего Востока.

На основе материалов Всесоюзной переписи населения от 15 января 1959 г. нами были построены таблицы продолжительности жизни* населения этих районов, что дало возможность сравнить современный уровень продолжительности жизни с уровнем 1926—1927 гг. (табл. 1).

Таблица 1

Средняя продолжительность предстоящей жизни в годах

Район	Все население		Городское население		Сельское население	
	мужчины	женщины	мужчины	женщины	мужчины	женщины
Сибирский край* 1926—1927 гг.	39,2	43,2	34,9	40,6	39,9	43,6
Западная Сибирь 1958—1959 гг.	62,6	71,5	62,7	71,4	62,5	71,5
Восточная Сибирь 1958—1959 гг.	61,7	69,8	60,8	69,4	62,4	70,1
Дальний Восток 1958—1959 гг.	61,7	71,1	61,7	71,2	61,7	70,7

* По классификации районов 1926 г. в Сибирский край включались округа Западной и Восточной Сибири без Бурятской АССР и Якутской АССР, которые были выделены отдельно.

* Ввиду того, что итоговым показателем этих таблиц является средняя продолжительность жизни населения, а также учитывая наблюдающуюся в последние десятилетия тенденцию сужения смертности и увеличения продолжительности жизни населения, мы считаем целесообразным называть эти таблицы не таблицами смертности, как их обычно называют, а таблицами продолжительности жизни населения.

п 32403
ЦЕНТРАЛЬНАЯ НАУЧНАЯ
БИБЛИОТЕКА
АКАДЕМИИ НАУК СССР

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Д-р хим. наук В. Т. Быков, член-корр. Т. Ф. Горбачев (зам. главного редактора), д-р с.-х. наук В. Б. Енкен, д-р физ.-мат. наук Л. В. Киренский, д-р техн. наук К. И. Коржавин, проф. В. А. Кротов, д-р биол. наук Г. В. Крылов, член-корр. А. В. Николаев, член-корр. И. И. Новиков, член-корр. Г. А. Пруденский, акад. С. Л. Соболев (главный редактор), д-р биол. наук К. А. Соболевская.

Адрес редакции: г. Новосибирск, ул. Советская, 20, комн. 401.

За 32 года, прошедшие с момента переписи 1926 г. до 1958, средняя продолжительность жизни населения Сибири и Дальнего Востока увеличилась примерно в 1,6 раза и сейчас уже приближается к общесоюзному уровню (табл. 2). Разрыв между уровнями средней продолжительности жизни женщин и мужчин по СССР составляет 8 лет, в Западной и Восточной Сибири — 8 лет, а на Дальнем Востоке — 9 лет. Следует отметить, что в настоящее время разрыв между уровнями средней продолжительности жизни женщин и мужчин увеличился примерно в 2 раза по сравнению с 1926 г. Значительное увеличение этого разрыва обусловлено, вероятно, социально-экономическими причинами. Установление этих причин должно помочь в осуществлении мероприятий, направленных на приближение уровня средней продолжительности жизни мужчин к уровню средней продолжительности жизни женщин.

Таблица 2

Средняя продолжительность предстоящей жизни в годах
(1958—1959 гг.)

Население	СССР	Западная Сибирь	Восточная Сибирь	Дальний Восток
Мужчины	64	63	62	62
Женщины	72	71	70	71

Обращает на себя внимание еще следующая особенность. Население Западной Сибири имеет более высокий уровень продолжительности жизни в нулевом возрасте по сравнению с населением Дальнего Востока, а население последнего — более высокий уровень по сравнению с населением Восточной Сибири.

Весьма интересно изменение соотношения между уровнями продолжительности жизни городского и сельского населения. Если в 1926—1927 гг. продолжительность жизни сельского населения Сибирского края намного превосходила продолжительность жизни городского населения и разрыв составлял 4—5 лет, то в 1958—1959 гг. городское и сельское население Западной Сибири и Дальнего Востока имело одинаковый уровень продолжительности жизни. Только в Восточной Сибири продолжительность жизни сельского населения примерно на 1 год больше продолжительности жизни городского населения.

Наряду с общим повышением уровня продолжительности жизни населения Сибири и Дальнего Востока в значениях этой величины для отдельных АССР, краев и областей наблюдаются существенные колебания. Эти колебания определяются, по-видимому, различиями в условиях жизни, к числу которых относятся и природно-климатические особенности отдельных областей. В этом отношении территория Сибири и Дальнего Востока может быть разделена на две зоны: северную и южную.

Например, мужское население северной зоны Восточной Сибири и Дальнего Востока, к которой относятся Якутская АССР, Камчатская и Магаданская области, имеет продолжительность жизни на 3—4 года меньшую, чем мужское население южной зоны. Для женского населения эта разность составляет 2—4 года.

Рассмотрим распределение величины средней продолжительности жизни по возрасту (табл. 3). В конце XIX в. в России максимальная величина средней продолжительности жизни приходилась на возраст 5 лет. Сейчас в результате значительного снижения детской смертности этот максимум для населения Сибири и Дальнего Востока наблюдается в возрасте 1 года. Затем величина средней продолжительности предстоя-

щей жизни убывает, причем скорость убывания уменьшается с течением возраста. Если начиная с 5-летнего возраста (с интервалом в 5 лет) разность между двумя соседними значениями средней продолжительности предстоящей жизни равна 5 годам, то, пройдя последовательно значения 4, 3, 2 года, эта разность для старших возрастов равна 1 году и даже менее (см. табл. 3).

Таблица 3

Средняя продолжительность предстоящей жизни
(1958—1959)

Возраст	Западная Сибирь	Восточная Сибирь	Дальний Восток	Западная Сибирь	Восточная Сибирь	Дальний Восток
	мужчины			женщины		
0	62,62	61,67	61,74	71,53	69,80	71,05
1	64,70	63,71	63,71	73,45	71,64	72,49
2	64,19	63,19	62,70	72,97	71,15	71,79
3	63,38	62,41	61,84	72,18	70,36	70,92
4	62,52	61,56	60,95	71,32	69,51	70,02
5	61,65	60,70	60,05	70,44	68,64	69,11
10	57,07	56,16	55,44	65,82	63,97	64,42
15	52,40	51,50	50,74	61,07	59,25	59,63
20	47,85	46,96	46,30	56,38	54,61	54,91
25	43,53	42,74	42,11	51,79	50,07	50,25
30	39,27	38,58	37,93	47,22	45,56	45,60
35	35,04	34,43	33,76	42,64	41,05	40,97
40	30,92	30,36	29,67	38,14	36,63	36,42
45	26,95	26,45	25,72	33,76	32,34	31,98
50	23,14	22,71	21,91	29,46	28,15	27,62
55	19,59	19,26	18,37	25,26	24,10	23,39
60	16,45	16,21	15,25	21,27	20,26	19,39
65	13,65	13,62	12,50	17,52	16,68	15,67
70	11,14	11,09	10,09	14,07	13,46	12,44
75	9,01	9,00	8,07	11,13	10,68	9,77
80	7,19	7,27	6,45	8,67	8,41	7,64
85	5,71	5,97	5,29	6,79	6,74	6,25
90	4,55	4,98	4,32	5,26	5,43	5,37
95	3,59	4,10	3,56	4,04	4,35	4,58
100	2,80	3,38	2,94	3,06	3,47	3,88

Отмеченное выше соотношение между уровнями средней продолжительности жизни в нулевом возрасте населения Восточной Сибири и Дальнего Востока не сохраняется для всех последующих возрастов. В мужском населении Восточной Сибири, начиная с 1 года, средняя продолжительность предстоящей жизни во всех возрастах выше уровня, наблюдающегося на Дальнем Востоке. В женском населении в возрасте от 1 до 31 года, как и в нулевом возрасте, средняя продолжительность предстоящей жизни на Дальнем Востоке выше, чем в Восточной Сибири. Однако, начиная с 32 и до 95 лет имеет место обратное соотношение. В Западной Сибири величина средней продолжительности жизни во всех возрастах (кроме самых старших) выше, чем в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке.

Разница между средней продолжительностью предстоящей жизни женщин и мужчин, хотя и уменьшается с увеличением возраста, представляет значительную величину (табл. 4). Примерно до 40 лет эта разность не меньше разности в нулевом возрасте. После 40 лет разность между средней продолжительностью предстоящей жизни женщин и мужчин начинает сначала медленно, а затем быстрее убывать. При этом разность между уровнями средней продолжительности предстоящей

жизни женщин и мужчин в первой половине возрастного интервала 0—100 лет больше для населения Дальнего Востока, а во второй — для населения Западной Сибири.

Таблица 4

Разница между средней продолжительностью предстоящей жизни женщин и мужчин в годах (1958—1959 г.)

Возраст	Западная Сибирь	Восточная Сибирь	Дальний Восток	Возраст	Западная Сибирь	Восточная Сибирь	Дальний Восток
0	8	8	9	45	7	6	6
1	8	8	9	50	6	5	6
2	9	8	9	55	5	5	5
3	9	8	9	60	5	4	4
4	9	8	9	65	4	3	3
5	8	8	9	70	3	2	2
10	9	8	9	75	2	2	2
15	9	8	9	80	2	1	1
20	8	8	9	85	1	0,77	1
25	9	7	8	90	0,71	0,45	1
30	8	7	8	95	0,45	0,25	1
35	8	7	7	100	0,26	0,09	1
40	7	6	6				

Наряду с величиной средней продолжительности жизни в некотором возрасте интересно знать также, как распределяется продолжительность предстоящей жизни новорожденного внутри определенных интервалов

Таблица 5

Средняя продолжительность жизни новорожденного в рабочих и полуробочих возрастах

Районы	Возраст			Всего	Процент продолжит. трудовой жизни к продолжит. жизни новорожденных
	15—19	20—59	60—69		
<i>Мужчины</i>					
Западная Сибирь	3,7	32,5	5,2	36,9	59,0
Восточная Сибирь	3,7	32,1	5,0	36,4	59,0
Дальний Восток	3,7	32,4	5,0	36,8	59,0
<i>Женщины</i>					
Западная Сибирь	3,7	34,7	6,8	40,0	56,0
Восточная Сибирь	3,7	34,4	6,5	39,5	56,6
Дальний Восток	3,8	35,3	6,8	40,6	57,2

возраста, например в полуробочих возрастах 15—19 и 60—69 лет и в наиболее трудоспособных — 20—59 лет (табл. 5). Как известно, вычисление этих величин производится по формуле [3]

$$e_{(n,t)}^0 = \frac{l_n e_n^0 - l_t e_t^0}{l_0}$$

где $e_{(n,t)}^0$ — средняя продолжительность жизни в интервале от n до t лет;

l_0 — число новорожденных;

l_n и l_t — число доживающих по таблице продолжительности жизни до возраста n и t ;

e_n^0 и e_t^0 — средняя продолжительность жизни в возрасте n и t .

При вычислении общей продолжительности трудовой жизни один год жизни в рабочем возрасте принимается за полгода жизни в полуробочем.

Сравнение с данными переписи 1897 г. показывает, что продолжительность трудовой жизни в нашей стране, и в частности в районах

Сибири и Дальнего Востока, увеличилась за 60 лет в два раза. Величина $e_{(n,t)}^0$ для женского населения больше, чем для мужского, особенно в рабочих возрастах, однако процент продолжительности предстоящей трудовой жизни к общей продолжительности жизни новорожденного у мужчин больше, чем у женщин. Что касается различий в значениях $e_{(n,t)}^0$ между отдельными районами, а также между городским и сельским населением, то они незначительны.

В связи с вопросом о продолжительности жизни интересно сравнить количество долгожителей в Сибири и на Дальнем Востоке с другими районами страны.

Советский Союз занимает первое место в мире по числу людей в возрасте 100 лет и старше. По данным ЦСУ СССР [4], на момент переписи 1959 г. на 100 тыс. жителей в нашей стране приходится 10 человек в возрасте 100 лет и старше, тогда как в США — 1,5 (1950 г.), в Англии — 0,6 (1951 г.), во Франции — 0,7 (1946 г.), в Японии — 0,1 (1950 г.).

В СССР, в том числе и в Сибири, имеются районы, где число долгожителей значительно превышает средний уровень. Такими районами являются в Западной Сибири — Алтайский край (20 человек на 100 тыс. жителей), в Восточной Сибири — Якутская АССР (32 человека). При этом число долгожителей в Сибири превышает средний уровень по Союзу и РСФСР. Что касается Дальнего Востока, то число долгожителей там ниже среднего уровня по стране, однако значительно выше уровня названных капиталистических стран.

Следует заметить, что среднее число долгожителей в Западной Сибири не только в целом, но и по каждой области выше среднего уровня по РСФСР и СССР, в Восточной Сибири средний уровень долгожителей высок в основном за счет Якутской АССР и Красноярского края, в то время как по остальным областям Восточной Сибири число долгожителей, приходящихся на 100 тыс. населения, меньше среднего уровня по РСФСР (табл. 6).

Таблица 6

Численность населения в возрасте 100 лет и старше на 100 тыс. жителей

Районы	Все население	Городское	Сельское	Мужчины	Женщины
СССР	10	4	16	6	14
РСФСР	8		нет сведений		
Западная Сибирь	14	6	23	8	20
Тюменская обл.	16	3	21	11	20
Омская обл.	12	5	17	7	16
Томская обл.	12	3	20	7	17
Новосибирская обл.	13	5	23	7	17
Кемеровская обл.	12	7	28	8	15
Алтайский край	20	7	27	9	29
Восточная Сибирь	10	3	16	6	13
Красноярский край	12	4	19	6	17
Тувинская АССР	7	8	7	7	7
Иркутская обл.	6	3	11	4	8
Бурятская АССР	5	4	6	3	7
Читинская обл.	3	3	4	1	5
Якутская АССР	32	4	60	32	33
Дальний Восток	3	2	5	1	4
Хабаровский край	4	2	8	2	5
Магаданская обл.	2	2	5	1	3
Амурская обл.	4	3	5	1	6
Камчатская обл.	0,5	0,7	0	0	1
Приморский край	3	2	6	1	5
Сахалинская обл.	0,9	0,8	1	0	2

Сравнение с данными переписи по другим районам страны показывает, что в Восточной Сибири больше долгожителей (на 100 тыс. населения), чем в Киргизской, Таджикской, Молдавской, Туркменской, Латвийской, Украинской и Эстонской союзных республиках, а в Западной Сибири, кроме того, больше, чем в Белорусской, Казахской и Узбекской союзных республиках.

Как и в целом по Союзу, подавляющее большинство долгожителей Сибири и Дальнего Востока проживает в сельских местностях. Исключения составляют Тувинская АССР и в меньшей степени Бурятская АССР, Читинская и Сахалинская области.

В распределении долгожителей по полу также наблюдается большая неравномерность. Значительное большинство их — женщины. Только в Тувинской и Якутской АССР среди долгожителей (на 100 тыс. населения) одинаковое число мужчин и женщин.

В заключение, помимо средней продолжительности предстоящей жизни, рассмотрим так называемую модальную продолжительность жизни населения рассматриваемых нами районов [5]. Эта величина определяется с помощью таблиц продолжительности жизни как возраст, на который в конце жизни человека падает наибольшее количество смертных случаев (табл. 7).

Таблица 7

Районы	Мужчины			Женщины		
	все население	городское	сельское	все население	городское	сельское
Западная Сибирь	74	73	75	83	81	84
Восточная Сибирь	74	73	75	81	80	83
Дальний Восток	73	72	74	80	80	81

Величина модальной продолжительности жизни, как и средняя продолжительность предстоящей жизни, значительно больше для женщин, чем для мужчин. Сельское население превосходит городское по величине модальной продолжительности жизни, в то время как в величине средней продолжительности предстоящей жизни это преимущество почти не проявлялось.

Интересно отметить, что по сравнению с уровнем 1896—1897 гг. модальная продолжительность жизни увеличилась для мужчин на 5—6 лет, а для женщин — на 12—15 лет (в царской России эта величина составляла соответственно 69 и 68 лет) (табл. 8).

Таблица 8

Продолжительность жизни	Россия 1896—1897 гг.		1958—1959 гг.					
			Западная Сибирь		Восточная Сибирь		Дальний Восток	
	муж.	жен.	муж.	жен.	муж.	жен.	муж.	жен.
Модальная	69	68	74	83	74	81	73	80
Средняя	31	33	63	72	62	70	62	71
Отношение средней продолжит. к модальной продолжит. жизни, %	45	49	85	87	84	86	85	89

Еще более важным является изменение в соотношении между величинами средней и модальной продолжительности жизни.

Если в 1896—1897 гг. средняя продолжительность предстоящей жизни составляла только 47% модальной продолжительности жизни, то в 1958—1959 гг. в условиях нового социалистического строя этот уровень для населения Сибири и Дальнего Востока повысился до 85—87%.

Достигнутый в настоящее время уровень средней продолжительности жизни является хорошим индикатором всесторонне возросшего благосостояния советского народа.

Чтобы не ограничиваться констатацией этого факта, следовало бы в качестве следующего шага сделать предположение об улучшении показателей режима воспроизводства (повозрастной смертности и рождаемости), которое произойдет в процессе развернутого строительства коммунизма.

Значительное увеличение не только средней продолжительности жизни, но и продолжительности трудовой жизни населения наряду с улучшением других демографических показателей указывает на то, что социалистический закон народонаселения обеспечивает в районах Сибири и Дальнего Востока благоприятные условия для развития основной производительной силы общества.

Институт экономики и организации
промышленного производства
Сибирского отделения АН СССР,
Новосибирск

Поступила в редакцию
12/XII 1961

ЛИТЕРАТУРА

1. Программа Коммунистической партии Советского Союза. Госполитиздат, 1961, стр. 96.
2. Народное хозяйство СССР в 1960 году. Статистический ежегодник. Госстатиздат ЦСУ СССР, М., 1961, стр. 62.
3. М. В. Птуха, Очерки по статистике населения. Госстатиздат ЦСУ СССР, М., 1960, стр. 215.
4. Вестник статистики, № 4, 1961.
5. B. C. U r l a n i s, Increase of life span in the USSR. Reports made by soviet scientists to the 32 d session of the International statistical Institute, №5, М., 1960.

В. И. БОЛГОВ

ВНЕРАБОЧЕЕ ВРЕМЯ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ ЖИЗНИ ТРУДЯЩИХСЯ*

При социализме непрерывный рост и совершенствование производства направлены на достижение наиболее полного удовлетворения постоянно растущих материальных и духовных потребностей всех членов общества. Новым подтверждением этому является Программа Коммунистической партии Советского Союза, принятая XXII съездом КПСС. Создание в течение двух десятилетий материально-технической базы коммунизма представляет главную экономическую задачу партии и советского народа. Решение этой задачи позволит обеспечить в Советском Союзе самый высокий в мире жизненный уровень населения.

Неуклонное повышение жизненного уровня трудящихся является важнейшей закономерностью развития социалистического общества и представляет собой сложный и многогранный социально-экономический процесс. Однако в экономической науке проявления этой закономерности изучаются еще недостаточно полно. В практике народнохозяйственного учета и планирования жизненного уровня обычно применяются стоимостные и натуральные показатели — уровень доходов, реальная заработная плата, потребление отдельных видов промышленных и продовольственных товаров и т. д. Но крайне недостаточно используется для этого мера времени, в частности структура затрат вне рабочего времени трудящихся. Между тем изучение этой стороны в характеристике условий жизни трудящихся в социалистическом обществе приобретает возрастающее значение. Уже теперь на основе достигнутого уровня производительности труда и сокращения рабочего дня вне рабочее время трудящихся составляет 70—75% в недельном бюджете времени рабочих и служащих. По мере сокращения рабочего дня, намеченного Программой партии, доля фонда вне рабочего времени в общем бюджете времени трудящихся будет и далее постоянно увеличиваться. В связи с этим становится все более необходимым изучение бюджета времени трудящихся, в частности структуры и характера использования вне рабочего времени. В последние годы во многих городах нашей страны, особенно в Сибири, общественными, научными и статистическими органами проведены подобного рода исследования. Вопросы вне рабочего времени находят все большее отражение в экономической литературе**. Проведенное нами изучение бюджета времени различных групп трудящихся в ряде городов Сибири показало, что структура вне рабочего времени позволяет полнее и глубже раскрыть такие стороны

* Поднимаемые в статье вопросы рассматриваются применительно к городскому населению, однако основные положения статьи могут быть использованы и при изучении уровня жизни трудящихся села.

** В советской литературе эта проблема наиболее полно освещена в коллективной работе «Вне рабочее время трудящихся» (Новосибирск, Изд-во СО АН СССР, 1961).

в повышении материального благосостояния и культурного уровня советского человека, которые не всегда удается охарактеризовать с помощью стоимостных показателей. Поэтому наряду с другими показателями следует шире использовать показатели вне рабочего времени в практике плановой работы, в решении конкретных задач дальнейшего подъема уровня жизни трудящихся нашей страны.

В настоящей статье на примере развития Сибири как нового индустриального района страны рассматривается вопрос о том, в какой мере структура вне рабочего времени характеризует жизненный уровень трудящихся.

...

За годы социалистического строительства экономика Сибири коренным образом изменилась. Здесь высокими темпами развиваются машиностроение, энергетика, металлургия, химическая, угольная, нефтеобработывающая, алюминиевая и другие отрасли промышленности. Валовая продукция всей промышленности увеличилась в 1960 г. по сравнению с 1940 г. в Западной Сибири в 9,3 раза, а в Восточной Сибири — в 5,8 раза [1]. Вместе с тем быстро увеличивалось население, численность рабочих и служащих, преобразовывались старые и создавались новые социалистические города. По данным переписей населения за 33 года (1926—1959), население обширного сибирского края увеличилось с 9,7 млн. до 19,2 млн. человек, т. е. почти в два раза; удельный вес Сибири в населении СССР возрос с 6% в 1926 г. до 9% в 1959 г. Развитие социалистического производства явилось решающим условием повышения жизненного уровня трудящихся Сибири. Об этом свидетельствует неуклонный рост реальных доходов, большое жилищное строительство, развитие культурно-бытового обслуживания и т. д. Например, обеспеченность населения жильем в расчете на одного человека возросла за период с 1950 по 1960 г. более чем на 20%, а в таком крупнейшем промышленном городе Сибири, каким является Новосибирск, более чем на 30%. При этом повышается доля обобщественного жилого фонда, который по своим удобствам вне всякого сравнения с жилищным фондом, находящимся в личной собственности граждан. В Новосибирске доля обобщественного жилого фонда увеличилась в общем фонде с 30% в 1926 г. до 57% в 1960 г.

Одним из важнейших показателей повышения материального благосостояния является рост товарооборота. Розничный товарооборот, включая общественное питание, вырос в 1960 г. по сравнению с 1955 г. в Западной Сибири более чем в 1,5 раза, а в Восточной Сибири — в 1,6 раза. Число розничных торговых предприятий государственной и кооперативной торговли выросло в Восточной Сибири за двадцатилетний период (с 1941 по 1961 г.) в 1,7 раза, а число предприятий общественного питания — в 2,4 раза [1, стр. 424, 427; 2, стр. 450, 453].

Неуклонное повышение жизненного уровня трудящихся непосредственно проявляется в структуре использования вне рабочего времени. Но прежде чем говорить об этом, необходимо хотя бы кратко остановиться на его классификации. Вне рабочее время состоит из элементов времени, которые образуют по своему целевому назначению отдельные группы. В наиболее общем виде элементы вне рабочего времени могут быть подразделены следующим образом: 1) время, связанное с работой на производстве; 2) затраты времени на материально-бытовые потребности; 3) свободное время; 4) время удовлетворения физиологических потребностей (сон, еда).

Во вне рабочее время, связанное с производством, входит передвижение к месту работы и обратно, затраты времени на предприятиях и в учреждениях, не входящие в состав оплачиваемого рабочего времени, до и после работы, но связанные с процессом производства (умывание, переодевание и т. д.).

Свободное время составляет ту часть вне рабочего времени, которая затрачивается для удовлетворения духовных потребностей трудящегося человека. Оно включает в себя учебу и повышение квалификации, воспитание детей, общественную работу, физкультуру и спорт, творческую деятельность и любительский труд, отдых и развлечения.

Затраты вне рабочего времени на материально-бытовые потребности состоят из следующих категорий: 1) домашний труд (приготовление пищи, уход за детьми, жилищем, обувью, одеждой и т. д.); 2) труд в подсобном хозяйстве (уход за скотом, работы на приусадебном участке и т. д.); 3) личная гигиена (без затрат времени на пользование услугами предприятий коммунально-бытового обслуживания); 4) затраты времени в сфере общественного обслуживания материально-бытовых потребностей населения (покупка промышленных и продовольственных товаров в государственной и кооперативной розничной сети, пользование услугами предприятий коммунально-бытового обслуживания, затраты времени в детских дошкольных и школьных учреждениях и т. д.).

Величина и структура затрат вне рабочего времени отражают многогранные изменения в материальном уровне жизни трудящихся: повышение реальных доходов, улучшение жилищных условий населения, развитие торговли, общественного питания, коммунального хозяйства городов и т. д. Проведенные нами расчеты по данным С. Г. Струмилина [3] и материалам обследования бюджетов времени в Новосибирске за последние годы показывают, что в целом затраты вне рабочего времени на материально-бытовые потребности в будничные дни резко уменьшились, особенно у женщин (примерно на 30%). За годы социалистического строительства в нашей стране значительно изменилось положение женщин в быту. Если сопоставить средние затраты вне рабочего времени одним взрослым человеком на бытовые потребности у мужчин и женщин*, то различие в величине этих затрат уменьшилось почти в 1,5 раза.

Особенно большие изменения с развитием социалистического общества и обобществлением быта претерпевает домашний труд. Прежде всего необходимо отметить существенное сокращение такой трудоемкой функции, какой является приготовление пищи. Так, по данным обследования в 1923—1924 гг., на приготовление пищи затрачивалось работающими мужчинами 29 мин, женщинами-работницами — 2 ч 34 мин, домохозяйками — 5 ч 29 мин [3]. По данным обследования, проведенного в 1959 г. в Новосибирске, время на приготовление пищи составляло у работающих мужчин 10 мин, у женщин-работниц — 1 ч 31 мин, у домохозяйек — 3 ч 17 мин. Таким образом, за рассматриваемый период затраты времени на приготовление пищи сократились у работающих мужчин примерно в 3 раза, у женщин-работниц и домохозяйек — более чем в 1,5 раза. Подобные же данные получены и в других городах. Так, у рабочих-мужчин Кузнецкого металлургического комбината в г. Новокузнецке приготовление пищи составляло, по данным обследования в 1959 г., 9 мин, а у женщин — 1 ч 07 мин. Указанные изменения были обусловлены развитием общественного питания, улучшением коммунально-бытовых и жилищных условий, развитием производства продовольственных товаров в готовом виде, в виде полуфабрикатов и т. д. Зна-

* Учитываются как работающие на производстве, так и занятые только в домашнем и подсобном хозяйстве.

чительно сократились также и другие затраты времени в домашнем хозяйстве, как-то: прядение, изготовление предметов домашнего обихода, одежды, обуви и т. д.

Труд в домашнем хозяйстве связан с удовлетворением материально-бытовых потребностей членов семьи. Он затрачивается как на создание продукции в материально-вещественной форме, так и в основной своей части на оказание услуг. Касаясь домашнего труда, следует отметить, что его результат не получает стоимостного выражения и не включается в статистической и плановой практике в совокупный общественный продукт. Однако необходимо подчеркнуть, что продукт домашнего труда является важным условием удовлетворения материально-бытовых потребностей трудящихся. Поэтому, чтобы полнее судить о жизненном уровне населения, необходимо учесть, помимо исчисляемых в настоящее время реальных доходов, и ту совокупность благ, которая создается домашним трудом. Это относится и к другим затратам вне рабочего времени на материально-бытовые потребности. Что касается продукции, создаваемой трудом в подсобном хозяйстве, то она, как правило, учитывается в исчисляемых денежных и натуральных доходах. Очевидно, что должны быть расценены и результаты других форм деятельности во вне рабочее время, связанной с материально-бытовыми потребностями. Указанная совокупность материально-бытовых благ, создаваемых во вне рабочее время, неулавливаемая непосредственно с помощью стоимостных показателей, может быть измерена величиной времени, затрачиваемого на ее производство. Особенно важно учесть это при изучении уровня жизни групп населения с различными денежными доходами. Анализ бюджетов времени в группах трудящихся с различными доходами показывает, что величина и значение этих материально-бытовых благ в удовлетворении потребностей неодинаковы в семьях с различными денежными доходами. Так, по данным обследований бюджетов времени, затраты вне рабочего времени на материально-бытовые потребности в расчете на одного взрослого члена семьи (старше 16 лет) в семьях с месячным душевым доходом от 35,1 до 50 руб. в 1,3 раза больше, чем в семьях с доходом свыше 100 руб. на человека.

По мере развития производительных сил социалистического общества происходит все большее обобществление быта и, как следствие, вытеснение домашнего труда общественными формами удовлетворения материально-бытовых потребностей. Вместе с этим возрастают совокупные затраты вне рабочего времени в сфере бытового обслуживания населения, но так, что общая величина затрат вне рабочего времени на материально-бытовые потребности все более сокращается. Показатель, характеризующий долю затрат вне рабочего времени на пользование услугами бытовых предприятий в общих затратах времени на материально-бытовые потребности, является важным мерилом уровня обобществления быта. Поскольку в бланке бюджета времени, применявшемся при обследованиях в 20-е годы, не были выделены затраты времени трудящимися в предприятиях торговли, общественного питания, коммунально-бытового обслуживания и т. д., не представляется возможным исчисление указанного показателя в динамике. По данным обследований в последние годы, доля затрат времени трудящимися в сфере бытового обслуживания в общей совокупности вне рабочего времени на материально-бытовые потребности составляет примерно 30% (без учета затрат времени на ведение личного подсобного хозяйства).

На наш взгляд, этот показатель, равно как и показатели, характеризующие структуру затрат времени в предприятиях бытового обслуживания, необходимо учитывать и планировать в хозяйственной практике. В затраты вне рабочего времени в отдельных отраслях бытового обслу-

живания нами включаются передвижение, ожидания в очередях и непосредственное пользование услугами. Показатели, характеризующие структуру этого времени, позволяют определить, с одной стороны, резервы роста свободного времени, а с другой — имеют важное значение для анализа и планирования развития торговли, общественного питания, коммунально-бытового обслуживания и т. д. Потребность в развитии отраслей бытового обслуживания зависит от множества факторов: состава населения по полу, возрасту, образованию, темпов роста реальных доходов и т. д. Все эти факторы необходимо принимать во внимание при планировании. Однако учесть действие каждого из них в отдельности весьма сложно и практически осуществимо только в условиях широкого применения электронно-вычислительной техники. На наш взгляд, структура затрат времени на пользование услугами бытовых предприятий, в частности доля времени на ожидания в очередях, измеряет степень соответствия бытового обслуживания постоянно растущим запросам населения.

Анализ бюджетов времени на пользование услугами бытовых предприятий показывает, что 30% его уходит на различные очереди, даже если не считать времени, затрачиваемого на ожидание транспорта при передвижении к этим предприятиям. Все это говорит об отставании уровня бытового обслуживания от современных запросов населения. Наряду с другими показателями эти данные имеют важное значение в плановой работе по повышению уровня жизни трудящихся, тем более сейчас, когда Программой Коммунистической партии намечено значительное развитие предприятий бытового обслуживания. Вместе с тем по мере роста реальных доходов и культурных потребностей трудящихся все более необходимым становится дальнейшее сокращение домашнего труда. Таким образом, потребность в развитии бытового обслуживания будет неуклонно возрастать. Для правильного регулирования этих процессов плановые органы должны широко применять в своей работе показатели структуры использования вне рабочего времени трудящимися в предприятиях бытового обслуживания. Не менее важное значение имеют эти показатели и при изучении районных различий в уровне жизни. В структуре затрат вне рабочего времени на материально-бытовые потребности отражается уровень материального благосостояния трудящихся отдельных районов, городов и т. д.: степень развития общественного питания, коммунально-бытового обслуживания, торговли, внутригородского транспорта, жилищные условия, размеры доходов населения.

Анализ условий жизни трудящихся Сибири показывает, что в настоящее время по Сибири в целом и по отдельным ее районам имеется определенное отставание обеспеченности населения жильем, предприятиями и учреждениями культурно-бытового обслуживания в сравнении с центральными и южными районами страны. Для иллюстрации приведем несколько примеров. Если обеспеченность жилплощадью в расчете на душу населения по состоянию на 1/1 1960 г. по РСФСР принять за 100%, то по Западной Сибири она составит 95%, а по Восточной Сибири — 97%. В силу ряда специфических условий, и в частности из-за того, что доля жилой площади, находящейся в личной собственности граждан, в Сибири несколько выше среднего показателя по РСФСР, сравнительный уровень благоустройства всего жилищного фонда в городах и рабочих поселках Сибири значительно ниже среднереспубликанского (по водопроводу: в Западной Сибири — в 1,5 раза, в Восточной Сибири — в 2,1 раза; по канализации соответственно — в 1,8 и 2,2 раза, по центральному отоплению и теплофикации — в 1,4 и 1,7 раза и т. д.). Хуже обеспечены жители Сибири внутригородским транспортом и пред-

приятиями общественного питания (в Западной Сибири последний показатель примерно на 20% ниже, чем в среднем по РСФСР). Все эти факторы нашли отражение в структуре вне рабочего времени. Как показали обследования, затраты времени на домашний труд у трудящихся ряда городов Сибири примерно на 20—25% больше, чем в городах Центра и Юга европейской части РСФСР. Много времени уходит на ожидание в очередях в предприятиях торговли, общественного питания, на транспорте. Например, на основе анализа бюджетов времени трудящихся Москвы, Ленинграда, Тбилиси, Павлова-Посада В. Кряжев и М. Маркович отметили, что мужчины затрачивают на домашнюю работу примерно полтора часа, а женщины — около трех с половиной [4]. В Новосибирске же домашний труд, по выборочным обследованиям, составляет у работающих мужчин около 2 ч, у женщин — 4,5 ч. Таким образом, у работающих мужчин время домашнего труда примерно на полчаса, а у женщин на час больше, чем в перечисленных выше городах. Подобная же картина распределения бюджета времени наблюдается и в ряде других городов Сибири.

При социализме происходит неуклонный рост культурного уровня трудящихся. Это находит свое яркое проявление в количестве и структуре затрат вне рабочего времени на удовлетворение духовных потребностей. Сравнение материалов обследований бюджетов времени, проведенных в последние годы, с данными за 1923—1924 гг. показывает, что значительно сократились или совершенно исчезли затраты времени на карточные игры, совершение религиозных обрядов и т. д., но зато резко увеличилось время на повышение культурно-технического уровня людей. В сравнении с результатами обследований за 1923—1924 гг., относящимися даже к центральной части нашей страны, сейчас трудящиеся Сибири уделяют учебе в 2—3 раза больше времени, чем в 20-е годы. При этом уменьшились различия в количестве и характере использования свободного времени между занятыми в общественном производстве мужчинами и женщинами. По данным С. Г. Струмилина, в центральных районах страны в 1923—1924 гг. у рабочих-мужчин время учебы составляло в месяц 7,85 ч, а у женщин-работниц — 5,54 ч [5]. Материалы недавних обследований в Красноярском крае показали, что время, уделяемое учебе рабочими — мужчинами и женщинами, отличается незначительно и в среднем на одного человека составляет в месяц 14,2 ч. Затраты времени у мужчин на самообразование, по данным обследования 1923—1924 гг., были в 5 раз, в частности на чтение газет в 12 раз больше, чем у женщин [3]. По данным выборочного обследования, проведенного органами государственной статистики в Новосибирске в 1959 г., время, уделяемое чтению газет, журналов, книг, у мужчин сейчас в 3 раза больше, чем у женщин. Все это говорит о больших социальных изменениях в семье. Таким образом, с помощью бюджетов времени раскрывается одна из важнейших сторон неуклонного повышения культурного уровня трудящихся.

Количество свободного времени, характер его использования представляют важное мерило как духовного развития, так и материального благосостояния трудящихся. Опыт изучения бюджетов времени показывает, что свободное время возрастает не только за счет сокращения рабочего времени на основе роста производительности труда, но и за счет сокращения домашнего труда в связи с улучшением бытового обслуживания, ростом доходов, осуществлением программы жилищного строительства. Об этом также говорят данные изучения бюджетов времени по различным группам трудящихся. В семьях, в которых больше душевой доход, лучше жилищные условия, соответственно и больше свободного времени.

Изучение свободного времени важно не только для характеристики культурного уровня, но также необходимо для разработки мероприятий по его повышению, в частности при определении путей и возможностей развития заочного и вечернего образования. Как показывает анализ недельного фонда времени обучающихся без отрыва от производства в Красноярском крае, время на учебу они получают примерно наполовину в виде льгот, представляемых за счет рабочего времени, а другая часть выкраивается за счет сокращения затрат вне рабочего времени на домашний труд, путем перераспределения его между членами семьи, за счет сна, отдыха, времени еды и т. д.

Анализ структуры использования вне рабочего времени позволяет более полно раскрывать влияние общественных фондов на повышение материального благосостояния и культуры, сближение уровня жизни отдельных групп населения и другие процессы, которые происходят в нашем социалистическом обществе и которые особенно интенсивно будут проявляться в период развернутого строительства коммунизма.

В заключение отметим, что рассмотренные показатели структуры вне рабочего времени нами не противопоставляются стоимостным и натуральным показателям. Жизненный уровень трудящихся — сложное и многогранное социально-экономическое явление. Поэтому его можно изучить только с помощью системы показателей, каждый из которых, характеризуя определенную сторону, дополняет другие.

На наш взгляд, в практике народнохозяйственного анализа, учета и планирования повышения жизненного уровня трудящихся показатели структуры использования вне рабочего времени должны занять подобающее им место. Такие показатели могут быть определены как в целом относительно всей изучаемой совокупности, так и дифференцированно по группам населения с различными социально-бытовыми условиями жизни. Это потребует проведения систематических обследований бюджетов времени органами государственной статистики. Вопрос о необходимости таких работ уже ставился в печати [6, 7]. Дальнейшая разработка затронутых в данной статье вопросов будет иметь весьма существенное значение для хозяйственных, плановых и общественных органов в осуществлении мероприятий по подъему материального благосостояния и культурного уровня советского народа в период развернутого строительства коммунизма.

Институт экономики и организации
промышленного производства
Сибирского отделения АН СССР,
Новосибирск

Поступила в редакцию
10/11 1962

ЛИТЕРАТУРА

1. Народное хозяйство РСФСР в 1960 году. Статистический ежегодник. М., Госстатиздат, 1961.
2. Народное хозяйство РСФСР в 1959 году. Статистический ежегодник. М., Госстатиздат, 1960.
3. С. Г. Струмилини, Проблемы экономики труда. М., Госполитиздат, 1957.
4. В. Кражев, М. Маркович, Изучение бюджета времени трудящихся. «Труд и заработная плата», № 5, 1958.
5. С. Г. Струмилини, Рабочий день и коммунизм. Профиздат, 1959.
6. Г. А. Пруденский, Вопросы учета вне рабочего времени. Вопросы экономики, № 4, 1959.
7. Г. А. Пруденский, Б. Колпак, Вопросы учета вне рабочего времени в бюджетной статистике. Вестник статистики, № 8, 1961.

Р. С. ЗАЙНУЛЛИНА, В. М. ЧЕБАН

К РАСЧЕТУ ДИНАМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ СИСТЕМЫ С ИНВЕРТОРОМ

Исследования динамической устойчивости при совместной работе электропередач переменного и постоянного тока проводились в основном экспериментально [1, 2]. Для теоретического анализа этот вопрос сложен; кроме переходных процессов в системе переменного тока, здесь имеются переходные процессы в передаче постоянного тока с ее преобразователями и их регулирующими устройствами. Совместное рассмотрение этих процессов в общем случае связано с решением сложной нелинейной задачи.

Впервые методика аналитических расчетов динамической устойчивости системы с преобразователем была рассмотрена в работах [3, 4] главным образом применительно к инвертору нерегулируемой электропередачи постоянного тока. Эта методика основана на расчете устойчивости методом последовательных интервалов и определении в каждом расчетном интервале эквивалентной э. д. с. системы, угла коммутации, вектора тока преобразователя и ряда других параметров. Такой многократный расчет параметров режима преобразователя приводит к большому числу весьма трудоемких вычислений, что затрудняет выполнение практических расчетов.

Принципиально инвертор как элемент системы переменного тока, выдающий активную мощность и потребляющий реактивную, в схемах замещения может быть представлен:

- а) в виде генератора, замещенного э. д. с. за реактивным сопротивлением [5, 6];
- б) в виде нагрузки, замещенной комплексным сопротивлением или проводимостью с отрицательной вещественной частью [5—7]

$$Z_{II} = \frac{U^2}{\sqrt{P_{II}^2 + Q_{II}^2}} e^{j \left[180^\circ - \arctg \frac{Q_{II}}{P_{II}} \right]} = -r_{II} + jx_{II}.$$

Как известно, при практических расчетах динамической устойчивости системы обычно пользуются выражением электромагнитной мощности генератора через так называемые собственные и взаимные сопротивления. В связи с этим замещение инвертора комплексным сопротивлением или проводимостью с отрицательной вещественной частью имеет определенные преимущества.

Такое замещение целесообразно и допустимо также и потому, что обычно не требуется проверять внешнюю устойчивость инвертора в смысле синхронности работы его как генерирующего элемента с генераторами системы переменного тока и, следовательно, нет необходимости определять вектор э. д. с. инвертора.

Исследования [7—9] показали, что в большинстве случаев регулируемых электропередач постоянного тока с воздушными линиями при

практических расчетах можно не учитывать переходный процесс в передаче постоянного тока* и замещать инвертор в расчетной схеме комплексным сопротивлением или проводимостью, которые определяются по соответствующим типовым статическим характеристикам в зависимости от напряжения в точке присоединения инвертора к системе.

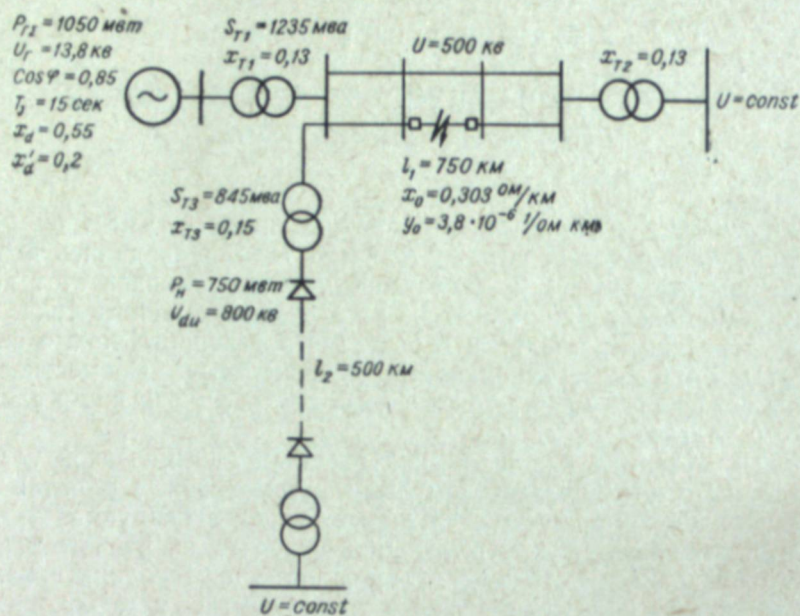


Рис. 1.

В этом случае переходный процесс в рассматриваемой системе с инвертором (рис. 1) может быть описан при принятых допущениях следующей системой уравнений:

$$T_j p^2 \delta = P_0 - P_r;$$

$$P_r = \psi(\delta, Z_{11}, Z_{12});$$

$$Z_{11} = \xi(Z_n), \quad Z_{12} = \lambda(Z_n);$$

$$Z_n = f(U_n);$$

$$U_n = \nu(\delta, Z_{11}, Z_{12});$$

где T_j — постоянная инерции генератора и турбины;
 δ — угол, характеризующий относительное положение ротора генератора;
 P_0 — мощность турбины;
 P_r — мощность генератора;
 $p = \frac{d}{dt}$ — оператор;
 Z_{11}, Z_{12} — собственное и взаимное полные сопротивления генератора;
 Z_n — полное комплексное сопротивление инвертора;
 U_n — напряжение в точке присоединения инвертора.

* При определенных сочетаниях режима работы и регулирования электропередачи постоянного тока электромагнитные переходные процессы в ней затягиваются [10], и в этих случаях комплексные сопротивления, замещающие инвертор, следует определять по динамическим характеристикам [9].

Функция f определяется режимом работы и регулируемыми устройствами преобразователей электропередачи постоянного тока [7, 8].

Функции ξ, λ, ν определяются параметрами и конфигурацией схемы замещения электрической системы переменного тока.

Решением системы уравнений является зависимость $\delta = F(t)$, позволяющая судить о динамической устойчивости.

Целью данной работы было на примере расчета динамической устойчивости системы показать возможности замещения инвертора комплексным сопротивлением, а также выявить некоторые вопросы влияния инвертора передачи постоянного тока на динамическую устойчивость системы переменного тока.

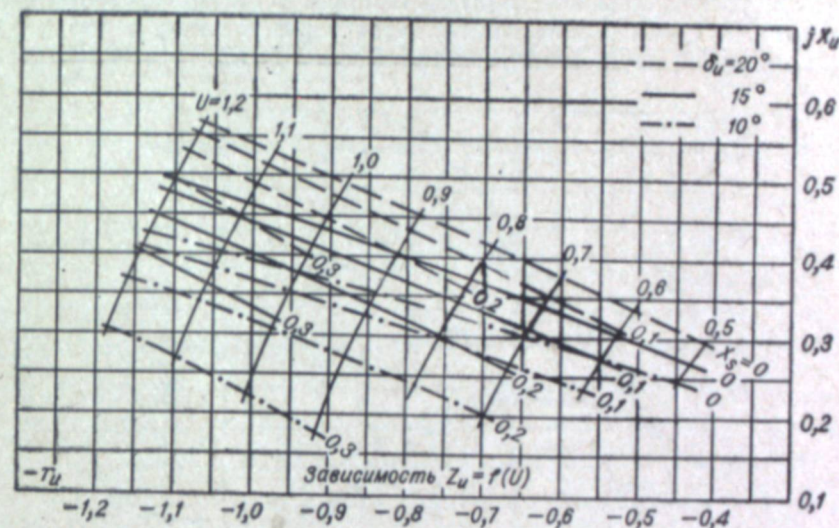


Рис. 2.

Расчет ведется методом последовательных интервалов, и в каждом интервале учитывается изменение сопротивления инвертора вслед за изменением напряжения в точке подключения в период переходного процесса. Для этой цели используются специальные статистические зависимости сопротивления инвертора от напряжения $Z_n = f(U)$, приведенные на рис. 2*. Они построены для различных значений эквивалентного сопротивления системы и углов погасания инвертора.

В расчете учитывается также однофазное опрокидывание инвертора в момент короткого замыкания вследствие резкого понижения напряжения. Сопротивление инвертора в период опрокидывания принимается равным бесконечности $Z_n = \infty$, т. е. не учитывается ток холостого хода трансформатора инвертора.

При расчетах устойчивости и построения зависимости $Z_n = f(U)$ использованы допущения, обычно принимаемые при расчетах высоковольтных преобразователей и динамической устойчивости. В частности, не учитывались активные сопротивления элементов системы переменного тока; расчет динамической устойчивости выполнялся с учетом постоянства э. д. с. генератора за переходным реактивным сопротивлением; предполагалось, что передача постоянного тока имеет идеальные регулирующие устройства (регулятор тока у выпрямителя и компенсирующее устройство у инвертора). При замещении преобразователя учитывались только основные гармоники тока и напряжения, так как

* Кривые рис. 2 построены при участии инж. С. Н. Созоновой.

дельный генератор работал с регулятором напряжения пропорционального типа. До нарушения режима по линии переменного тока передавалась мощность, близкая к натуральной.

Модель электропередачи постоянного тока имела регулятор тока у выпрямителя и компаундирующее устройство у инвертора. Кривые, показанные сплошной линией на рис. 4, соответствуют трехфазному короткому замыканию без АПВ; время отключения короткого замыкания 0,11 сек. Кривые, показанные штриховой линией на рис. 4, соответствуют отключению к. з. через 0,1 сек и АПВ через 0,4 сек после отключения короткого замыкания.

В обоих случаях в момент короткого замыкания происходило однофазное опрокидывание инвертора с последующим втягиванием его в работу спустя несколько периодов после отключения короткого замыкания. Кратковременное опрокидывание инвертора в рассматриваемой схеме приводило к дополнительному набросу мощности на генератор, что способствовало повышению динамической устойчивости системы.

Кривые изменения угла ротора генератора и напряжения в точке подключения инвертора, полученные экспериментально, качественно подтверждают кривые, полученные в результате расчета.

Выводы

1. При расчете динамической устойчивости системы с инвертором необходимо учитывать опрокидывание инвертора при значительных понижениях напряжения в точке его подключения. Момент и длительность опрокидывания инвертора наряду с другими факторами определяют характер и исход переходного процесса.

Управляя длительностью опрокидывания инвертора, можно получить оптимальные условия сохранения динамической устойчивости системы.

2. В период однофазного опрокидывания инвертор можно замещать в расчетах $Z_n = \infty$. После втягивания в работу вполне допустимо замещение инвертора $Z_n = Z_{ном} = \text{const}$, если нет резких изменений напряжения в точке подсоединения инвертора.

3. Данная методика учета инвертора, основанная на его замещении комплексным сопротивлением с отрицательной вещественной частью, сводит расчет динамической устойчивости системы с преобразователем к обычным расчетам системы переменного тока.

Транспортно-энергетический институт
Сибирского отделения АН СССР,
Новосибирск

Поступила в редакцию
14/XI 1961

Приложение

ПРИМЕР РАСЧЕТА ДИНАМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ

Принципиальная схема системы приведена на рис. 1. Динамическая устойчивость определяется при трехфазном коротком замыкании в начале второго участка линии для случая 3, в (рис. 3, кривая б).

В расчете принято:

1. Длительность трехфазного короткого замыкания равна 0,1 сек.
2. В момент короткого замыкания происходит однофазное опрокидывание инвертора, которое прекращается через 0,2 сек после отключения короткого замыкания.

При этом в период опрокидывания инвертор замещается $Z_n = \infty$, а затем учитывается переменным комплексным сопротивлением, определяемым по статическим зависимостям $Z_n = f(U)$ ($x_T = 0,15$, $x_E = 0,15$, режим $I_d = \text{const} = I_{d \text{ ном}}$, $\delta_n = 20^\circ = \text{const}$). Семейство подобных расчетных зависимостей приведено на рис. 2.

Расчет проводится методом последовательных интервалов с учетом $E' = \text{const}$. Длительность интервала $\Delta t = 0,05$ сек.

Расчетные схемы замещения приведены на рис. 5. Схема а соответствует доаварийному нормальному режиму; схема б — послеаварийному режиму до осуществления АПВ и схема в — аварийному режиму.

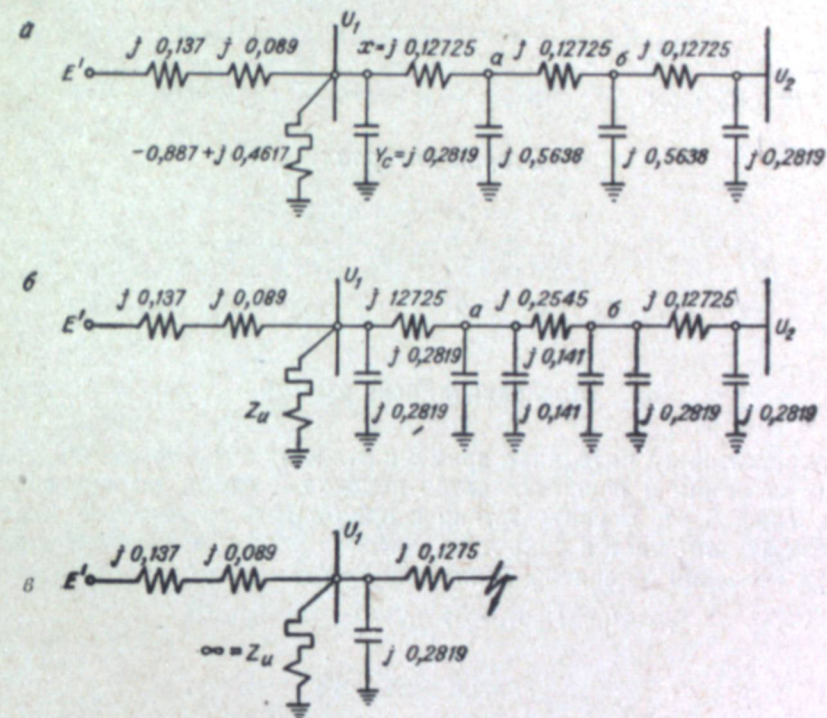


Рис. 5.

Все параметры схемы приведены в относительных единицах при следующих базисных условиях, равных номинальным данным инвертора: $U_6 = 500$ кв, $S_6 = 845$ мва.

В результате расчета нормального режима имеем следующие исходные условия:

$$\begin{aligned} E' &= 1,142; & \delta_0 &= 60^\circ 5', (60,08^\circ); & U_2 &= 1; \\ z_{11} &= 0,599; & \alpha_{11} &= -12^\circ 26'; & P_0 &= 1,206. \\ z_{12} &= 0,543; & \alpha_{12} &= 7^\circ 20'; \end{aligned}$$

Постоянная инерции гидрогенератора и турбины, приведенная к базисным условиям,

$$T_{j6} = T_{jn} \cdot \frac{S_n}{S_6} = 15 \cdot \frac{1050}{845} = 21,92 \text{ сек.}$$

Постоянная

$$k = \frac{360 f \Delta t^2}{T_{j6}} = \frac{360 \cdot 50 \cdot 0,05^2}{21,92} = 2,05.$$

Аварийный режим

В момент короткого замыкания вследствие значительного понижения напряжения инвертор опрокидывается и как бы отключается ($Z_{\text{н}} = \infty$). Активная мощность, отдаваемая генератором, падает до нуля.

Таким образом, первые два интервала рассчитываются обычным путем при отсутствии инвертора в соответствии со схемой рис. 5, а.

Первый интервал

$$t = 0; \Delta P_{(0)} = P_0 - P_r = 1,206 - 0 = 1,206;$$

$$\Delta \delta_{(1)} = \frac{k \Delta P_{(0)}}{2} = \frac{2,05 \cdot 1,206}{2} = 1^\circ,236;$$

$$t = 0,05 \text{ сек}; \delta_{(1)} = \delta_{(0)} + \Delta \delta_{(1)} = 60,08^\circ + 1,236^\circ = 61^\circ,32.$$

Второй интервал

$$\Delta P_{(1)} = \Delta P_{(0)} = 1,206;$$

$$\Delta \delta_{(2)} = \Delta \delta_{(1)} + k \Delta P_{(1)} = 1,236^\circ + 2,05 \cdot 1,206 = 3^\circ,7;$$

$$t = 0,1 \text{ сек}; \delta_{(2)} = \delta_{(1)} + \Delta \delta_{(2)} = 61,32^\circ + 3,7^\circ = 65^\circ,02.$$

Послеаварийный режим

В конце второго интервала времени отключается аварийный участок одной цепи линии и осуществляется переход к схеме послеаварийного режима (рис. 5, б). В соответствии с принятыми условиями инвертор по-прежнему замещается сопротивлением $Z_{\text{н}} = \infty$. Собственное и взаимное сопротивления генератора в послеаварийном режиме при $Z_{\text{н}} = \infty$

$$z_{11} = 0,937; \alpha_{11} = 0; z_{12} = 0,6167; \alpha_{12} = 0.$$

Третий интервал

Так как в момент отключения короткого замыкания мощность генератора меняется скачком, избыточную мощность определяем по известному выражению [4] как среднее между $\Delta P_{(2)}$ до отключения короткого замыкания и $\Delta P_{(2)}$ после отключения

$$\Delta P_{(2)} = \Delta P_0 = 1,206;$$

$$P_{(2)} = \frac{(E')^2}{z_{11}} \sin \alpha_{11} + \frac{E' \cdot U_2}{z_{12}} \sin (\delta_2 - \alpha_{12}) = 1,678;$$

$$\Delta P_{(2)} = P_{(0)} - P_{(2)} = 1,206 - 1,678 = -0,472;$$

$$\Delta P_{(2)} = \frac{\Delta P_{(2)} + \Delta P_{(2)}}{2} = \frac{1,206 - 0,472}{2} = 0,367;$$

$$\Delta \delta_{(3)} = \Delta \delta_{(2)} + k \cdot \Delta P_{(2)} = 3,7 + 2,05 \cdot 0,367 = 4,45^\circ;$$

$$t = 0,15 \text{ сек}; \delta_{(3)} = \delta_{(2)} + \Delta \delta_{(3)} = 65,02 + 4,45 = 69,47^\circ.$$

Аналогично рассчитываются последующие интервалы 4, 5, 6 до момента втягивания инвертора (см. таблицу).

Втягивание инвертора

Седьмой интервал

В момент втягивания инвертора ($t = 0,3 \text{ сек}$) изменяются собственное и взаимное сопротивления генератора, которые в этом случае следует определять с учетом нелинейного комплексного сопротивления инвертора, заданного соответствующей статической зависимостью $Z_{\text{н}} = f(U)$.

Эта нелинейная задача может быть решена методом последовательных приближений (метод итераций).

В первом цикле итеративного процесса целесообразно заместить инвертор номинальным комплексным сопротивлением.

Таким образом, полагая $Z_{\text{н}} = -0,887 + j0,4617$, определяем для схемы послеаварийного режима новые собственное и взаимное сопротивления генератора

$$z_{11} = 0,694; \quad \alpha_{11} = -17^\circ 23';$$

$$z_{12} = 0,67; \quad \alpha_{12} = 8^\circ 2'.$$

Далее для уточнения напряжения в точке подключения инвертора к системе производим электрический расчет схемы:

$$P_r = \frac{1,142^2}{0,694} \sin (-17^\circ 23') + \frac{1,142}{0,67} \sin (76,057^\circ - 8^\circ 2') = 1,019;$$

$$Q_r = \frac{1,142^2}{0,694} \cos (-17^\circ 23') - \frac{1,142}{0,67} \cos (76,057^\circ - 8^\circ 2') = 1,157;$$

$$\dot{S}_r = P_r + j Q_r = 1,019 + j 1,157;$$

$$\dot{E}_{r(6)} = E_{(6)} \angle \delta_{(6)} = 1,142 \angle 76^\circ,057 = 0,275 + j 1,108;$$

$$\dot{I}_{r(6)} = \frac{\dot{S}_r}{\dot{E}_r} = \frac{1,019 + j 1,157}{0,275 + j 1,108} = 1,198 - j 0,622;$$

$$\dot{I}_{r(6)} = 1,198 + j 0,622;$$

$$\dot{U}_{1(6)} = \dot{E}_r - (x_d' + x_r) \dot{I}_r = (0,275 + j 1,108) - j 0,226 \times \\ \times (1,198 + j 0,622) = 0,415 + j 838.$$

Таким образом, численное значение (модуль) напряжения в точке подключения инвертора к системе составит

$$U_{1(6)} = 0,935.$$

По этому напряжению по характеристике $Z_{\text{н}} = f(U)$ определяем новое уточненное значение комплексного сопротивления инвертора $Z_{\text{н}} = -0,834 + j 0,412$.

Находим уточненные значения z_{11} и z_{12} .

$$z_{11} = 0,7107; \quad \alpha_{11} = -17^\circ 2';$$

$$z_{12} = 0,666; \quad \alpha_{12} = 7^\circ 37'.$$

Затем аналогично описанному выше снова проводим электрический расчет схемы, в результате которого получаем $|U_1| = 0,94$.

Так как полученное новое значение $|U_1| = 0,94$ весьма мало отличается от значения $|U_1| = 0,935$, полученного в предшествующем цикле итерации, то дальнейшее уточнение собственного и взаимного сопротивлений генератора можно не производить.

Активная мощность генератора до втягивания инвертора

$$P'_{(6)} = \frac{1,142^2}{0,937} \sin(0^\circ) + \frac{1,142}{0,6167} \sin(76,057 - 0) = 1,796,$$

после втягивания

$$P^*_{(6)} = \frac{1,142^2}{0,7107} \sin(-17^\circ 2') + \frac{1,142}{0,666} \sin(76,057 - 7^\circ 37') = 1,0578;$$

$$\Delta P'_{(6)} = P_0 - P'_{(6)} = 1,206 - 1,796 = -0,59;$$

$$\Delta P^*_{(6)} = P_0 - P^*_{(6)} = 1,206 - 1,0578 = 0,148;$$

$$\Delta P_{(6)} = \frac{\Delta P' + \Delta P^*}{2} = \frac{-0,59 + 0,148}{2} = -0,221;$$

$$\Delta \delta_{(7)} = \Delta \delta_{(6)} + k \Delta P_{(6)} = 1,017 + 2,05(-0,221) = 0,564;$$

$$t = 0,35 \text{ сек}, \quad \delta_{(7)} = \delta_{(6)} + \Delta \delta_{(7)} = 76^\circ,057 + 0^\circ,564 = 76^\circ,62.$$

Восьмой интервал

Проводим электрический расчет схемы при $\delta_{(7)} = 76^\circ,62$ и определяем напряжение $U_{1(7)}$ в точке подключения инвертора по данным конца седьмого интервала — $U_{1(7)} = 0,941$.

Так как на границе седьмого и восьмого интервалов не было резких возмущений, т. е. изменений схемы и режима, то нет необходимости уточнять это напряжение методом итераций.

Для напряжения $U_{1(7)} = 0,941$ по зависимости $Z_n = f(U)$ находим новое значение $Z_{n(7)}$ и затем сопротивления $z_{11(7)}$, $z_{11(7)}$ и $z_{12(7)}$, $z_{12(7)}$, которые и используются затем при расчете избыточной мощности и приращения угла δ в восьмом интервале.

Расчет последующих интервалов производится аналогичным путем с учетом изменения параметров схемы после осуществления АПВ.

Результаты расчета сведены в таблицу. Соответствующие зависимости $\delta = F(t)$ и $U_1 = f_1(t)$ приведены на рис. 3.

№ интервалов	t , сек	$\Delta P_{(i)}$, отн. ед.	$\Delta \delta$, эл. град.	δ , эл. град.	U_1 , отн. ед.	Примечание
	0			60,08	1	
1	0,05	1,206	1,236	61,32	$\frac{1}{0,395}$	короткое замыкание
2	0,1	1,206	3,7	65,02	$\frac{1}{0,394}$	отключение короткого замыкания
3	0,15	0,367	4,45	69,47	$\frac{1}{1,07}$	
4	0,2	-0,528	3,367	72,83	1,05	
5	0,25	-0,563	2,21	75,04	1,035	
6	0,3	-0,582	1,017	76,057	1,025	втягивание инвертора
7	0,35	-0,221	0,564	76,62	$\frac{1}{0,94}$	
8	0,4	0,147	0,864	77,48	0,941	АПВ
9	0,45	-0,1104	0,637	77,48	$\frac{1}{0,91}$	
10	0,5	-0,366	-0,113	78,11	0,916	
11	0,55	-0,365	-0,861	77,996	0,917	
				77,135	0,921	

ЛИТЕРАТУРА

1. Г. И. Поляк, Использование передачи постоянного тока для повышения устойчивости смежной передачи переменного тока. Изв. НИИ постоянного тока, № 4, 1959.
2. С. Р. Глинттерник, А. В. Емельянов, Л. Р. Нейман, В. Г. Новицкий, Обеспечение надежности работы мощных ионных преобразователей в энергетических системах. Изв. АН СССР, ОТН, Энергетика и автоматика, № 5, 1959.
3. В. А. Лукутин, Некоторые вопросы динамической устойчивости электрических систем с мощными преобразовательными установками. Дисс., Томск, политех. ин-т, Томск, 1949.
4. В. А. Венников, Электромеханические переходные процессы в электрических системах. Госэнергоиздат, 1958.
5. Г. И. Денисенко, Исследование совместной работы сети переменного тока и передачи постоянного тока при нормальных режимах. Дисс., Львов, 1953.
6. Г. И. Поляк, Расчет установившихся режимов и статической устойчивости электрической системы, содержащей передачу постоянного тока. НИИ постоянного тока, № 5, 1960.
7. В. М. Чебан, Учет инвертора при расчетах динамической устойчивости. Изв. высш. уч. завед., Энергетика, № 6, 1961.
8. В. М. Чебан, О методике учета преобразователей электропередачи постоянного тока при расчетах динамической устойчивости. Тр. Новосиб. электротехнич. ин-та, т. 2, 1961.
9. В. М. Чебан, Динамические характеристики преобразователей электропередачи постоянного тока. Тр. Новосиб. электротехнич. ин-та, т. 2, 1961.
10. С. Р. Глинттерник, В. В. Кичаев, В. Г. Новицкий, Характеристики электропередачи постоянного тока как элемента энергосистемы переменного тока. Сб. работ по вопросам электромеханики, вып. 6. Изд-во АН СССР, 1961.

Р. Г. КАРЫМОВ

**К ИССЛЕДОВАНИЮ САМОРАСКАЧИВАНИЯ
СИНХРОННЫХ ГЕНЕРАТОРОВ ПРИ РАБОТЕ ИХ
ЧЕРЕЗ ДЛИННУЮ ЛИНИЮ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ**

До настоящего времени исследования самораскачивания синхронных генераторов, работающих через дальние линии электропередачи, проводились построением областей устойчивости по характеристическим уравнениям рассматриваемой системы. Уравнения эти ввиду распределенности параметров линии сложны, построение областей устойчивости весьма трудоемко и возможно лишь по второстепенным (в отношении самораскачивания) параметрам.

В данной статье рассматривается возможность исследования самораскачивания синхронных генераторов, работающих через длинные линии электропередачи, по знаку коэффициента демпферного момента. Полученные выражения и предлагаемый путь определения этого коэффициента не претендуют на законченность и могут быть упрощены в зависимости от поставленных задач.

Уравнение малых колебаний ротора синхронной машины, подключенной к шинам бесконечной мощности, как известно, может быть записано в виде

$$I p^2 \Delta \delta + \Delta M_{\phi} = 0, \quad (1)$$

где I — постоянная инерция ротора;
 ΔM_{ϕ} — дополнительный электромагнитный момент;
 p — оператор;
 $\Delta \delta$ — отклонение угла между векторами э. д. с. генератора и напряжением шин бесконечной мощности.

Считая, что малые колебания синусоидальные (принимая $\Delta \delta = \Delta \delta_m \cos \nu t$), и переходя к комплексному методу, уравнение (1) можно переписать в виде

$$-I \nu^2 \Delta \delta + M_s \Delta \delta + j \nu M_d \Delta \delta = 0. \quad (2)$$

Коэффициент члена, пропорционального отклонению угла M_s , называется коэффициентом синхронизирующего момента, а коэффициент члена, пропорционального скорости отклонения M_d — коэффициентом демпферного момента.

В зависимости от знака коэффициента демпферного момента первоначальные отклонения или гаснут, или увеличиваются. В последнем случае система самораскачивается. При этом скорость изменения амплитуды колебаний зависит от величины этого коэффициента. Поэтому знак и величина демпферного момента могут служить показателем устойчивости рассматриваемой системы [1, 2].

В данной работе получены выражения для демпферного и синхронизирующего моментов при работе генератора через любой четырехполюсник и на примере линии полуволновой длины показана необходи-

мость учета переходных процессов в линии при расчете самораскачивания. Работа выполнена в лаборатории дальних электропередач Транспортно-энергетического института СО АН СССР под руководством В. К. Щербакова и является частью общей темы лаборатории.

Отклонения продольного и поперечного токов синхронного генератора, работающего непосредственно на шины бесконечной мощности, могут быть записаны в следующем виде [2]:

$$\Delta i_d = - \frac{(\Delta u_d - \psi_{q0} p \Delta \delta) p + \Delta u_q + \psi_{d0} p \Delta \delta + \Delta u_f G(p)(p^2 + 1)}{x_d(p)(p^2 + 1)}; \quad (3)$$

$$\Delta i_q = - \frac{(\Delta u_q + \psi_{d0} p \Delta \delta) p - \Delta u_d + \psi_{q0} p \Delta \delta}{x_q(p)(p^2 + 1)}. \quad (4)$$

Все обозначения здесь общеприняты. (Активное сопротивление генератора в этих уравнениях не учтено, так как при учете линии эти сопротивления могут быть включены в параметры последней). Если генератор подключен не непосредственно к приемным шинам, а через линию со входным сопротивлением $Z_{11}(p)$, то отклонения напряжений Δu_d и Δu_q на шинах генератора могут быть представлены следующим образом [3].

$$\Delta u_d = \frac{1}{2} [Z_{11}(p+j) + Z_{11}(p-j)] \Delta i_d + \frac{j}{2} \times \\ \times [Z_{11}(p+j) - Z_{11}(p-j)] \Delta i_q + \left\{ u_{q0} + j \frac{i_{d0}}{2} [Z_{11}(p+j) - Z_{11}(p-j)] - \right. \\ \left. - \frac{i_{q0}}{2} [Z_{11}(p+j) + Z_{11}(p-j)] \right\} \Delta \delta; \quad (5)$$

$$\Delta u_q = - \frac{j}{2} [Z_{11}(p+j) - Z_{11}(p-j)] \Delta i_d + \frac{1}{2} \times \\ \times [Z_{11}(p+j) + Z_{11}(p-j)] \Delta i_q + \left\{ -u_{d0} + \frac{1}{2} [Z_{11}(p+j) + \right. \\ \left. + Z_{11}(p-j)] i_{d0} + \frac{j}{2} [Z_{11}(p+j) - Z_{11}(p-j)] i_{q0} \right\} \Delta \delta. \quad (6)$$

где $Z_{11}(p-j)$, $Z_{11}(p+j)$ — входные сопротивления линии, соединяющей зажимы генератора с приемной системой, взятые по смещенным операторам;

u_{d0} , u_{q0} , i_{d0} , i_{q0} — продольные и поперечные токи и напряжения генератора в начальном режиме.

Введя обозначения

$$\frac{Z_{11}(p+j) + Z_{11}(p-j)}{2} = a; \quad j \frac{Z_{11}(p+j) - Z_{11}(p-j)}{2} = b,$$

выражения (5), (6) можно переписать в виде

$$\Delta u_d = a \Delta i_d + b \Delta i_q + (u_{q0} + b i_{d0} - a i_{q0}) \Delta \delta; \quad (7)$$

$$\Delta u_q = -b \Delta i_d + a \Delta i_q + (-u_{d0} + a i_{d0} + b i_{q0}) \Delta \delta. \quad (8)$$

В работе [3] эти уравнения записаны при ориентации осей машины, принятой Парком, но в переменных u , i вид их совпадает с таковым для ориентации, принятой в [2].

Решая совместно (3), (4), (7), (8), получим выражения для отклонений токов с учетом линии.

$$\Delta i_d = \frac{-[(p^2 + 1)x_q(p) + ap - b]G(p)\Delta u_f + [E_{d0} + i_{d0}(x_d - x_q(p))(a + bp)\Delta\delta]}{x_q(p)x_d(p)(p^2 + 1) + (ap - b)(x_d(p) + x_q(p)) + a^2 + b^2} + \frac{i_{q0}[x_q x_q(p)(p^2 + 1) + (ap - b)(x_q + x_q(p)) + a^2 + b^2]\Delta\delta}{x_q(p)x_d(p)(p^2 + 1) + (ap - b)(x_d(p) + x_q(p)) + a^2 + b^2}; \quad (9)$$

$$\Delta i_q = \frac{-(a + bp)G(p)\Delta u_f - E_{d0}[ap - b + (p^2 + 1)x_d(p)]\Delta\delta}{x_q(p)x_d(p)(p^2 + 1) + (ap - b)(x_d(p) + x_q(p)) + a^2 + b^2} + \frac{-i_{d0}[(ap - b)(x_d + x_d(p)) + x_d(p)x_d(p^2 + 1) + a^2 + b^2]\Delta\delta + i_{q0}(a + bp)(x_q - x_d(p))\Delta\delta}{x_q(p)x_d(p)(p^2 + 1) + (ap - b)(x_d(p) + x_q(p)) + a^2 + b^2}; \quad (10)$$

Выражение для электромагнитного момента, обусловленного колебаниями ротора, может быть записано в следующем виде [2]:

$$\Delta M_\psi = \Delta \psi_q i_{d0} + \Delta i_d \psi_{q0} - \Delta \psi_d i_{q0} - \Delta i_q \psi_{d0}.$$

Подставляя значения отклонений магнитных потоков, получим

$$\Delta M_\psi = \Delta i_q (i_{d0} x_q(p) - E_{d0} - i_{d0} x_d) + \Delta i_d i_{q0} (x_q - x_d(p)) - \Delta u_f G(p) i_{q0}. \quad (11)$$

Заменяя в последнем равенстве значения отклонений токов согласно (9), (10), а также меняя оператор p на jv , можно получить выражения для коэффициентов синхронизирующего и демпферного моментов

$$M_s = \operatorname{Re} \frac{\Delta M_\psi(jv)}{\Delta\delta}; \quad (12)$$

$$M_d = \operatorname{Im} \frac{\Delta M_\psi(jv)}{v \Delta\delta}. \quad (13)$$

Для выявления роли линии в самораскачивании работающего через нее генератора нет непосредственной необходимости учитывать автоматическое регулирование, поэтому принимаем $\Delta u_f = 0$. Тогда после сложных преобразований выражения (12), (13) могут быть представлены в следующей удобной для расчета форме:

$$M_s = \frac{E_{d0}^2(CN + C_1 N_1) + E_{d0} i_{d0}(DN + D_1 N_1) + i_{d0}^2(FN + F_1 N_1) + i_{q0}^2(QN + Q_1 N_1)}{N^2 + N_1^2} + \frac{i_{q0}^2(QN + Q_1 N_1)}{N^2 + N_1^2}. \quad (14)$$

$$M_d = \frac{E_{d0}^2(C_1 N - C N_1) + E_{d0} i_{d0}(D_1 N - D N_1) + i_{d0}^2(F_1 N - F N_1) + i_{q0}^2(Q_1 N - Q N_1)}{v(N^2 + N_1^2)} + \frac{i_{q0}^2(Q_1 N - Q N_1)}{v(N^2 + N_1^2)}. \quad (15)$$

Принятые обозначения

$$N = (ck - c_1 k_1)(1 - v^2) + l(k + c) - l_1(k_1 + c_1) + m;$$

$$N_1 = (c_1 k + ck_1)(1 - v^2) + l_1(k + c) + l(k_1 + c_1) + m_1;$$

$$C = l + (1 - v^2)k;$$

$$C_1 = l_1 + (1 - v^2)k_1;$$

$$D = c_1 [l_1 + (1 - v^2)k_1] - [l + (1 - v^2)k](c - 2x_d) + lk - l_1 k_1 + m;$$

$$D_1 = -c_1 [l + (1 - v^2)k] - [l_1 + (1 - v^2)k_1](c - 2x_d) + lk_1 + l_1 k + m_1;$$

$$F = (x_d - c)[l(x_d + k) - l_1 k_1 + kx_d(1 - v^2) + m] + c_1 [l_1(x_d + k) + k_1 [l + x_d(1 - v^2)] + m_1];$$

$$F_1 = (x_d - c)[l_1(x_d + k) + k_1 [l + x_d(1 - v^2)] + m_1] - c_1 [l(x_d + k) - l_1 k_1 + kx_d(1 - v^2) + m];$$

$$Q = (x_q - k)[l(x_q + c) - l_1 c_1 + x_q c(1 - v^2) + m] + k_1 [l_1(x_q + c) + c_1 [l + x_q(1 - v^2)] + m_1];$$

$$Q_1 = (x_q - k)[l_1(x_q + c) + c_1 [l + x_q(1 - v^2)] + m_1] - k_1 [l(x_q + c) - l_1 c_1 + cx_q(1 - v^2) + m],$$

где

$$l = \operatorname{Re}(ajv - b); \quad k = \operatorname{Re} x_d(jv);$$

$$l_1 = \operatorname{Im}(ajv - b); \quad k_1 = \operatorname{Im} x_d(jv);$$

$$m = \operatorname{Re}(a^2 + b^2); \quad c = \operatorname{Re} x_q(jv);$$

$$m_1 = \operatorname{Im}(a^2 + b^2); \quad c_1 = \operatorname{Im} x_q(jv).$$

Рассмотрим возможность использования для расчета самораскачивания выражения для демпферного момента при работе генератора через длинную линию.

Коэффициент демпферного момента имеет ясный физический смысл только в уравнениях механических колебаний ротора при наличии демпфирующих сил, пропорциональных скорости. Эти уравнения второй степени и коэффициент демпферного момента являются бесспорным критерием рассматриваемого вида устойчивости, что вытекает из решения самих уравнений.

А. А. Горевым с большой степенью точности была доказана справедливость этого критерия для случая работы генератора на шины бесконечной мощности, описываемого уравнением пятой степени.

Возможность применения этого критерия в более сложных случаях, например, при работе генератора через длинную линию, можно доказать следующим. Построением годографа Михайлова для заведомо устойчивых систем можно убедиться, что при любом характере линии в зоне частот $0 \text{--} 0,05$ этот годограф всегда лежит выше горизонтальной оси. С приближением системы к неустойчивой зоне кривая снижается и в пределе проходит через начало координат. Это соответствует переходу через нуль вещественной части комплексного корня (при указанных выше пределах частоты), т. е. началу самораскачивания.

Эксперимент и расчеты показывают, что частота самораскачивания генераторов независимо от характера линии электропередачи лежит в пределах $0,017 \text{--} 0,042$. Отсюда следует, что коэффициент демпферного момента, определенный при собственной частоте, для устойчивых систем положителен и может служить приближенным критерием самораскачиваемости системы.

Определить аналитически собственную частоту качания при работе генератора через линию с распределенными параметрами невозможно и в этом нет необходимости. Проще и, с точки зрения поставленной за-

дачи, точнее определить подбором частоту колебаний ν по уравнению

$$-I\nu^2 + M_d = 0 \quad (16)$$

и затем при полученной частоте вычислить M_d .

Этот путь имеет математическое обоснование. Частота, определенная по выражению (16), не будет собственной частотой колебаний, но это будет частота, которая могла быть собственной, если бы при ней удовлетворялось равенство $M_d = 0$. Поэтому величина коэффициента демпферного момента, определенная при этой частоте, показывает, насколько демпферный момент отличается от значения, при котором полученная частота могла бы быть собственной.

Вместе с тем эта же величина показывает, насколько коэффициент демпферного момента отличается от значения, при котором уравнение (1) могло бы иметь корень с вещественной частью, равной нулю, т. е. система находилась бы на пределе устойчивости по самораскачиванию.

Полученная таким путем зависимость демпферного момента от нагрузки будет несколько отличаться от зависимости, полученной при собственной частоте, но характер этой зависимости, а тем более знак демпферного момента будут аналогичными. С приближением системы к пределу устойчивости эти зависимости будут сближаться и в пределе, т. е. в точке $M_d = 0$, совпадут, так как при этом частота, полученная по уравнению (16), будет собственной.

Уравнение (16) в общем случае может иметь бесконечное число корней, но при исследовании самораскачивания достаточно определить лишь первый, наименьший (положительный) корень, обычно лежащий в пределах 0,01 ÷ 0,042. (Значения остальных корней гораздо больше, а практика и исследования на модели показывают, что качания роторов генераторов ввиду их больших инерций при этих частотах не наблюдаются).

В качестве примера, иллюстрирующего описанный метод, рассмотрено самораскачивание генератора, работающего на шины бесконечной мощности через линию полуволновой длины. Линия принята неискажающей со следующими параметрами:

$$x_0 = 0,283 \text{ ом км}; \quad r_0 = 0,011 \text{ ом/км}; \quad b_0 = 4,13 \cdot 10^{-6} \text{ 1/ом км}; \quad q_0 = 0,161 \cdot 10^{-6} \text{ 1/ом км}.$$

Параметры генератора $x_d = x_q = 1$; $x'_d = 0,15$; $T_{d0} = 1500 \text{ рад}$; $I = 4870 \text{ рад}$. Успокоительные контуры генератора не учитывались.

Приведенные выше выражения при этом упрощаются и принимают вид

$$M_s = E_{d0}^2 \frac{CN + C_1 N_1}{N^2 + N_1^2} + E_{d0} i_{d0} + i_{q0}^2 \frac{QN + Q_1 N_1}{N^2 + N_1^2}; \quad (17)$$

$$M_d = E_{d0}^2 \frac{NC_1 - N_1 C}{\nu(N^2 + N_1^2)} + i_{q0}^2 \frac{Q_1 N - Q N_1}{\nu(N^2 + N_1^2)}. \quad (18)$$

Здесь

$$c_1 = 0; \quad c = x_q; \quad k + jk_1 = \frac{x_d + jx'_d T_{d0} \nu}{1 + jT_{d0} \nu};$$

$$l + jl_1 = j\nu \text{th} \left(j\nu + \frac{r_0}{x_0} \right) \pi; \quad m + jm_1 = \text{th}^2 \left(j\nu + \frac{r_0}{x_0} \right) \pi.$$

На рис. 1 (кривая I) приведена зависимость частоты, полученной из выражения (16), от угла δ для рассматриваемой линии. На этом же рисунке для сравнения показана аналогичная зависимость (кривая II), полученная без учета переходных процессов в линии (линия при этом

замещалась продольным и поперечным активными сопротивлениями в соответствии с коэффициентами передачи ее при синхронной частоте). И, наконец, приведен график зависимости собственных частот (кривая III), полученных по выражениям, предложенным А. А. Горевым [1]. Последняя кривая получена также без учета переходных процессов в линии.

На рис. 2 приведены соответствующие зависимости от угла δ коэффициентов демпферных моментов. Как видно из этих графиков, зависимости, снятые при собственной частоте (кривая III), и при частоте, полученной из равенства (16), очень близки. При более точном подсчете разница между ними еще меньше, в точке пересечения горизонтальной оси они должны совпадать. Точка совпадения должна быть и у кривых II,

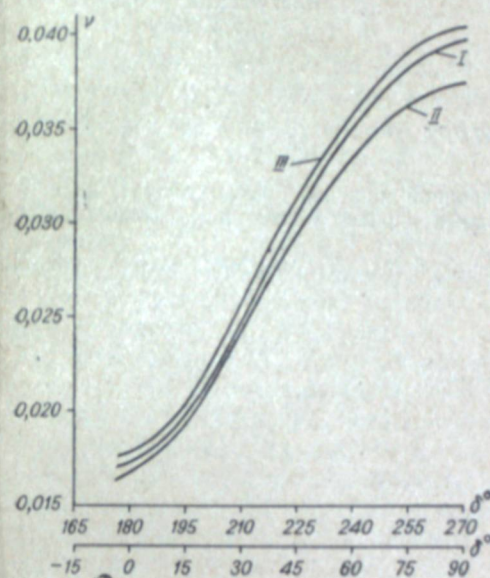


Рис. 1.

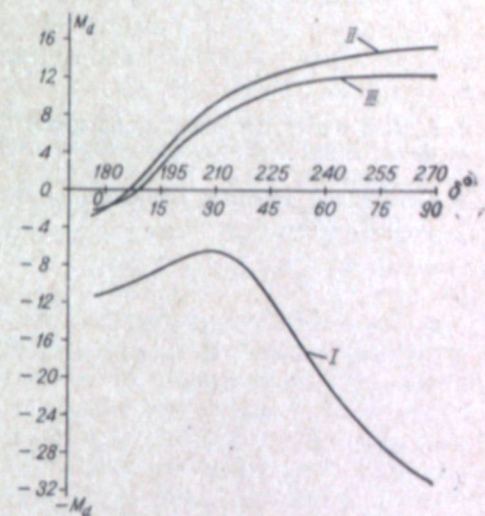


Рис. 2.

III на рис. 1, поскольку частота, при которой $M_d = 0$, на этих кривых имеется. Кривая I на рис. 2 показывает зависимость коэффициента демпферного момента от угла δ для полуволновой линии. Вид этой кривой очень своеобразен. Во-первых, коэффициент демпферного момента отрицателен при любых углах; во-вторых, начиная с некоторых углов, этот коэффициент не только не увеличивается, а, наоборот, уменьшается. Если учтем успокоительные контуры и сопротивления рассеяния трансформаторов, вид этой кривой изменится (появится широкая зона устойчивой работы), однако значительное отличие от аналогичной кривой, полученной без учета переходных процессов в линии, сохранится, подтверждая важную роль последних в самораскачивании генератора.

Интересно отметить, что в приведенном примере, если не учитывать переходные процессы в линии, коэффициент при i_{q0}^2 в выражении (18) остается положительным при всех рассмотренных значениях δ , в то время как для полуволновой линии с увеличением нагрузки знак этого коэффициента меняется с положительного на отрицательный. Поэтому, если при работе генератора через чисто активное сопротивление рассматриваемая характеристика демпферного момента, снятая при постоянной частоте [2], в какой-то мере соответствует действительности, то для линии полуволновой длины этого сказать нельзя.

ВЫВОДЫ

1. Учет переходных процессов в линии существенно сказывается на результатах проверки на самораскачивание генераторов, работающих через длинные линии электропередач. Необходимо продолжить исследование этого вопроса и выявить при этом роль параметров элементов, электропередачи и факторов режимного характера.

2. Подобные исследования в простейших случаях с достаточной точностью и сравнительно просто могут быть проведены расчетом коэффициентов демпферного момента при частотах, определенных описанным в настоящей работе методом.

Транспортно-энергетический институт
Сибирского отделения АН СССР,
Новосибирск

Поступила в редакцию
5/V 1961

ЛИТЕРАТУРА

1. А. А. Горев, Переходные процессы синхронной машины. Госэнергоиздат, 1950.
2. А. И. Важинов, Основы теории переходных процессов синхронной машины. Госэнергоиздат, 1960.
3. Generalized Hunting Equations of Power Systems, Transactions, AIEE, vol. 71, p. 1095, 1952.

Д. М. ЛИСИН, ПАК ГЫМ СУН

ВЛИЯНИЕ БРИКЕТНОГО УПЛОТНЕНИЯ УГЛЕЙ
НА ПРОЦЕСС ИХ ТЕРМИЧЕСКОЙ ДЕСТРУКЦИИ

Проблема получения металлургического кокса из неспекающихся длиннопламенных (Д), слабоспекающихся газовых (Г6) и бурых углей еще не разрешена. Наиболее успешные технологические поиски в этом направлении основаны на применении давления уплотнения массы угля перед его коксованием (брикетирование) или в ходе этого процесса (формование). Известно, что по первой схеме (брикетирование — коксование) в ГДР работает завод, технологический процесс которого разработан под руководством Е. Раммлера [1]. По второй схеме (нагревание — формование — коксование) у нас работает опытно-промышленная установка, технологические основы которой разработаны под руководством Л. М. Сапожникова [2].

В многочисленных исследованиях рассматриваются вопросы, связанные с влиянием давления уплотнения нагреваемого слоя (брикета, формовки угля) на свойства брикетного или формованного кокса (см. [3]). Вопросы же влияния такого давления или степени уплотнения слоя угля на выходы и состав химических продуктов его пиролиза или не изучались совсем, или рассматривались недостаточно. При этом мы исключаем работы, посвященные влиянию газового давления на выходы и состав конечных жидких и газообразных продуктов пиролиза углей.

Исследования коксования бурых, длиннопламенных и слабоспекающихся газовых углей показали, что определяющим фактором в этом процессе является величина и характер приложения давления уплотнения слоя. Поэтому вопросы влияния давления или степени уплотнения слоя угля на выходы и состав химических продуктов, а также процессы его термической деструкции заслуживают особого внимания. Тем более, что подобного рода исследований еще очень мало, а результаты их противоречивы. А. Шмидт [4] указал, что давление уплотнения слоя угля, изменяя свойства кокса, не влияет на выходы и состав химических продуктов его коксования. По данным И. Трифонова и Г. Тошева [5], давление брикетирования различных углей, равное $10\,000\text{ кг/см}^2$, изменяет их свойства, в частности выходы битума А, выходы продуктов полукоксования, удельные веса угля и кокса.

Очевидно, что только комплексное рассмотрение основных продуктов и явлений процесса термической деструкции углей под влиянием давления уплотнения позволит вскрыть особенности этого процесса и приблизиться к установлению механизма образования кокса из слабоспекающихся и неспекающихся углей. Нами сделана попытка рассмотреть влияние давления уплотнения, в частности давления брикетирования длиннопламенных и слабоспекающихся углей на свойства кокса, а главным образом на продукты и процессы термической деструкции.

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА*

Для исследования были взяты пластовые пробы двух углей: длинно-пламенного Д — пласт Журинский, шахта Журинская 3, лава 73 и слабоопасающегося СС — пласт Мощный, шахта 13, западное крыло. Их технический и элементарный анализы приведены в табл. 1.

Таблица 1

Марка угля	Технический анализ, %			Элементарный состав, %				Характеристика кокса по тигельной пробе
	Ш ^a	А ^c	У ^r	С ^r	Н ^r	Л ^r	(S ^{общ} +O) ^r	
Д	5,23	3,24	44,60	78,73	5,46	2,71	13,10	Порошкообразный
СС	3,25	4,90	25,72	87,00	4,70	2,30	5,90	

Измельченные угли брикетировались без связующего вещества в специальных пресс-формах под гидравлическим прессом при следующих удельных давлениях прессования: 0; 500; 1500; 2500; 4000 и 6000 кг/см².

В первой серии опытов брикеты имели диаметр и высоту 18 мм. В этом случае измельчение угля доводилось до аналитической пробы (0,2 мм). Такие брикеты и исходный уголь подвергались термическому разложению в кварцевой трубке прибора Грея — Кинга [6], дополненной аппаратурой для конденсации воды, дегтя и улавливания газа. В каждом опыте загружалось пять брикетов общим весом 20—22 г, навеска исходного угля составляла 20 г. Трубка с углем помещалась в нагретую до 325°С трубчатую печь. Далее нагрев производился со скоростью 5 град/мин с выдержкой в конце опыта при 600° 15 мин. Отводная часть пиролизной трубки соединялась со стеклянным приемником, в котором находилось 10 мл ксилола для растворения конденсирующихся паров дегтя. Приемник помещался в стакан со льдом и соединялся с газометром. В системе поддерживалось атмосферное давление.

Во второй серии опытов брикеты по высоте имели также 18 мм, а по диаметру — 44 мм. Измельчение угля в этом случае доводилось до 1—0 мм. Такие брикеты загружались в специальный прибор для термического изучения углей (ПТУ-4), разработанный в лаборатории и описанный ранее [7]. Помещенные в стакан прибора уголь или брикеты в количестве 13—14 штук составляли слой угля или брикетов высотой 18 мм, диаметром 160 мм и весом 300 г. Двухсторонний обогрев слоя производился со скоростью 3 град/мин и заканчивался при 735° на поверхности слоя по режиму, представленному на рис. 3 (кривая *t*). Прибор позволял во время опытов фиксировать в динамике высоту нагреваемого слоя, количество выделенного газа, воды и смолы. В системе прибора поддерживалось атмосферное давление.

Продукты термической обработки угля и брикетов из прибора Грея — Кинга и ПТУ-4 анализировались: газ в приборе ВТИ-2 на компоненты CO₂; CO; H₂; C₂H₄; C_mH_n; C_nH_{2n+2} + N смола — на компонентный состав с определением карбоидов, асфальтенов, фенолов, органических оснований; коксовый остаток — на технический анализ, удельные веса, пористость, структурную прочность; последняя определялась для коксового остатка из прибора Грея — Кинга по ВИМСу, из ПТУ-4 — методом Д. М. Лисина [8] с определением коэффициента дробимости K_d и прочности «вещества» кокса П_в.

* В экспериментальной работе принимали участие Н. А. Вторушина, А. Я. Гадузо, Г. Г. Русакова, А. И. Трушинский.

СВОЙСТВА КОКСА, ВЫХОДЫ И СОСТАВ ПРОДУКТОВ

Как и следовало ожидать, свойства коксового остатка под влиянием давления уплотнения угля заметно изменились. Прочность полукокса из прибора Грея — Кинга повысилась: если остаток на сите 2,5 мм при испытании в барабане ВИМСа отсутствовал уже после 175 оборотов барабана для коксов, полученных из брикетов при давлении 500 и 1500 кг/см², то при последующем повышении давления брикетирования он вырос и после 250 оборотов соответствовал составу для 2500 кг/см² — 18,2%, 4000 кг/см² — 22,7% и для 6000 кг/см² — 27,3%. Наибольший интерес представляет кокс из прибора ПТУ-4. При испытании его в барабане ИГИ АН СССР выход класса 25—15 мм после 150 оборотов повысился от нуля при 0 и 500 кг/см² до 19,4% при 1500 кг/см², далее соответственно до 27,1% при 4000 кг/см² и до 29,4% при 6000 кг/см². Повышение структурной прочности кокса, полученного из угля Д в ПТУ-4 и испытанного по нашему методу [8], представлено на рис. 1. Из рисунка видно, что коэффициент дробимости кокса понизился с 378 до 292, а прочность «вещества» кокса повысилась от 0,120 до 0,148.

Аналогичные результаты получены и при испытании кокса из угля СС. Однако при тех же условиях по сравнению с коксом из угля Д прочность «вещества» кокса из угля СС оказалась ниже (0,095—0,113), а дробимость выше (453—382). При этом порошкообразный кокс из угля Д получался только при свободной засыпке, и уже при давлении брикетирования 500 кг/см² обнаруживался окускованный кокс; порошкообразный кокс из угля СС сохранялся не только при нуле, но и при давлении брикетирования 500 кг/см²; окускованный кокс был получен только при давлении 1500 кг/см² и то весьма слабый. Это объясняется более жесткой структурой углей СС по сравнению с углями Д.

Таким образом, подтверждается вывод о том, что давление брикетирования неспекающихся углей при их коксовании является одним из определяющих факторов проявления спекаемости неспекающихся углей.

Брикетное уплотнение углей Д и СС изменило не только их спекающие свойства, отразившись на прочностных характеристиках кокса и полукокса, как показано выше. Оно изменило также выходы и состав основных ком-

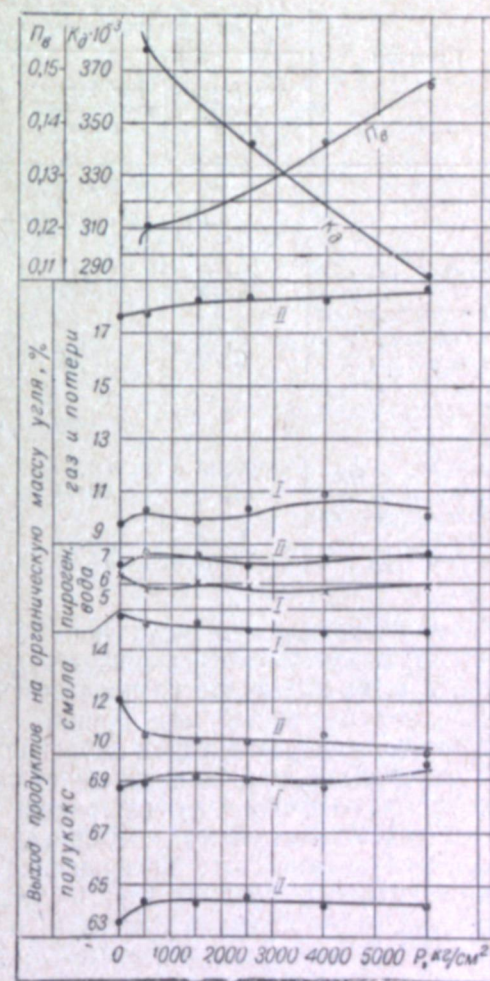


Рис. 1. Изменения прочности коксового остатка и выходов продуктов термического превращения угля Д в зависимости от давления брикетирования.

Опыты поставлены: I — в приборе Грей—Кинга; II — в приборе ПТУ-4.

понентов летучих продуктов термического превращения органической массы этих углей.

На рис. 1 представлены кривые изменения выходов полукокса, смолы, пирогенетической воды и газа с потерями в процентах на органическую массу угля Д как среднее из 3—4 опытов. Из рисунка видно, что при брикетном уплотнении угля Д выходы кокса и газа повышаются, а выход смолы снижается. Изменения выходов пирогенетической воды проявляются нечетко. При этом величины изменений по коксу, смоле и проявляются нечетко. При этом величины изменений по коксу, смоле и проявляются нечетко. При этом величины изменений по коксу, смоле и проявляются нечетко.

Таблица 2

Продукты	Уголь Д			Уголь СС		
	выход продуктов в процентах на органическую массу угля			выход продуктов в процентах на органическую массу угля		
	при давлении 0 кг/см ²	при давлении 500—6000 кг/см ²	разница, %	при давлении 0 кг/см ²	при давлении 500—6000 кг/см ²	разница, %

По прибору Грея—Кинга ($t_k = 600^\circ \text{C}$, 5 град/мин)

Полукок	68,72	69,11	+0,39	83,35	83,60	+0,25
Смола	15,23	14,81	-0,42	8,25	7,90	-0,35
Пирогенетическая вода	6,29	5,85	-0,44	2,16	1,70	-0,46
Газ и потери	9,76	10,23	+0,47	6,24	6,80	+0,56

По прибору ПТУ-4 ($t_k = 735^\circ \text{C}$, 3 град/мин)

Полукок	63,57	64,30	+0,73	77,00	77,22	+0,22
Смола	12,01	10,48	-1,53	4,27	4,80	+0,53
Пирогенетическая вода	6,69	6,97	+0,28	3,87	4,86	+0,99
Газ и потери	17,73	18,25	+0,52	14,86	13,12	-1,74

за счет их компактной упаковки. Развивающиеся при этом усилия не выходят, вероятно, по величине за пределы упругой деформации зерен угля, т. е. не вызывают их пластической остаточной деформации. Очевидно, упругое расширение брикета при снятии нагрузки прессования, возрастающее с увеличением давления брикетирования в пределах упругой деформации, как бы возвращает частично состояние брикета к определенному оптимальному состоянию уплотненности.

С учетом этого в табл. 2 приведены изменения выходов основных продуктов термического превращения углей Д и СС: для опытов без давления брикетирования (при 0 кг/см²) как средние данные из 4 или 6 опытов, для остальных опытов (при давлениях 500, 1500, 2500, 4000 и 6000 кг/см²) как средние данные из 17 опытов для угля Д и 30 опытов для угля СС. Как показывает табл. 2, выходы газа и твердого остатка увеличиваются, а выходы смолы уменьшаются. Однако в одном случае, а именно для угля СС при пиролизе угля в ПТУ-4, наблюдалась обратная картина: выход смолы увеличился при давлении уплотнения угля, а выход газа уменьшился. Причину этого исключения следует искать в составе смолы и газа.

Изменения состава газа при термическом разложении брикетов из углей Д и СС по сравнению с их свободной засыпкой представлены в табл. 3. При рассмотрении данных табл. 3, в которой выходы газа и его составляющих компонентов приведены в миллилитрах, замечаем, что в этих единицах выход газа не уменьшается, в отличие от приведенного выше случая (табл. 2), когда газ был показан в весовых процентах. Во всех опытах термического разложения углей Д и СС выход газа в объемных единицах повышается за счет CO_2 , CO , H_2 и предельных углеводородов. Выход же непредельных углеводородов, в том числе и этилена, снижается (рис. 2). Закономерны также повышения выходов коксовых остатков и их прочностных характеристик в случае брикетного уплотнения углей Д и СС.

Иной характер изменений по сравнению с газом и коксовым остатком обнаружился в наших опытах для смолы. Выход ее при уплотнении углей, за исключением одного случая, понижался. Это исключение относится к углю СС в опытах, поставленных в ПТУ-4 (см. табл. 2), когда выход смолы в виде средних данных для всех опытов с брикетным уплотнением повысился до 4,80% против 4,27%, полученных при свободной засыпке угля в прибор.

Рассмотрим в связи с этим табл. 4, в которой приведены выходы смолы в процентах на органическую массу для всех изучаемых давлений брикетирования при термическом разложении углей Д и СС в нашем приборе (средние данные из 3—4 опытов) и в приборе Грея—Кинга (средние данные из 6 опытов).

Очевидно, неодинаковый характер изменения выходов смолы с давлением брикетирования для углей Д и СС объясняется различными молекулярным составом и структурой органической массы этих углей, находящихся на разной степени метаморфизма, а также различным компонентным составом их смол, который показан в табл. 5.

Из табл. 5 видно, что для угля Д компонентный состав смолы изменяется при брикетном уплотнении угля закономерно. Содержание в смоле карбонидов и асфальтенов с увеличением давления уплотнения уменьшается, а содержание фенолов возрастает (см. рис. 2).

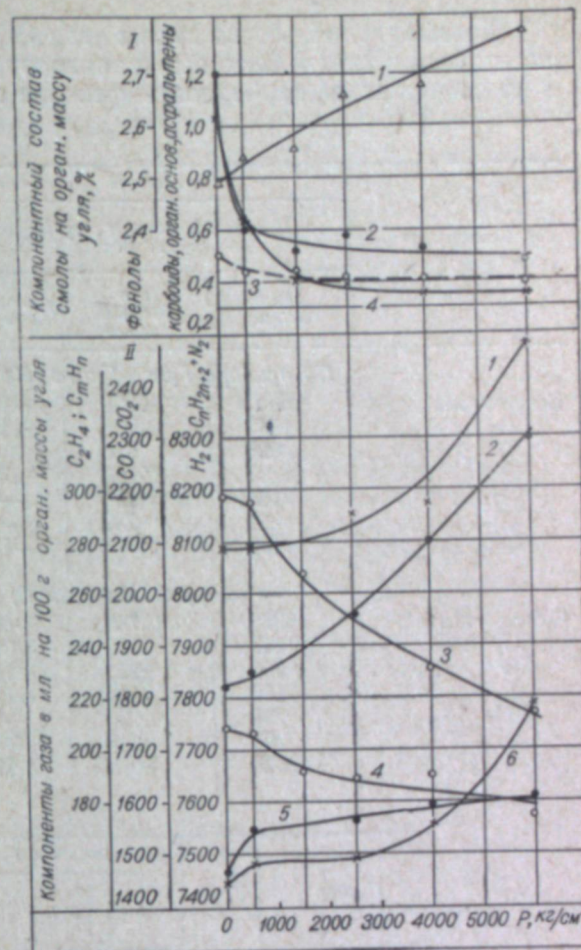


Рис. 2. Изменение состава смолы и газа термического разложения угля Д в зависимости от давления брикетирования.

I. 1 — фенолы; 2 — карбониды; 3 — органические основания; 4 — асфальтены. II. 1 — CO_2 ; 2 — $\text{C}_n\text{H}_n + 2$; 3 — C_mH_m ; 4 — C_2H_4 ; 5 — H_2 ; 6 — SO_2 .

Компонентный состав смолы угля СС под влиянием тех же условий уплотнения и тех же тепловых и аппаратурных условий изменяется иначе и по содержанию карбоидов и фенолов дает обратную картину; смола

Таблица 3

Компоненты газа	Уголь Д			Уголь СС		
	выход газа в мл от 100 г органической массы угля			выход газа в мл от 100 г органической массы угля		
	при 0 кг/см ²	при 500—6000 кг/см ²	разница, мл	при 0 кг/см ²	при 500—6000 кг/см ²	разница, мл
По прибору Грея—Кинга (600° С; 5 град/мин)						
Выход газа . . .	8600	9220	+620	7070	7185	+115
CO ₂	1062	1236	+174	635	682	47
CO	898	945	+ 47	545	585	+40
H ₂	1733	2050	+317	1550	1578	+28
C ₂ H ₄	164	150	-14	90	82	-8
C _m H _n	261	239	-22	125	108	-17
C _n H _{2n+2} + N ₂	4482	4600	+118	4125	4150	+25
По прибору ПТУ-4 (735° С; 3 град/мин)						
Выход газа . . .	19325	19780	+455	16800	17000	+200
CO ₂	1445	1535	+90	904	955	+51
CO	2086	2220	+134	1529	1570	+41
H ₂	7465	7590	+125	6720	6833	+113
C ₂ H ₄	208	190	-18	108	82	-26
C _m H _n	298	245	-53	117	100	-17
C _n H _{2n+2} + N ₂	7823	8000	+177	7422	7460	+38

Таблица 4

Прибор	Уголь	Давление брикетирования, кг/см ²					
		0	500	1500	2500	4000	6000
Грея—Кинга.	Д	15,23	15,03	14,96	14,72	14,66	14,60
	СС	8,28	7,90	8,03	8,01	8,37	7,14
ПТУ-4	Д	12,01	10,77	10,49	10,47	10,73	9,96
	СС	4,27	4,77	5,18	4,83	4,70	4,54

Таблица 5

Давление брикетирования, кг/см ²	Уголь Д				Уголь СС			
	карбоиды, %	асфальтены, %	фенолы, %	органические основ., %	карбоиды, %	асфальтены, %	фенолы, %	органические основ., %
По прибору Грея—Кинга								
0	5,72	10,88	23,38	2,99	4,03	4,33	16,53	3,49
500	4,78	10,53	24,31	2,83	2,84	4,76	16,02	3,26
1500	4,84	9,40	25,87	2,93	2,27	5,34	15,22	3,23
2500	3,74	9,85	26,00	2,76	2,18	4,67	15,27	3,66
4000	3,06	9,45	27,24	3,27	2,32	4,47	15,10	3,54
6000	3,13	9,30	28,15	3,05	2,81	5,11	15,54	3,40
По прибору ПТУ-4								
0	8,62	8,06	19,55	3,94	2,25	2,54	18,24	3,91
500	5,30	5,70	22,50	3,95	1,61	4,48	16,27	4,30
1500	4,76	3,70	23,40	4,06	1,74	5,23	14,93	4,38
2500	5,51	3,71	25,24	3,86	1,50	4,73	15,40	4,32
4000	5,09	3,43	26,24	4,00	1,60	3,96	15,70	4,79
6000	4,85	3,58	28,53	3,97	1,88	3,72	15,14	4,68

из прибора Грея—Кинга имеет повышенное содержание карбоидов, а содержание фенолов до давления 2500 кг/см² — пониженное. Содержание асфальтенов в смоле до давления 1500 кг/см² повышается, а далее (выше этого давления) снижается. В этом специфика термической деструкции угля СС по сравнению с углем Д. Детально этот вопрос будет рассмотрен в отдельной статье.

Таким образом, брикетное уплотнение неспекающихся углей Д и СС не только повышает прочность коксового остатка, но изменяет также выходы и состав химических продуктов термической деструкции органической массы углей и в связи с этим их спекаемость.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ И ВЫВОДЫ

Эти изменения обусловлены увеличением плотности нагреваемого слоя (брикета), которая развивает в слое контактную поверхность между угольными зернами и изменяет при этом ее реагирующие свойства. Повышение теплопроводности слоя [9] играет меньшую роль. В результате развития контактирующей поверхности и повышения ее реакционной способности, а также определенного изменения диффузионных свойств слоя изменяются направления и скорости реакций термической деструкции органической массы углей и, очевидно, увеличивается степень вторичных реакций. В этом комплексе воздействий процессы деструкции органического материала ускоряются, а реакции конденсации промежуточных продуктов растягиваются или сдвигаются по времени процесса (но не по степени разложения).

Рассмотрим в этой связи экспериментальные данные для угля Д (рис. 3). Уровень плотностей исходного слоя и слоя, измененного по ходу процесса, показан на рисунке кривыми γ . Заметим, что величина плотности для брикетного слоя (γ_2 при давлении брикетирования 500 и γ_3 при давлении 5000 кг/см²) заметно выше таковой для слоя свободной засыпки γ_1 . Разница между плотностями γ_2 и γ_1 больше, чем между плотностями γ_3 и γ_2 почти в 2 раза. Следовательно, разница между состоянием брикетов, полученных при давлении брикетирования 500 кг/см², и исходной засыпкой больше, чем между брикетами, полученными при 5000 и 500 кг/см².

Кривыми скоростей выделения газа v_r и смолы v_c показано влияние брикетного уплотнения угля Д на характер изменения скоростей реакции деструкции и конденсации. При этом рассматривается образование смолы как продукта главным образом процессов деструкции угольного вещества, а компонентов газа — как продуктов процесса конденсации [10]. Увеличение скоростей выделения смолы при брикетном уплотнении угля (рис. 3, кривые 2а, 3а) значительное по сравнению со скоростью ее выделения при свободной засыпке угля (кривая 1а). При этом максимумы скоростей всех трех кривых выделения смолы находятся в одном интервале времени процесса — 60—100 мин, что соответствует для данного режима в приборе ПТУ-4 360—475° С. Иначе происходит выделение газа, максимальные величины его скоростей при брикетном уплотнении угля (кривые 2 и 3) несколько уменьшаются по величине и растягиваются во времени по сравнению с таковыми для свободной засыпки угля (кривая 1).

Закономерность изменения характера выделения смолы и газа под влиянием брикетного уплотнения угля более наглядно представлена в верхней части рис. 3 удельными скоростями выделения смолы w_c (кривые 1а, 2а, 3а) и газа w_r (кривые 1, 2, 3), полученными из кинетиче-

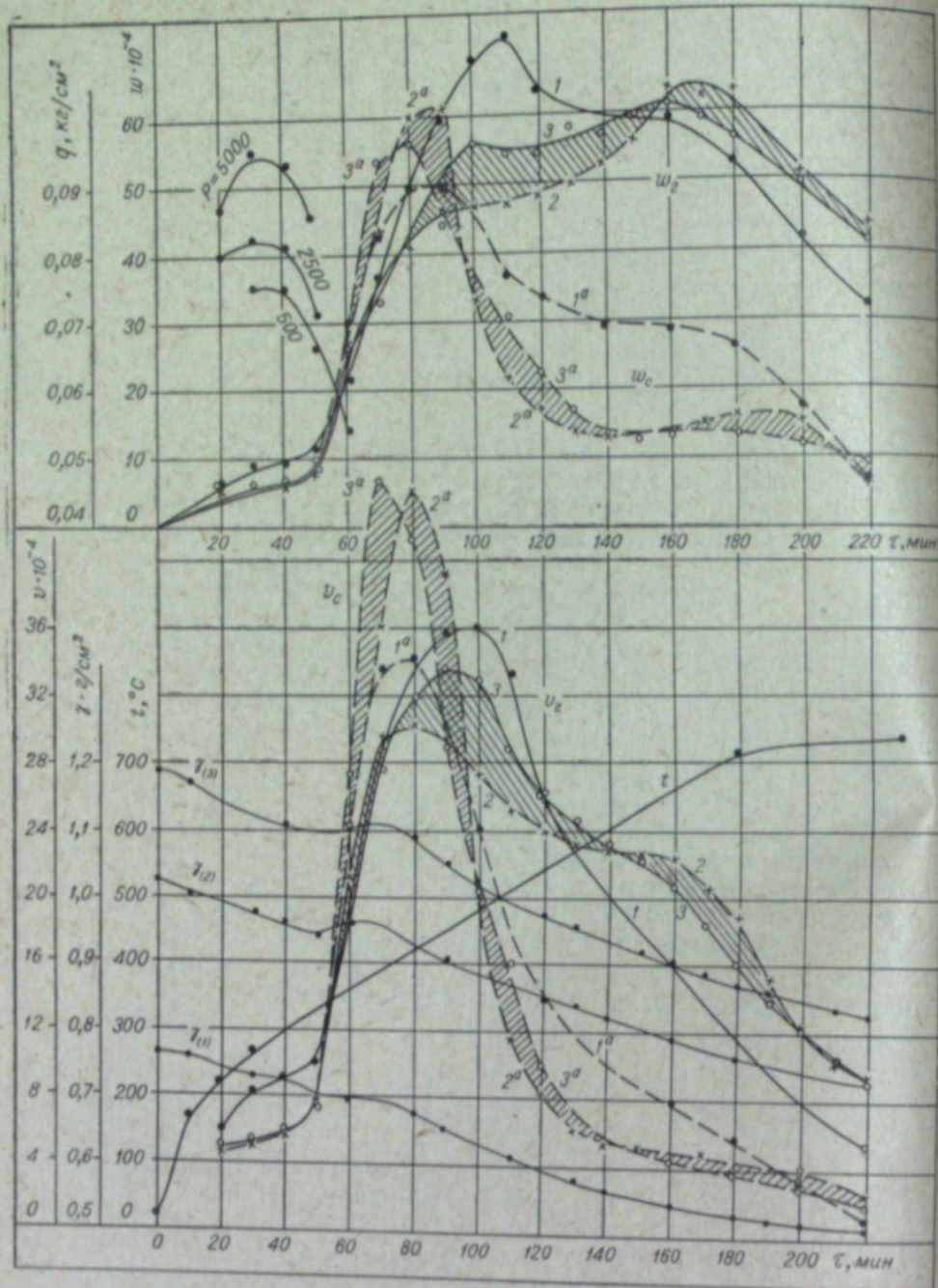


Рис. 3. Изменения во времени основных характеристик процесса термического разложения угля Д в зависимости от давления его брикетирования.
 t — температура нагревания; γ — плотность нагреваемого слоя в $г/см^3$; 1 — при 0; 2 — при 500; 3 — при 5000 $кг/см^2$; v_g (1, 2, 3) — скорости выделения газа соответственно при 0, 500 и 5000 $кг/см^2$; v_c (1 а, 2 а, 3 а) — скорости выделения смолы при тех же давлениях брикетирования; w — удельные скорости выделения газа (w_g) и смолы (w_c) при тех же условиях; q — напряженность слоя в $кг/см^2$.

ских уравнений первого порядка для летучих продуктов разложения угольного вещества и их основных компонентов.

$$v = \frac{d\alpha}{d\tau} = w(1 - \alpha); \quad (1)$$

$$v_g = \frac{d\alpha_g}{d\tau} = w_g(1 - \alpha); \quad (2)$$

$$v_c = \frac{d\alpha_c}{d\tau} = w_c(1 - \alpha); \quad (3)$$

где α , α_g , α_c — относительные количества летучих продуктов превращения угля как степени его разложения: α — всех летучих, α_g — газа, α_c — смолы;
 τ — время процесса в минутах;
 w , w_g , w_c — коэффициенты скоростей процесса, рассматриваемые как удельные скорости выделения летучих в целом w и их составляющих по газу w_g и смоле w_c .

Кривые w более четко, чем кривые v , фиксируют, что скорости суммарных реакций термического превращения органической массы угля при его брикетном уплотнении изменяются закономерно и различно для высокомолекулярных продуктов разложения (паров смолы) и низкомолекулярных продуктов конденсации (суммы компонентов газа). Из рис. 3 видим, что максимальные величины удельных скоростей выделения смолы из брикетов (кривые 2 а и 3 а) больше, чем те же величины для смолы свободной засыпки угля (кривая 1 а), а интервал максимумов всех трех кривых, как и для кривых v_c , примерно один и тот же. Газовые кривые удельных скоростей w_g указывают на иной характер изменения суммарных реакций, связанных с образованием продуктов CO_2 , CO , H_2 ,

непредельных и предельных углеводородов и др. Максимальные скорости выделения газа из брикетов (кривые 2 и 3) уменьшаются и перемещаются по времени в более высокую температурную зону по сравнению с максимумом скорости засыпки угля (кривая 1). Кривые 2 и 3, с одной стороны, и кривая 1, с другой, как бы противоположны по характеру. Кривая 1, образовав максимум на 110-й минуте процесса (540°), далее постепенно снижается примерно до 160-й минуты (660°), после чего скорость падает более резко. Кривые 2 и 3 показывают высокие скорости (но не максимумы) примерно к 90—100-й минуте (470°), а далее, примерно к 160—170-й минуте ($660—690^\circ$), постепенно повышаются до максимальных значений.

Эту закономерность изменения характера реакций при брикетном уплотнении неспекающихся углей выражают также кривые соотношений относительных количеств выделяющихся смолы и газа (ψ) и

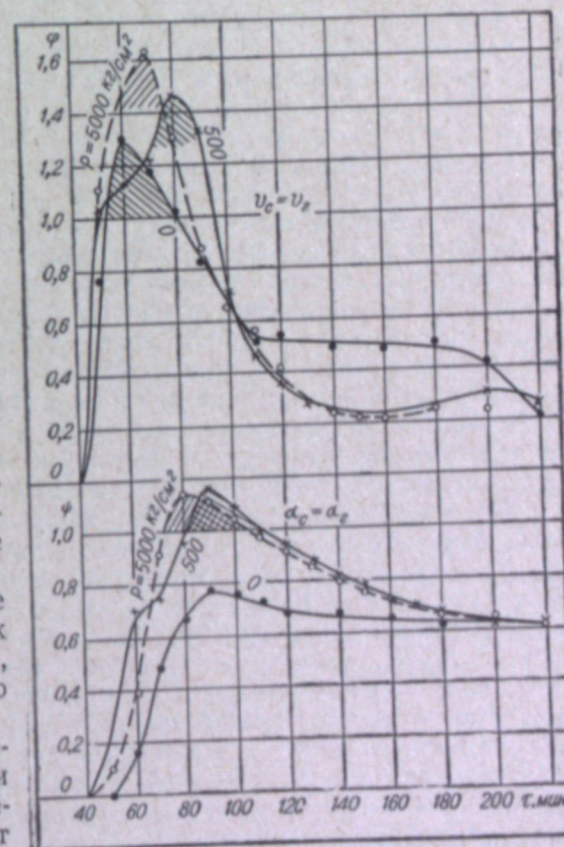


Рис. 4. Изменения во времени соотношений между смолой и газом по степени (ψ) и скорости (ϕ) термического разложения угля Д.

их скоростей (φ), изображенные на рис. 4. При свободной засыпке угля отношение α_c к α_r во всем процессе не достигает значения единицы; максимум его находится на уровне 0,77. При разложении брикетов это отношение превышает единицу и достигает значений 1,14—1,16, т. е. увеличивается в полтора раза. При этом максимальные значения φ смещаются для брикетов влево по процессу. Отношение скорости выделения смолы φ при свободной засыпке хотя и превышает по величине 1 (1,30), но меньше отношения φ для брикетов. Для последних максимальные значения φ возрастают от 1,46—1,62 и смещаются вправо по процессу.

Таким образом, брикетное уплотнение неспекающихся углей при их термическом превращении ускоряет реакции образования паров смолы, характеризующие процессы деструкции угольного вещества, и замедляет скорости реакций образования газообразных продуктов, смещая их максимумы, которые характеризуют в основном процессы конденсации. Реакции, отражающие процессы конденсации промежуточных продуктов разложения, в случае брикетирования проходят более глубоко, на что указывает увеличение выходов газа и, в частности, H_2 , CO_2 , CO . Именно развитием процессов конденсации в условиях увеличения контактирования поверхностей угольных зерен в слое (брикете) объясняется появление или повышение спекаемости углей Д и СС при их брикетировании. Характерно, что повышение спекаемости происходит наряду с увеличением степени (α_c) и скорости (v_c) разложения углей по выделению смолы, т. е. в условиях ускорения реакции деструкции и замедления, но углубления реакции конденсации.

Интересно отметить, что под влиянием брикетного уплотнения слоя угля при нагревании в нем развиваются явления напряженности, фиксируемые динамометром прибора ПТУ-4 [7], которые для угля Д показаны в верхней части рис. 3. Характерно, что фиксируемая напряженность слоя (в kg/cm^2) проявляется перед выделением смолы, т. е. заметно раньше максимального развития основных процессов химического превращения угля. При этом величина напряженности тем больше, чем больше давление брикетирования (см. рис. 3). Проявление уплотненным слоем напряженности в процессе его нагревания связано с диффузионными явлениями (сопротивление слоя движению выделяющихся газов и продуктов превращения). Величина сопротивления, зависящая от давления брикетирования, обуславливается не только степенью или величиной плотности слоя (упаковкой его зерен), но связана также с явлениями упругой деформации зерен угля [11] и с изменениями состояния поверхностей контактирующих зерен слоя, получивших в этой стадии нагревания определенную подготовку к активной деструкции. Этот вопрос подлежит дополнительному освещению.

Следовательно, давление брикетирования неспекающихся или слабоспекающихся углей при их коксовании (нагревание брикетов) не только влияет на свойства коксового остатка, повышая его прочностные характеристики за счет улучшения спекаемости. Брикетное уплотнение этих углей вызывает также изменения выходов и состава летучих продуктов — газа и паров смолы и, что особенно существенно, изменяет кинетику групповых реакций термического превращения углей — соотношения скоростей реакции термической деструкции и реакций конденсации — и углубляет последние. Именно этими химическими изменениями процесса в условиях более развитой контактной поверхности зерен слоя и увеличенной его плотности обуславливается повышение или проявление спекаемости слабоспекающихся и неспекающихся углей.

Химико-металлургический институт
Сибирского отделения АН СССР,
Новосибирск

Поступила в редакцию
11/XI 1961

ЛИТЕРАТУРА

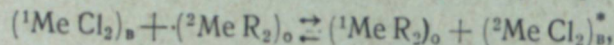
1. E. Rammler, G. Bilkenroth, Herstellung und Eigenschaften von Braun Kohlen Hochtemperatur-Koks. Neue Hutte, 1, Hf. 4, S. 226, 1956.
2. Непрерывное коксование углей. Тр. Ин-та горючих ископаемых АН СССР, т. X, 1959.
3. А. А. Агроскин, Пути расширения угольной базы коксования. Metallurgizdat, 1959.
4. H. Schmidt, Die schwelung unter mechanischem Druch. Brennstoff — Chemie, vol. 38, p. 19, 1957.
5. I. Trifonow, G. Toschew. Anderungen der Eigenschaften der Kohlen nach verpressen unter sehr hohen Druch. Brennstoff — Chemie, XXI, 15 Apr. № 8, S. 85, 1940.
6. Е. Б. Левин, Методы определения параметров, принятых в международной классификации углей. Кокс и химия, № 6, 58, 1957.
7. Д. М. Лисин, К вопросу о закономерностях процесса коксования углей. Изв. СО АН СССР, № 10, 50, 1959.
8. Д. М. Лисин, Прочность пористого тела кокса. Вопросы теории и технологии коксования углей. Тр. ХМИ СО АН СССР, вып. 16, 75, 1961.
9. И. Г. Зубилин, Влияние плотности угольной засыпки на ее теплофизические свойства. Кокс и химия, № 8, 20, 1961.
10. М. Г. Скляр, А. И. Толочко, Н. Ф. Криворучко, Зависимость выхода кокса от скорости нагревания углей. Кокс и химия, № 8, 22, 1961.
11. Д. М. Лисин, В. И. Алехина, Н. А. Вторушина, Влияние давления брикетирования на спекаемость углей. Вопросы теории и технологии коксования углей. Тр. ХМИ СО АН СССР, вып. 16, 35, 1961.

П. И. БОБИКОВ, Л. М. ГИНДИН

ПРОМЫШЛЕННОЕ РАЗДЕЛЕНИЕ МЕТАЛЛОВ
В КОЛОННАХ МЕТОДОМ ОБМЕННОЙ ЭКСТРАКЦИИ

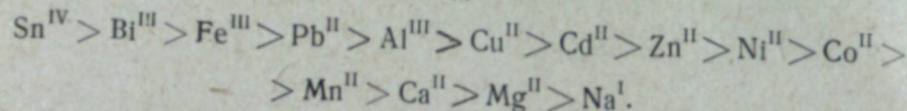
СУЩНОСТЬ ОБМЕННОЙ ЭКСТРАКЦИИ

Сущность обменной экстракции жирными кислотами заключается в том, что между металлами-катионами, растворенными в двух несмешивающихся фазах, происходит обменная реакция, во время которой более кислые металлы преимущественно переходят в органическую фазу, а более щелочные — в водную фазу [1—6]. Например,



где ${}^1\text{Me}$ — более кислый металл; ${}^2\text{Me}$ — более щелочный металл; R — кислотный остаток жирной монокарбоновой кислоты промышленной фракции $C_7 - C_9^{**}$; о и в — индексы, обозначающие органическую и водную фазы. Органическая фаза представляет собой раствор мыл металлов^{***} в жирной кислоте; водная фаза — раствор солей минеральных кислот.

Ряд, в который располагаются металлы по их способности переходить в органическую фазу, имеет вид



В этом ряду самым щелочным металлом является натрий, а самым кислым — олово. В качестве мерила экстрагируемости металлов по обменному механизму можно принять константу равновесия реакции между данным металлом и водородом. Для некоторых пар двухвалентных металлов константа равновесия равна коэффициенту разделения и является постоянной величиной, не зависящей от концентрации обменивающихся металлов, а также от состава фракций жирных кислот (табл. 1).

Коэффициент разделения β выражается математической зависимостью

$$\beta_{1/2} = \frac{y_1}{x_1} \frac{x_2}{y_2}, \quad (1)$$

где x_1 и y_1 — концентрация более кислого металла соответственно в водной и органической фазах; x_2 и y_2 — то же, для более щелочного метал-

* Реакция возможна между металлами иных валентностей.

** В данном случае применялись жирные кислоты фракции $C_7 - C_9$ производства Шебекинского комбината. Возможно применение жирных кислот других фракций.

*** Мыла металлов — соли жирных кислот.

ла. При выражении концентрации в молярных или эквивалентных долях уравнение (1) примет вид

$$\beta = \frac{1-y}{1-x} \frac{x}{y}. \quad (2)$$

Под x и y подразумеваются концентрации более щелочного металла.

Таблица 1

Коэффициенты разделения для некоторых пар металлов

Пары металлов	Коэффициент разделения	Примечание
$\text{Ni}^{II} - \text{Co}^{II}$	1,8	Коэффициент разделения — практически величина постоянная для всего диапазона концентраций
$\text{Zn}^{II} - \text{Co}^{II}$	5,0	
$\text{Cd}^{II} - \text{Co}^{II}$	35,0	
$\text{Co}^{II} - \text{Mn}^{II}$	1,4	
$\text{Cu}^{II} - \text{Co}^{II}$	100—500	Коэффициент разделения является переменным и зависит от концентраций
$\text{Fe}^{III} - \text{Co}^{II}$	>10000	
$\text{Co}^{II} - \text{Na}^I$	100—200	

Концентрации удобнее выражать в эквивалентных долях, а общие количества металлов в фазах — в килограмм- или граммэквивалентах. В этом случае величина, выражающая общее количество металлов в данной фазе, останется при протекании обменных реакций неизменной, что упрощает технологические и аппаратные расчеты (в частности, дает возможность изобразить рабочую линию колонны в виде прямой). Коэффициенты разделения при любом выражении концентраций сохраняют свое значение.

На рис. 1 представлено графическое изображение взаимосвязи равновесных концентраций в фазах для некоторых пар металлов.

Мыла металлов мало растворимы в водной фазе (концентрированный раствор солей минеральных кислот); с другой стороны, большинство катионов в очень незначительной степени переходит в органическую фазу за счет обмена с водородом жирной кислоты (табл. 2 и 3).

Учитывая, что в промышленности применяются высокие концентрации металлов (водная фаза — 3—5 г·эkv/л, органическая — 1,4—1,6 г·эkv/л), можно с достаточной точностью принять, что общее количество металлов в каждой фазе, выраженное в эквивалентах, не изменяется во время обменной реакции. Иными словами, общее количество эквивалентов металлов в каждой фазе сохраняется постоянным.

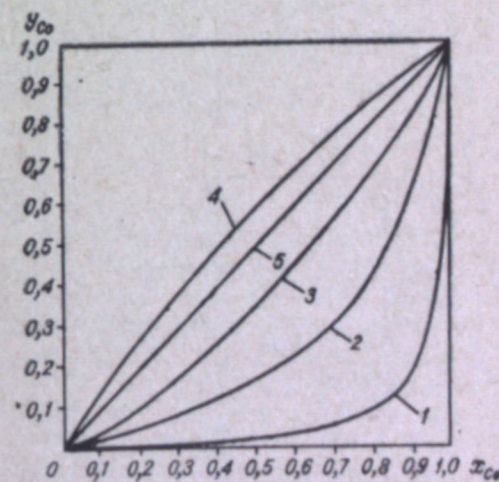


Рис. 1. Кривые равновесных концентраций для некоторых пар металлов.
1 — $\text{Cd}^{II} - \text{Co}^{II}$, $\beta=35,0$; 2 — $\text{Zn}^{II} - \text{Co}^{II}$, $\beta=5,0$;
3 — $\text{Ni}^{II} - \text{Co}^{II}$, $\beta=1,8$; 4 — $\text{Co}^{II} - \text{Mn}^{II}$, $\beta=1,4$;
5 — диагональ квадрата; $t=20^\circ\text{C}$.

Следует отметить, что положение металлов в обменно-экстракционном ряду обуславливается произведением активностей гидроокисей или соответствующих основных солей, т. е. величиной pH их осаждения [3]. Поэтому разделение металлов — своеобразный гидролитический метод разделения, где твердая фаза заменяется второй жидкой фазой — органической. При таком положении фильтрацию можно заменить расслаиванием и ввести непрерывный многоступенчатый процесс. Это позволяет эффективно разделять близкие по свойствам металлы, например кобальт и никель.

Таблица 2

Растворимость мыл металлов в водной фазе, (мыла приготовлены на регенерированной жирной кислоте фракций C_7-C_9)

Мыло	Концентрация мыла, г · экв/л	Растворимость мыла в водной фазе, г · экв/л	Водная фаза содержит, г · экв/л
NaR	1,30	0,050	2,5
CoR ₂	1,14	0,0089	4,5
NiR ₂	1,30	0,0028	5,27
CuR ₂	1,40	не обн.	5,2
FeR ₂	1,44	.	5,4

Экстракционные многоступенчатые процессы проводят в колоннах, где в противотоке движутся благодаря разнице в удельных весах две несмешивающиеся жидкости — органическая и водная фазы. Вверху и внизу колонны устроены сепараторы для расслаивания фаз; с нижнего сепаратора вытекает отстаивающаяся тяжелая фаза (водная), а из верхнего — легкая фаза (органическая).

Регенерация жирной кислоты (реэкстракция) производится минеральной кислотой (HCl или H₂SO₄). Процесс мылообразования — получения мыл металлов (перевод металла из водной фазы в органическую) осуществляется с помощью раствора едкого натра или соды. Реэкстракция и мылообразование проводятся в колоннах или реакторах.

На рис. 2 изображена колонна для разделения металлов. Рассмотрим происходящие в ней процессы на примере разделения кобальта и никеля. В верхнюю часть колонны (реэкстракционная) подается соляная кислота (водная фаза). По мере продвижения вниз соляная

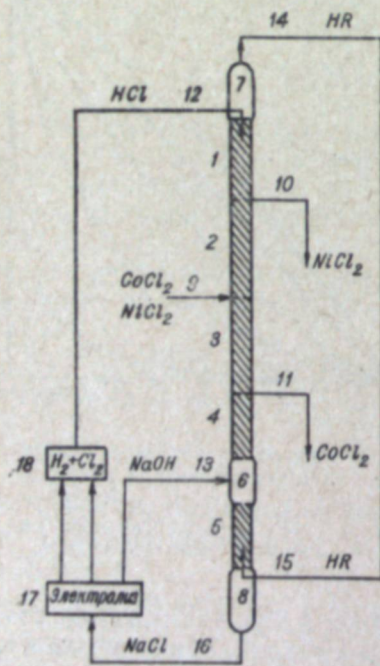
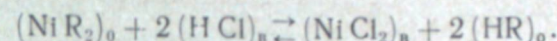


Рис. 2. Колонна для разделения кобальта и никеля

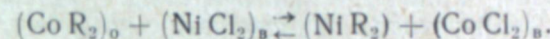
1 — реэкстракционная часть колонны; 2 — никелевая часть колонны; 3 — кобальтовая часть колонны; 4 и 5 — верх и низ мылообразующей части колонны; 6 — реактор мылообразующей части колонны; 7 — верхний сепаратор; 8 — нижний сепаратор; 9 — ввод исходного раствора; 10 — отбор чистого никеля; 11 — отбор чистого кобальта; 12 — ввод соляной кислоты; 13 — ввод щелочи; 14 — слив жирной кислоты; 15 — ввод жирной кислоты; 16 — слив раствора NaCl; 17 — электролиз раствора NaCl; 18 — получение соляной кислоты.

кислота вступает в реакцию с мылом наиболее кислого металла — никеля (реакция реэкстракции):



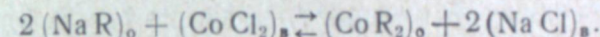
Данная реакция протекает практически до конца. Водная фаза обедняется соляной кислотой и обогащается хлористым никелем. Органическая фаза, наоборот, обедняется никелем и обогащается свободной жирной кислотой. Не содержащая металлов органическая фаза (жирная кислота) вытекает из верхнего сепаратора и возвращается в нижнюю часть колонны (мылообразующую). Внизу реэкстракционной части соляная кислота полностью расходуется и водная фаза превращается в раствор хлорида никеля. В этом месте предусмотрен отбор чистого никеля.

Далее водная фаза протекает через никелевую часть колонны. Содержащийся в водной фазе хлористый никель вступает в обменное взаимодействие с кобальтовым мылом органической фазы, которая перемещается противотоком к водной фазе:

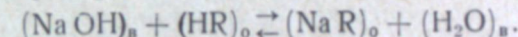


Константа равновесия этой реакции равна 1,8; наличие многих ступеней обмена позволяет провести процесс практически до конца. В нижнем конце никелевой части колонны водная фаза смешивается с исходным раствором и попадает в кобальтовую часть, где процесс обмена никеля на кобальт продолжается до полной очистки кобальта.

Определенная доля чистого хлористого кобальта отбирается в качестве продукта. Остальное количество кобальта поступает в мылообразующую часть колонны, где кобальт из водной фазы переходит в органическую:



Константа равновесия приведенной реакции равна приблизительно 150. Натровое мыло, необходимое для образования кобальтового мыла, получается в реакторе, куда вводится щелочь:



Данная реакция протекает практически до конца.

Водная фаза (раствор хлористого натрия), почти не содержащая кобальта, поступает в нижний участок колонны. Этот участок предназначен для перевода остатков кобальта в органическую фазу для уменьшения потерь натрового мыла со сбросными водами, а также для отмывки эмульгированных примесей из жирной кислоты. Регенерированная реэкстракцией жирная кислота всегда содержит незначительное количество мельчайших капелек водной фазы с растворенными в ней металлами (преимущественно железо и немного никеля).

Водная фаза по высоте колонны благодаря наличию буфера (смесь жирной кислоты с ее солями) имеет плавно изменяющееся значение pH от сильно-кислых сред до $pH=8-9$. Металлы в водной фазе располагаются в тех зонах, pH которых близок к pH осаждения гидроокиси или основной соли данного металла. Более кислый металл не может опуститься с водной фазой в щелочную зону, так как он немедленно перейдет в органическую фазу. Более щелочной металл не может подняться с органической фазой в кислую область, так как здесь немедленно начнется процесс реэкстракции и металл перейдет в водную фазу. Расположение металлов в органической фазе соответствует расположению их в водной фазе (диктуется условиями равновесия и значениями pH).

Для иллюстрации экстракционного ряда и разделяющей способности колонны был поставлен опыт с раствором, содержащим железо, медь, никель и кобальт. Этот раствор одновременно введен в колонну из стекла с прозрачной насадкой. Во время опыта ввод и вывод заданных металлов не производились. Вводились только растворы щелочи и серной кислоты и выводился хлористый натрий. Через определенный промежуток времени, когда процесс в колонне приходил в стационарное состояние, введенные металлы (Fe, Cu, Ni, Co) распределились по высоте колонны — сверху железо, ниже медь, затем никель и кобальт (рис. 3). Прозрачность колонны позволяла визуально наблюдать переходы окрасок (коричневый — Fe, синий — Cu, зеленый — Ni и красный — Co). Границы между железом и медью, а также медью и никелем были резко очерчены (коэффициент разделения >100). Граница между никелем и кобальтом не имела резких очертаний — зеленый цвет плавно переходил в красный (коэффициент разделения 1,8).

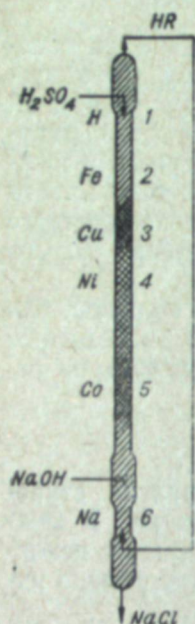
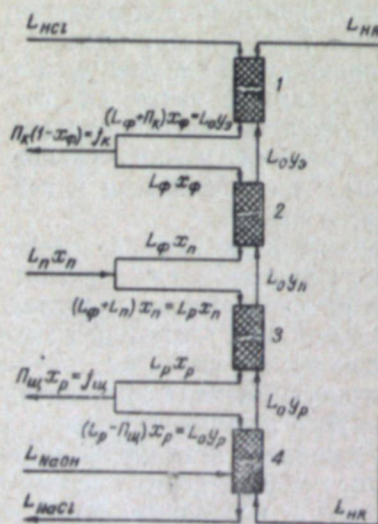


Рис. 3. Распределение металлов по высоте колонны. 1 — зона серной и жирной кислот (грязно-желтая); 2 — зона железа (коричневая); 3 — зона меди (синяя); 4 — зона никеля (зеленая); 5 — зона кобальта (красная); 6 — зона натрия (бесцветная).

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТОКОВ И РАСХОДА РЕАГЕНТОВ РАСЧЕТ ДИАМЕТРА КОЛОННЫ

Схема экстракционной колонны показана на рис. 4. Здесь же обозначены потоки (суммарные количества эквивалентов металлов в фазах) и соответствующие им концентрации в эквивалентных долях (x и y относятся к более щелочному металлу). Потери разделяемых металлов с побочным продуктом и жирной кислотой очень малы и при определении потоков во внимание не принимаются. Заданными и известными величинами считаются количество исходной смеси L_n , ее концентрация x_n , производительность колонны по более щелочному металлу $j_{щ}$ и более кислому металлу $j_{к}$.



концентрация более щелочного металла в конечных продуктах x_p и x_f и коэффициент разделения β .

Рис. 4. Схема потоков экстракционной колонны (для удобства обозначения колонна разбита на части).

1 — рекстракционная часть; 2 — часть колонны более кислого металла; 3 — часть колонны более щелочного металла; 4 — мылообразующая часть. L_o — поток органической фазы; L_f , L_n , L_p — потоки водной фазы в различных местах колонны; P_k — количество конечного продукта (более кислый металл); $P_{щ}$ — количество конечного продукта (более щелочной металл); J_k — отбор более кислого металла; $J_{щ}$ — отбор более щелочного металла; L_{HCl} , L_{NaOH} — потоки исходных реагентов; L_{HR} — поток жирной кислоты; L_{NaCl} — поток побочного продукта. Концентрации в эквивалентных долях; потоки в килограмм- или граммэквивалентах в час (Поток жирной кислоты измеряется в л/час).

Определялись материальные потоки в колоннах, расход реагентов, потери металлов и диаметры отдельных частей колонн. Расчеты коэффициентов массопередачи или единиц переноса (высота колонны) будут рассмотрены в дальнейших сообщениях.

Во время стационарного режима колонны приход металлов равен расходу. Из условий материального баланса для колонн 3 и 4 $j_{щ} = L_p x_n - L_o y_n$ и для колонны 3 $\lambda = L_p / L_o = (y_p - y_n) / (x_p - x_n)$.

После совместного решения приведенных уравнений получим

$$j_{щ} = L_p x_n \left(1 - \frac{y_n}{x_n} \frac{x_p - x_n}{y_p - y_n} \right). \quad (3)$$

Обычно принято характеризовать работу колонн предельной производительностью $j_{пред}$ и относительным отбором — $\Theta = j_{щ} / j_{пред}$ [7]. Предельной производительностью называется производительность колонны бесконечной высоты. В этом случае уходящая органическая фаза в месте ввода питания (исходного раствора) приобретает равновесный состав с поступающей в колонну водной фазой. В действительности колонна имеет конечную высоту, и органическая фаза в месте ввода питания не равновесна с водной фазой, состав органической фазы зависит от производительности колонны (от величины отбора). С учетом сказанного для предельного случая уравнение (3) примет вид

$$j_{пред} = L_p x_n \left[1 - \frac{y_{равн} (x_p - x_n)}{x_n (y_p - y_{равн})} \right]. \quad (4)$$

Для колонн, производящих глубокое разделение, что соответствует практической заинтересованности, $y_p \approx 1,0$ и $x_p \approx 1,0$. Учитывая, что y_p и $x_p \approx 1$, и принимая во внимание уравнение равновесия (2), получим

$$j_{пред} = \frac{L_p x_n (\beta - 1)}{\beta}. \quad (5)$$

Тогда относительная производительность составит

$$\Theta = \frac{j_{щ}}{j_{пред}} = \frac{j_{щ} \beta}{L_p x_n (\beta - 1)}. \quad (6)$$

Задаваясь определенным значением Θ , можно вычислить величину водного потока L_p (значение $j_{щ}$ определено условиями задания на проектирование). Затем определяются другие потоки (см. рис. 4):

$$L_o = L_p - P_{щ} = L_p - j_{щ} / x_p; \quad L_f = L_p - L_n;$$

$$L_{NaOH} = L_{HCl} = L_o; \quad L_{HR}^* = \frac{L_o}{1,6} \quad (1,6 \text{ г экв/л —}$$

рекомендованная ранее суммарная концентрация металлов в органической фазе).

Малое значение Θ требует увеличенного расхода реагентов (NaOH и HCl) на единицу продукции при малой высоте колонны. Высокое значение Θ уменьшает расход реагентов, но требует увеличения высоты колонны. Выбор оптимального значения Θ производится при сравнении капитальных и эксплуатационных затрат. Установлено, например, что для колонн, разделяющих Co и Ni ($\beta = 1,8$), $\Theta_{опт} = 0,8$; при разделении Cu и Ni ($\beta > 100$) $\Theta_{опт} = 0,95$.

* L_{HR} — поток жирной кислоты, рассчитывается в литрах в час.

Добавка жирной кислоты на восполнение технологических потерь определяется из опытных данных. В качестве примера в табл. 4 приведены потери жирной кислоты при разделении кобальта и никеля.

В том случае, когда исходным раствором является органическая фаза с концентрацией более щелочного металла y_n , уравнение относительного отбора следует составлять для более кислой части колонны.

Таблица 4

Потери жирной кислоты фракции C_7-C_9 при разделении кобальта и никеля (средние данные)

Пути потерь жирной кислоты	В виде мыл металлов, г/л	Свободная кислота, г/л	Итого, г/л
С кобальтовым раствором (продукт)	0,6	1,5	2,1
С побочным продуктом (раствор NaCl)	0,04	4,5	4,54

Напишем итоговую формулу для расчета органического потока более кислой части колонны (*L_0):

$$\Theta = \frac{J_k \beta}{^*L_0(1 - y_n)(\beta - 1)} \quad (7)$$

Остальные потоки и расход реагентов рассчитываются из значения *L_0 .

Технологические потери металлов являются заданными величинами, так как требуемая степень чистоты продуктов определяется техническими условиями. Проектируемая аппаратура должна обеспечить соответствующую глубину разделения и потери металлов с побочным продуктом.

Таблица 5

Допустимые потоки в $m^3/час$ на $1 m^2$ пустого поперечного сечения пульсационной колонны, наполненной фарфоровыми кольцами Рашига ($15 \times 15 \times 2,5$) (Колонна расчленена на несколько самостоятельных частей. Частота пульсации для всех частей колонны — 130 циклов в минуту. Разделяемая пара — кобальт и никель)

Наименование частей колонны	Концентрация металла в фазах, г · экв/л		Амплитуда пульсаций, мм	Допустимые потоки фаз		
	орг.	водн.		орг.	водн.	итого
Мылообразующая:						
верх	1,5	4,5	8,0	1,35	4,15	5,5
низ	0—1,5	2,4—4,5	8,0	1,95	3,05	5,0
Кобальтовая	1,5	4,5	9,0	2,00	4,00	6,0
Никелевая	1,5	4,5	9,0	1,40	4,60	6,0
Резекстракционная	0—1,5	0—4,5	7,0	1,00	3,0	4,0

Диаметры отдельных частей колонны определяются по допустимым потокам и по заданной производительности установки. Допустимые потоки устанавливаются опытным путем и измеряются в $m^3/час$ на $1 m^2$ пустого поперечного сечения колонны. В табл. 5 приведены допустимые потоки, замеренные на установке, разделяющей кобальт и никель.

Норильский горно-металлургический комбинат
Институт неорганической химии
Сибирского отделения АН СССР,
Новосибирск

Поступила в редакцию
18/VII 1961

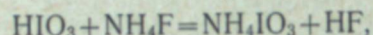
ЛИТЕРАТУРА

1. Л. М. Гиндин, П. И. Бобиков, Э. Ф. Коуба, И. Ф. Копп, А. М. Розен, Н. А. Тер-Оганесов, Н. И. Загарская, Авт. свид. № 114038 (1957).
2. Л. М. Гиндин, П. И. Бобиков, Э. Ф. Коуба, И. Ф. Копп, А. М. Розен, Н. А. Тер-Оганесов, Н. И. Загарская, Докл. АН СССР, 122, № 3, 445 (1958).
3. Л. М. Гиндин, П. И. Бобиков, А. М. Розен, Докл. АН СССР 122, № 2, 295 (1959).
4. Л. М. Гиндин, П. И. Бобиков, Э. Ф. Коуба, А. В. Бугаева, Журн. неорг. хим., V, вып. 8, 1868 (1960).
5. Л. М. Гиндин, П. И. Бобиков, Э. Ф. Коуба, А. В. Бугаева, Журн. неорг. хим., V, вып. 10, 2366 (1960).
6. Л. М. Гиндин, П. И. Бобиков, Э. Ф. Коуба, А. В. Бугаева, Журн. неорг. хим., 6, вып. 12, 2797 (1961).
7. А. М. Розен, Разделение изотопов в колоннах. М., Атомиздат (1960).

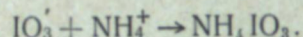
А. А. ОПАЛОВСКИЙ, З. М. КУЗНЕЦОВА, Л. А. ЛУКЬЯНОВА*

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПЯТИОКИСИ ЙОДА
С ФТОРИДАМИ НАТРИЯ И КАЛИЯ**

Исследование системы $\text{NH}_4\text{F}-\text{I}_2\text{O}_5-\text{H}_2\text{O}$ [1] показало, что взаимодействие водных растворов йодноватой кислоты с фтористым аммонием обусловлено образованием йодатов. Фтористых соединений в системе не обнаружено, и вся система в конечном итоге описывается следующим уравнением:



или в общем виде для иона аммония:



В дальнейшем подобные системы изучались с заменой иона аммония на ионы натрия и калия, т. е. методом изотермической растворимости были исследованы системы $\text{NaF}-\text{I}_2\text{O}_5-\text{H}_2\text{O}$ и $\text{KF}-\text{I}_2\text{O}_5-\text{H}_2\text{O}$ (изотерма 25°).

В настоящей работе рассмотрены полученные данные, приведено сопоставление их с данными по системе $\text{NH}_4\text{F}-\text{I}_2\text{O}_5-\text{H}_2\text{O}$ [1], установлены некоторые общие закономерности взаимодействия водных растворов I_2O_5 с фторидами щелочных металлов.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

В качестве исходных материалов использовались пятиокись йода, фтористый калий и фтористый натрий марки ч. д. а. Рабочими растворами служили растворы указанных соединений различных концентраций.

Составы рассматриваемых систем определялись на содержание йода и фтора. Вода находилась по разности. Йод определялся обычным йодометрическим методом [2], фтор — по методу Куртенакера [3, 4]. Предварительные исследования на искусственных смесях показали, что метод Куртенакера вполне применим при определении фтора в смесях, содержащих йодноватую кислоту (табл. 1).

1. Система $\text{NaF}-\text{I}_2\text{O}_5-\text{H}_2\text{O}$. Ввиду сравнительно небольшой растворимости фтористого натрия в воде (4,03% NaF при 25° [5]) прибавление даже насыщенного раствора NaF к насыщенному раствору I_2O_5 сопровождается значительным разбавлением всей системы. Поэтому, несмотря на возможное резкое снижение растворимости пятиокиси йода, последняя не выделяется в твердую фазу. Именно в связи с этим в данном случае не использовался способ приготовления точек системы,

* Л. А. Лукьяновой выполнена экспериментальная работа по системе $\text{NaF}-\text{I}_2\text{O}_5-\text{H}_2\text{O}$.

аналогичный примененному при исследовании системы $\text{NH}_4\text{F}-\text{I}_2\text{O}_5-\text{H}_2\text{O}$ [1], т. е. способ, основанный на сливании водных растворов двух компонентов системы с образованием твердой фазы ввиду резкого снижения растворимости одного из компонентов (I_2O_5). Точки системы готовились следующим образом. К насыщенному раствору пятиокиси йода прибавлялся насыщенный раствор фтористого натрия, раствор упаривался в платиновой чашке на водяной бане до начала выделения осадка, охлаждался, переносился вместе с осадком в тефлоновый стакан,

Таблица 1

Определение фтора по методу Куртенакера в растворах, содержащих йодноватую кислоту.

Взято			Найдено, F', %	Ошибка	
F', %	IO_3^- , %	F' : IO_3^-		абсол., %	относ., %
0,0791	0,0695	1:0,10	0,0796	-0,0005	-0,63
0,0876	0,1738	1:0,22	0,0875	+0,0001	+0,11
0,0904	0,3475	1:0,42	0,0907	-0,0003	-0,33
0,0858	0,6951	1:0,88	0,0856	+0,0002	+0,23
0,0250	2,2782	1:9,85	0,0248	+0,0002	+0,80

Примечание. Средняя относительная ошибка составила ±0,42%.

снабженный мешалкой с гидравлическим затвором, термостатировался при перемешивании в течение 2 ч, после чего отбирались пробы на анализ.

Результаты исследования системы $\text{NaF}-\text{I}_2\text{O}_5-\text{H}_2\text{O}$ сведены в табл. 2 и представлены на треугольной диаграмме Гиббса (рис. 1).

Состав твердых фаз определялся методом остатков Скрейнемакера. В качестве твердой фазы выступает гидрат пятиокиси йода — йодноватая кислота, состав которой подтверждался как лучами Скрейнемакера, так и непосредственным химическим анализом. Твердая фаза отделялась от маточного раствора, отфильтровывалась на воронке

Таблица 2

Система $\text{NaF}-\text{I}_2\text{O}_5-\text{H}_2\text{O}$
(изотерма 25°)

Жидкая фаза, %			Твердая фаза, %		
NaF	I_2O_5	H_2O	NaF	I_2O_5	H_2O
—	73,85	26,15	—	—	—
0,87	73,77	25,36	0,65	86,65	12,86
0,79	51,24	47,97	0,36	71,20	28,44
1,47	46,02	52,51	0,65	82,00	17,35
0,58	40,50	58,92	0,79	83,64	15,57
1,50	35,02	53,48	—	—	—
1,64	31,80	66,56	0,66	81,91	17,43
2,30	28,30	69,40	0,79	80,00	19,21
2,28	18,56	79,16	0,90	53,22	45,88
1,63	17,33	81,06	—	—	—
2,74	15,21	82,05	1,01	56,88	42,11
2,35	13,76	83,89	—	—	—
3,06	11,75	85,19	—	—	—
2,64	5,69	91,67	—	—	—
2,69	4,83	92,48	1,72	42,79	55,49
3,78	3,84	92,48	—	—	—
4,03	0,00	95,97	—	—	—

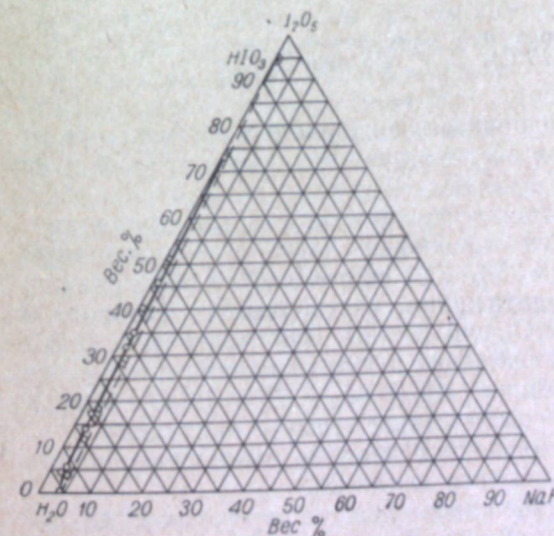


Рис. 1. Система $\text{NaF}-\text{I}_2\text{O}_5-\text{H}_2\text{O}$ (изотерма 25°).

Примечание. Состав твердой фазы HIO_3 .

Бюхнера и промывалась несколько раз этиловым спиртом. По составу твердая фаза соответствует йодноватой кислоте.

Найдено, %: I_2O_5 95,04.

$HI O_3$. Вычислено, %: I_2O_5 94,88.

2. Система $KF-I_2O_5-H_2O$. Предварительные исследования показали, что уже через час в системе достигается равновесие. Пробы на анализ отбирались практически через 2 ч, что вполне гарантировало установление равновесия. Однако следует отметить, что при концентрациях KF , равных 15—45%, были получены точки с повышенным содержанием I_2O_5 при сохранении тех же фаз систем. В этой области вероятно образование пересыщенных растворов. Наблюдаемое явление, очевидно, закономерно для систем подобного типа [6].

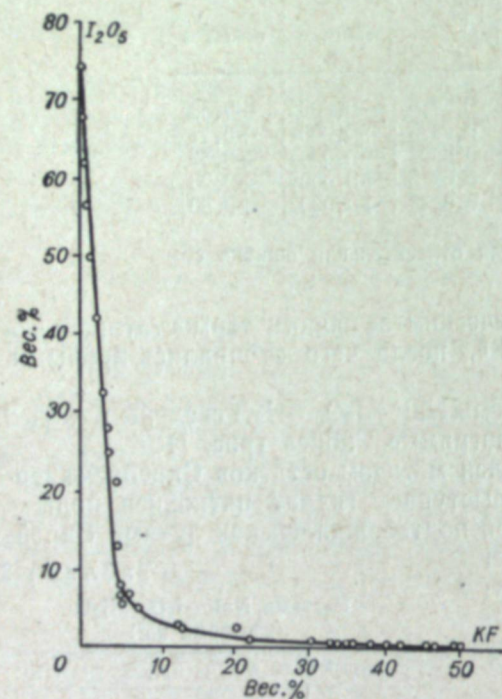


Рис. 2. Растворимость пятиоксида йода в водных растворах фтористого калия (25° С).

Таблица 3
Растворимость I_2O_5 в водных растворах фтористого калия

KF, %	I_2O_5 , %	KF, %	I_2O_5 , %
0,00	73,85	13,20	2,38
0,23	67,67	20,35	2,45
0,37	67,36	22,15	0,85
0,43	61,87	30,33	0,68
0,62	56,11	32,87	0,50
1,19	49,81	32,87	0,58
1,86	42,02	33,77	0,52
2,66	32,39	34,93	0,53
3,45	27,61	35,27	0,54
3,68	24,71	35,68	0,44
4,99	20,82	38,20	0,34
4,71	12,78	40,32	0,38
5,02	7,58	42,26	0,19
5,22	6,50	45,77	0,18
5,58	5,26	46,80	0,65
6,43	6,57	49,35	0,17
6,70	7,03	50,03	0,17
7,53	4,97	50,41	0,00*
12,80	2,53		

* По данным [7].

Изменение растворимости йодноватого ангидрида в зависимости от концентрации фтористого калия в системе представлено в табл. 3 и на рис. 2.

Увеличение концентрации фтористого калия в системе приводит к резкому снижению растворимости пятиоксида йода. Первоначальный участок кривой растворимости (до 33% KF) соответствует образованию в виде твердой фазы гидрата бийодата калия, растворимость которого в воде сравнительно мала (1,13% I_2O_5 при 15° [8]). Взаимодействие бийодата калия с фтористым калием приводит к образованию фтористого соединения бийодата калия состава $KH(IO_3)_2 \cdot KF \cdot 4H_2O$. Второй участок изотермы (33—50% KF) соответствует этому соединению.

Интересно отметить, что аналогичное безводное соединение состава $KH(IO_3)_2 \cdot KCl$ известно для хлористого калия [9].

Твердые фазы системы идентифицировались по химическому анализу выделенных осадков на различных участках кривой растворимости. Осадки отделялись от маточного раствора, отфильтровывались на во-

ронке Бюхнера, промывались этиловым спиртом и высушивались при комнатной температуре. Твердые фазы представляют собой белые мелкокристаллические негигроскопические порошки, которые не изменяются при нагревании до 350°. Их анализ дал основание констатировать формирование в системе твердых фаз двух упомянутых выше составов.

I. $KH(IO_3)_2 \cdot H_2O$.

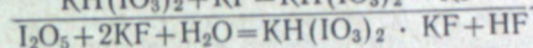
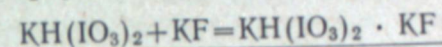
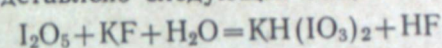
Найдено, %: I_2O_5 81,35.

Вычислено, %: I_2O_5 81,85.

II. $KH(IO_3)_2 \cdot KF \cdot 4H_2O$. Найдено, %: I_2O_5 70,20; F' 3,83; $IO_3' : F' = 2 : 1$.

Вычислено, %: IO_3' 70,13; F' 3,83; $IO_3' : F' = 2 : 1$.

Таким образом, взаимодействие пятиоксида йода с фтористым калием может быть представлено следующей общей схемой:



Следует подчеркнуть, что выделение фтористоводородной кислоты в процессе взаимодействия водных растворов KF и I_2O_5 изменяет компонентность системы, рассматриваемая система является фактически частью четырехкомпонентной системы ($KF-I_2O_5-HF-H_2O$). Поэтому полученный экспериментальный материал не позволял использовать метод остатков Скрейнемакера для установления твердых фаз. Это объясняет целесообразность применения методики их идентификации: выделение твердых фаз на различных участках изотермы. Полного изучения четырехкомпонентной системы $KF-I_2O_5-HF-H_2O$ не проводилось в связи с тем, что полученные авторами данные в сочетании с известными данными для системы $NH_4F-I_2O_5-H_2O$ [10] позволяют без привлечения дополнительного экспериментального материала вполне определенно представить механизм взаимодействия водных растворов KF и I_2O_5 , так как выделившаяся фтористоводородная кислота не влияет на образующиеся твердые фазы*.

Сравнение изученных систем для фторидов аммония [1] и калия показало, что и в том и в другом случае взаимодействие связано с образованием йодатов, причем если в случае системы с фторидом аммония взаимодействие доходит до образования нормального йодата без присоединения фторида аммония, то в случае системы с фторидом калия нормальный йодат не образуется, а к образующемуся первоначально бийодату калия присоединяется в дальнейшем одна молекула фтористого калия. В системе $NaF-I_2O_5-H_2O$ в отличие от двух рассмотренных выше систем ни нормальных, ни кислых йодатов не образуется. Общим для всех трех рассматриваемых систем является резкое снижение растворимости I_2O_5 при незначительном увеличении концентрации фторида.

ВЫВОДЫ

1. Установлена растворимость пятиоксида йода в водных растворах фтористого натрия и фтористого калия.
2. Система $NaF-I_2O_5-H_2O$ характеризуется одной ветвью растворимости, твердая фаза которой — йодноватая кислота.

* Известно, что до концентрации фтористоводородной кислоты порядка 20% в системе $NH_4F-I_2O_5-H_2O$ в форме твердой фазы выступает йодноватая кислота, присоединение NH_4F к $HI O_3$ происходит только в более концентрированных растворах [10].

3. Взаимодействие водных растворов I_2O_5 и KF обусловлено формированием гидрата бийодата калия ($KH(IO_3)_2 \cdot H_2O$) с последующим присоединением одной молекулы KF и трех молекул H_2O ($KH(IO_3)_2 \times KF \cdot 4H_2O$).

4. Взаимодействие водных растворов пятиоксида йода с фторидами щелочных металлов (NH_4F , NaF , KF) сопровождается резким снижением растворимости I_2O_5 при незначительном увеличении концентрации фторида в системе.

Институт неорганической химии
Сибирского отделения АН СССР,
Новосибирск

Поступила в редакцию
15/VII 1961

ЛИТЕРАТУРА

1. А. А. Опаловский, З. М. Кузнецова. Физико-химическое исследование взаимодействия пятиоксида йода с фторидом аммония. Изв. СО АН СССР, № 3, 1962.
2. В. И. Петрашень, Объемный анализ. Госхимиздат, М.—Л., 1946, стр. 243.
3. И. В. Тананаев. Журн. прикл. химии, 6, 939 (1933).
4. A. Kurtenacker, W. Jurenko. Z. für anorg. u. allg. Chem., 82, 210 (1930).
5. Краткий справочник химика, ред. Б. В. Некрасов. Госхимиздат, М.—Л., 1951, стр. 108.
6. P. A. Meerburg. Zeit. anorg. Chem., 45, 324 (1905).
7. В. С. Ятлов, Е. М. Полякова. Журн. орган. химии, 8, 774, 1938.
8. Химические реактивы и препараты, ред. В. И. Кузнецов. ГНТИХЛ, М.—Л., 1953, стр. 68.
9. G. S. Segallas. Ann. Chim. Phys., (2), 43, 121 (1830).
10. Н. С. Николаев, Ю. А. Буслаев. Журн. неорганической химии, 1, № 7, 1672 (1956).

Ю. Б. КЛЕТЕНИК

ЭКСТРАКЦИЯ ТРЕХВАЛЕНТНОГО ЖЕЛЕЗА РАСТВОРАМИ ИЗОАМИЛФОСФОРНЫХ КИСЛОТ

Применение существующих объемных и колориметрических методов количественного определения железа в растворах встречает существенные затруднения при наличии в этих растворах окрашенных катионов (Cu , Cr^{3+} , Co , Ni) или анионов, маскирующих ион железа (F^{1-} , PO_4^{3-} , $C_2O_4^{2-}$ и др.). Для выделения железа из таких растворов применяются как методы осаждения и соосаждения, так и экстракционные методы — экстракция хлоридных комплексов железа из концентрированных солянокислых сред, экстракция роданидных комплексов и др. Все перечисленные методы обладают рядом недостатков, ограничивающих их практическое применение. В связи с этим представляются целесообразными поиски других экстракционных методов выделения железа для его количественного определения.

В настоящей работе сделана попытка использовать для решения этой задачи растворы кислых изоамилфосфорных эфиров.

Факт экстрагируемости трехвалентного железа алкилфосфорными кислотами (АФК) констатируется во многих работах, посвященных применению этих кислот в технологии урана, циркония и других металлов. В некоторых работах [1—3] приводятся коэффициенты распределения железа между водной фазой и растворами АФК в органических растворителях. Эти коэффициенты, как правило, невелики и никакого представления об аналитических возможностях АФК в отношении железа не дают. В литературе сведений о применении экстрагентов этого типа в аналитической химии железа нами не найдено.

Исходя из соображений доступности необходимых реактивов и простоты приготовления экстрагента, а также на основании предварительных опытов по экстракции железа и расслаиваемости фаз при различном составе исходного водного раствора, мы остановились на 1*N* бензольном растворе изоамилфосфорного экстрагента, полученного взаимодействием фосфорного ангидрида с изоамиловым спиртом в бензоле.

Методика приготовления экстрагента состояла в следующем. В стакан, охлаждаемый снаружи водой и снабженный механической мешалкой и термометром, помещалась смесь равных объемов изоамилового спирта и бензола. При непрерывном перемешивании этого раствора к нему постепенно добавлялся фосфорный ангидрид из расчета 60 г P_2O_5 на 100 мл спирта. Фосфорный ангидрид добавлялся с такой скоростью, чтобы температура смеси поддерживалась за счет выделяющегося в процессе реакции тепла в пределах 60—75°. После растворения фосфорного ангидрида реакционная смесь перемешивалась еще 20 мин и переносилась

* Никаких специальных мер предосторожности от попадания влаги в реакционную смесь, обычно рекомендуемых в литературе, не нужно. Фосфорный ангидрид берется в избытке, достаточном для связывания воды, содержащейся в невысушенных спирте и бензоле или попадающей из воздуха.

силась в делительную воронку, в которой десятикратно промывалась дистиллированной водой, подкисленной серной кислотой до 0,3—0,4*N*, порциями, равными объему реакционной смеси до промывок*.

Для определения концентрации алкилфосфорных кислот в колбочку для титрования помещали 2 мл промытого экстрагента, 10 мл дистиллированной воды и несколько капель раствора фенолфталеина. При энергичном встряхивании смесь титровали 0,5*N* водным раствором едкого натра до окрашивания бесцветной эмульсии в малиновый цвет. Затем экстрагент разбавляли бензолом до 1*N* и проверяли его концентрацию титрованием в тех же условиях. Объем полученного 1*N* экстрагента в три-четыре раза превышает объем изоамилового спирта, взятого для синтеза.

В табл. 1 приведены коэффициенты распределения трехвалентного железа между водной фазой (указан исходный состав водной фазы) и 1*N* бензольным раствором экстрагента. В солянокислые, азотнокислые или сернокислые растворы железо вводилось соответственно в виде хлорида, нитрата или сульфата. Данные табл. 1 были получены при следующих условиях. Исходное соотношение объемов водной и органической фаз 1 : 1, температура комнатная ($21 \pm 3^\circ$), продолжительность встряхивания 5 мин (для достижения равновесия вполне достаточно одной минуты встряхивания). Коэффициенты распределения рассчитывались по исходной и конечной концентрации железа в водной фазе. Конечная концентрация железа в водной фазе определялась колориметрированием с роданидом**. Небольшие изменения объемов фаз, происходившие в результате встряхивания (не более 2—3%), при расчете коэффициента распределения не учитывались. Ряд значений коэффициентов распределения приведен в табл. 1 в виде интервалов, в которые укладывались величины, полученные в отдельных определениях. В каждом случае проводилось не менее трех определений, причем использовались растворы экстрагента от трех самостоятельных синтезов. То же относится к цифрам, стоящим рядом со знаком >. В тех случаях, когда проводилось только одно определение, в соответствующем месте таблицы приведена одна полученная величина.

При анализе данных, приведенных в табл. 1, обращает на себя внимание значительное снижение экстракционной способности раствора экстрагента во времени (особенно при экстракции железа из сильнокислых растворов), что указывает на какие-то превращения, которые экстрагент претерпевает в процессе хранения. Этот факт заставил нас подробнее остановиться на вопросе о составе экстрагента и роли основных его компонентов при экстракции железа.

Реакция взаимодействия фосфорного ангидрида с одноатомными спиртами служила предметом ряда исследований [3—6]. Продуктами этой реакции являются моноалкилортофосфорный эфир, диалкилортофосфорный эфир, диалкилпирофосфорный эфир и триалкилфосфат (последний, как правило, в незначительном количестве). Возможно также образование пироэфиров более сложного состава [5].

Триалкилфосфаты наиболее устойчивы. Моно- и диалкилортофосфорные эфиры в отсутствие концентрированных минеральных кислот также устойчивы. Пироэфиры сравнительно легко гидролизуются до моноалкилортоэфиров. Поэтому естественно предположить, что ослабле-

* В некоторых случаях после второй промывки органическая фаза оказывается тяжелее водной. При дальнейших промывках она всплывает.

** Специальные опыты показали, что насыщение воды экстрагентом не оказывает существенного влияния на определение в ней малых количеств железа роданидным методом.

Таблица 1
Коэффициенты распределения железа (III) между водной фазой и 1*N* бензольным раствором изоамилфосфорного экстрагента
(равные объемы фаз, исходная концентрация железа 3 г/л Fe_2O_3)

Состав водной фазы	Время хранения экстрагента после приготовления (в сутках)						
	1	5	10	20	30	60	
N HCl	1	10000—15000	10000—15000	10000—15000	12000	10000	8000
	2	12000	—	8000	5000	3500	—
	3	10000—15000	9000—12000	2500—3000	800—1000	500—600	300—400
	5	3000—3500	500—700	250—350	60—80	40—50	25
	10	20—25	13—16	9—12	5—7	4—7	4
N HNO ₃	1	12000—15000	12000—15000	11000	10000	8000—10000	—
	2	13000	11000	12000	8000	3100	—
	3	11000—13000	11000	10000	3500	2100	—
	5	>10000	8000	5500	2500—3000	2500—3000	—
	10	>10000	>10000	8000—10000	4000	—	—
N H ₂ SO ₄	1	15000—20000	15000—20000	20000	12000	9000	—
	2	15000—20000	—	7000	—	8000	—
	3	15000—20000	10000	5000	5500	3000	700
	5	>10000	7000—9000	1000—1300	1500—2000	1000	110
	10	>5000	2500—3000	500—600	200—300	220	65
20	>3000	2500	—	—	120	—	
NaNO ₃ 200 г/л HCl 1 <i>N</i> NaNO ₃ 200 г/л HCl 1 <i>N</i> Na ₂ SO ₄ · 10H ₂ O 200 г/л HCl 1 <i>N</i> NaCl 300 г/л* NaNO ₃ 300 г/л* Na ₂ SO ₄ · 10H ₂ O 200 г/л*	1	15000—20000	—	12000—15000	—	10000—15000	—
	2	>20000	—	20000—25000	—	20000	—
	3	>20000	—	>20000	—	20000	—
	5	>20000	—	>20000	—	>20000	—
	10	>20000	—	>20000	—	>20000	—

* Получено промывкой нагруженного экстрагента водным раствором, содержащим, кроме соли натрия, хлорное железо в количестве 0,05 г/л Fe_2O_3 .

силась в делительную воронку, в которой десятикратно промывалась дистиллированной водой, подкисленной серной кислотой до 0,3—0,4*N*, порциями, равными объему реакционной смеси до промывок*.

Для определения концентрации алкилфосфорных кислот в колбочку для титрования помещали 2 мл промытого экстрагента, 10 мл дистиллированной воды и несколько капель раствора фенолфталеина. При энергичном встряхивании смесь титровали 0,5*N* водным раствором едкого натра до окрашивания бесцветной эмульсии в малиновый цвет. Затем экстрагент разбавляли бензолом до 1*N* и проверяли его концентрацию титрованием в тех же условиях. Объем полученного 1*N* экстрагента в три-четыре раза превышает объем изоамилового спирта, взятого для синтеза.

В табл. 1 приведены коэффициенты распределения трехвалентного железа между водной фазой (указан исходный состав водной фазы) и 1*N* бензольным раствором экстрагента. В солянокислые, азотнокислые или сернокислые растворы железо вводилось соответственно в виде хлорида, нитрата или сульфата. Данные табл. 1 были получены при следующих условиях. Исходное соотношение объемов водной и органической фаз 1 : 1, температура комнатная ($21 \pm 3^\circ$), продолжительность встряхивания 5 мин (для достижения равновесия вполне достаточно одной минуты встряхивания). Коэффициенты распределения рассчитывались по исходной и конечной концентрации железа в водной фазе. Конечная концентрация железа в водной фазе определялась колориметрированием с роданидом**. Небольшие изменения объемов фаз, происходившие в результате встряхивания (не более 2—3%), при расчете коэффициента распределения не учитывались. Ряд значений коэффициентов распределения приведен в табл. 1 в виде интервалов, в которые укладывались величины, полученные в отдельных определениях. В каждом случае проводилось не менее трех определений, причем использовались растворы экстрагента от трех самостоятельных синтезов. То же относится к цифрам, стоящим рядом со знаком >. В тех случаях, когда проводилось только одно определение, в соответствующем месте таблицы приведена одна полученная величина.

При анализе данных, приведенных в табл. 1, обращает на себя внимание значительное снижение экстракционной способности раствора экстрагента во времени (особенно при экстракции железа из сильноокислых растворов), что указывает на какие-то превращения, которые экстрагент претерпевает в процессе хранения. Этот факт заставил нас подробнее остановиться на вопросе о составе экстрагента и роли основных его компонентов при экстракции железа.

Реакция взаимодействия фосфорного ангидрида с одноатомными спиртами служила предметом ряда исследований [3—6]. Продуктами этой реакции являются моноалкилортофосфорный эфир, диалкилортофосфорный эфир, диалкилпирофосфорный эфир и триалкилфосфат (последний, как правило, в незначительном количестве). Возможно также образование пироэфиров более сложного состава [5].

Триалкилфосфаты наиболее устойчивы. Моно- и диалкилортофосфорные эфиры в отсутствие концентрированных минеральных кислот также устойчивы. Пироэфиры сравнительно легко гидролизуются до моноалкилортоэфиров. Поэтому естественно предположить, что ослабле-

* В некоторых случаях после второй промывки органическая фаза оказывается тяжелее водной. При дальнейших промывках она всплывает.

** Специальные опыты показали, что насыщение воды экстрагентом не оказывает существенного влияния на определение в ней малых количеств железа роданидным методом.

Таблица 1
Коэффициенты распределения железа (III) между водной фазой и 1*N* бензольным раствором изоамилфосфорного экстрагента
(равные объемы фаз, исходная концентрация железа 3 г/л Fe_2O_3)

Состав водной фазы	Время хранения экстрагента после приготовления (в сутках)						
	1	5	10	20	30	60	
N HCl	1	10000—15000	10000—15000	10000—15000	12000	10000	8000
	2	12000	—	8000	5000	3500	—
	3	10000—15000	9000—12000	2500—3000	800—1000	500—600	300—400
	5	3000—3500	500—700	250—350	60—80	40—50	25
	10	20—25	13—16	9—12	5—7	4—7	4
N HNO ₃	1	12000—15000	12000—15000	11000	10000	8000—10000	—
	2	13000	11000	12000	8000	8000	—
	3	11000—13000	11000	10000	3500	3100	—
	5	10000	8000	5500	2500—3000	2100	—
	10	> 10000	> 10000	8000—10000	4000	2500—3000	—
N H ₂ SO ₄	1	15000—20000	15000—20000	20000	12000	9000	—
	2	15000—20000	—	7000	—	8000	—
	3	15000—20000	10000	5000	5500	3000	700
	5	> 10000	7000—9000	1000—1300	1500—2000	1000	110
	10	> 5000	2500—3000	500—600	400—500	220	65
NaNO ₃ 200 г/л HCl 1 <i>N</i> NaNO ₃ 200 г/л HCl 1 <i>N</i> Na ₂ SO ₄ · 10H ₂ O 200 г/л HCl 1 <i>N</i> NaCl 300 г/л* NaNO ₃ 300 г/л* Na ₂ SO ₄ · 10H ₂ O 200 г/л*	1	15000—20000	—	12000—16000	—	10000—15000	10000—13000
	2	> 20000	—	20000—25000	—	20000	—
	3	> 20000	—	> 20000	—	20000	—
	5	> 20000	—	> 20000	—	> 20000	—
	10	> 20000	—	> 20000	—	> 20000	—

* Получено промывкой нагруженного экстрагента водным раствором, содержащим, кроме соли натрия, хлорное железо в количестве 0,05 г/л Fe_2O_3 .

ние экстракционных свойств экстрагента со временем обусловлено гидролизом пирозэфира.

Для проверки этого предположения мы исследовали зависимость экстракционных свойств изоамилфосфорного экстрагента, а также результатов титрования его щелочью как от времени, так и от степени его отмывки водой.

Моноэфир растворим в воде и при промывке экстрагента водой вымывается, тогда как растворимость диэфира в воде очень мала [4, 5, 7]. Литературные данные о растворимости в воде пирозэфиров крайне ограничены [3]. Титрование щелочью смеси моно- и диэфира (как смеси относительно слабых двухосновной и одноосновной кислот) с двумя индикаторами, дающими переход окраски один в кислот, другой в щелочной среде, позволяет определять содержание обоих эфиров [5]. Сделать какое-либо определенное заключение о том, как будет вести себя пирозэфир при титровании экстрагента, содержащего смесь кислых изоамилфосфорных эфиров, на основании имеющихся в литературе сведений [3, 5] нельзя. Поскольку пирозэфир представляет собой двухосновную кислоту, можно было ожидать, что он будет титроваться так же, как и моноэфир.

При титровании изоамилового экстрагента, полученного десятикратной промывкой синтезированной смеси равным объемом воды (условия титрования указаны выше, при описании методики приготовления экстрагента), разница в результатах титрования по метилоранжу и фенолфталеину составляет около 10% общего количества щелочи, пошедшей на титрование по фенолфталеину. 20-кратная промывка сокращает этот разрыв до 4—5%. При длительном (до трех месяцев) хранении как 10-кратно, так и 20-кратно промытого экстрагента разрыв в результатах титрования по метилоранжу и фенолфталеину увеличивается до 30—35%. Даже 50-кратная промывка синтезированной смеси, в результате которой вымывается больше половины эфиров, остающихся после 10-кратной промывки, дает экстрагент, у которого разрыв в результатах титрования по метилоранжу и фенолфталеину, составляющий первоначально не более 2%, с течением времени возрастает в несколько раз.

Эти результаты проверялись нами неоднократно и определенно свидетельствуют о следующем. Во-первых, пирозэфир в отличие от моноэфира слабо вымывается водой; десятикратно промытый экстрагент содержит в основном смесь диизоамилортофосфорного и диизоамилпирофосфорного эфиров, содержащихся в соизмеримых количествах. Во-вторых, при титровании смеси изоамилфосфорных кислот щелочью пирозэфир практически весь оттитровывается по метилоранжу. Последнее становится понятным, если предположить, что пирозэфир является значительно более сильной двухосновной кислотой, чем моноэфир.

При 5-кратной отмывке старого экстрагента равным объемом воды разрыв в результатах титрования по метилоранжу и фенолфталеину сокращается с 30—35% до 3—4%. Способность такого экстрагента извлекать железо из кислых растворов (3*N* и 5*N* HCl, 5*N* и 10*N* H₂SO₄) в результате отмывки от моноэфира изменяется очень мало (остается неизменной в пределах ошибки опыта или даже возрастает на 20—30%), хотя общая концентрация кислых эфиров в экстрагенте в результате отмывки сокращается примерно вдвое.

Свежая синтезированная смесь, однократно промытая подкисленной водой* и затем разбавленная равным объемом бензола (суммарная концентрация диэфиров в ней равна примерно 1*N*), извлекает железо из

* Судя по данным Черняк и Навтанович [3], однократной промывки экстрагента вполне достаточно для очистки его от фосфорной кислоты, некоторое количество которой образуется при синтезе экстрагента.

1*N* HCl с коэффициентом распределения порядка 100. Это говорит о значительном подавлении экстракции железа хорошо растворимым в воде моноэфиром, содержащимся в однократно промытом экстрагенте еще в большом количестве. По мере отмывки экстрагента от моноэфира коэффициент распределения возрастает, достигая после 6—8-кратной промывки величины, приведенной в табл. 1 ($1-1,5 \cdot 10^4$).

В табл. 2 приведены коэффициенты распределения трехвалентного железа между водной фазой и 1*N* бензольным раствором изоамилфосфорного экстрагента, освобожденного от пирозэфира гидролизом* с последующей 10-кратной водной отмывкой от моноэфира. Условия получения этих данных совершенно аналогичны описанным для табл. 1. Единственное отличие состояло в увеличении времени встряхивания до 1 ч (с экстрагентом, свободным от пирозэфира, равновесие устанавливается значительно медленней, особенно в случае сернистых растворов). Неожиданный рост коэффициента распределения при переходе от 5*N* HCl

Таблица 2

Коэффициенты распределения железа (III) между водным раствором кислоты и 1*N* бензольным раствором диизоамилортофосфорной кислоты, очищенной от примеси пирозэфира (равные объемы фаз, исходная концентрация железа 3 г/л Fe₂O₃)

Кислота	Концентрация кислоты, экв/л					
	1	2	3	5	10	20
HCl	2500—3000	760—850	170—180	1,0—1,2	6—7	—
H ₂ SO ₄	3600—4000	1900—2100	550—600	200—300	33—36	12—13

к 10*N* объясняется, по-видимому, экстракцией хлоридного комплекса железа (в процессе гидролиза в экстрагенте может накопиться значительное количество свободного спирта). В результате 2-месячного хранения гидролизованного экстрагента его способность экстрагировать железо из кислых растворов, нормальность, разрыв в результатах титрования по метилоранжу и фенолфталеину (2—3%) в пределах ошибки опыта не изменяются, что говорит об отсутствии заметного количества неустойчивого пирозэфира.

Сравнивая данные табл. 1 и 2, можно заметить, что коэффициенты распределения железа для экстрагента, свободного от пирозэфира, являются как бы тем пределом, к которому стремятся коэффициенты распределения для негидролизованного экстрагента в процессе его старения.

50-кратно промытый негидролизованный экстрагент дает для 1*N* HCl, 3*N* HCl и 20*N* H₂SO₄ коэффициенты распределения железа, равные соответственно 5000, 1000 и 180 (снижающиеся после месячного хранения экстрагента до 4000, 700 и 50). Эти величины ориентировочно соответствуют коэффициентам распределения для 10-кратно промытого экстрагента, хранившегося в течение месяца.

Приведенные данные позволяют судить о роли основных компонентов экстрагента, полученного синтезом из фосфорного ангидрида и изоамилового спирта, при экстракции трехвалентного железа из кислых сред. Пирозэфир экстрагирует железо наиболее сильно. Полнота извлечения железа из сильноокислых растворов и изменение свойств экстрагента во времени определяются содержанием в нем пирозэфира**. Диизоамилорто-

* Условия гидролиза: 6 ч нагревания синтезированной смеси до 70—75° с 6*N* HCl при непрерывном перемешивании.

** Поскольку пирозэфир не выделялся в индивидуальном состоянии, речь идет об экстракции им в присутствии диизоамилортофосфорного эфира.

фосфорный эфир экстрагирует железо из растворов с относительно небольшим содержанием свободной минеральной кислоты (до 2—3*N*) с высокими коэффициентами распределения, которые закономерно снижаются с ростом кислотности растворов. Моноэфир в небольшом количестве на экстракцию железа в присутствии диэфира существенного влияния не оказывает. Большое количество моноэфира значительно снижает извлечение железа.

Данные табл. 1 показывают, что 1*N* бензольный раствор смеси изоамилфосфорных кислот экстрагирует трехвалентное железо из кислых растворов с весьма большими коэффициентами распределения, достаточными для количественного извлечения железа при однократной экстракции равным или даже значительно меньшим объемом экстрагента.

С другой стороны, согласно литературным данным, окрашенные катионы — Cu, Cr³⁺, Co, Ni — экстрагируются алкилфосфорными кислотами из кислых сред весьма слабо [2, 8]. Трехвалентное железо экстрагируется алкилфосфорными кислотами по ионному механизму [1, 3]. Таким образом намечается возможность путем экстракции железа из кислой среды и последующей отмывки экстрагента отделить железо от катионов и анионов, мешающих его количественному определению.

При экстракции железа 1*N* бензольным раствором изоамилфосфорных кислот из подкисленных до 1*N* HCl, 1*N* HNO₃ или 1*N* H₂SO₄ растворов солей щелочных и щелочноземельных металлов, цинка, кадмия, свинца, алюминия, марганца (II), меди, кобальта, никеля, хрома (III), присутствующих в исходном растворе в любых количествах, равновесие по железу достигается быстро (достаточно 1 мин встряхивания), для полного расслаивания эмульсии с образованием совершенно прозрачных фаз требуется не более полутора минут. То же самое относится к скорости установления равновесия и расслаиванию при экстракции железа из концентрированных растворов минеральных кислот (до 10*N* HCl и HNO₃ и до 20*N* H₂SO₄).

Все перечисленные выше катионы экстрагируются из кислых растворов весьма слабо. В результате однократной промывки содержащего железо экстрагента равным объемом 1*N* HCl эти катионы практически полностью удаляются*. Таким образом процесс экстракции железа и его отделения от перечисленных выше катионов (в частности, интенсивно окрашенных) весьма прост и не встречает каких-либо затруднений. Гораздо трудней выделить железо из экстрагента. Как видно из табл. 1, кислотная реэкстракция для этой цели непригодна. Мы попытались использовать щелочную реэкстракцию — встряхивание содержащего железо экстрагента с раствором едкого натра или аммиака с последующим отделением гидроксида железа фильтрованием.

При поисках оптимальных условий щелочной реэкстракции использовались растворы едкого натра или аммиака различной концентрации и в разном объемном отношении к экстрагенту как при комнатной температуре, так и при нагревании. Лучшие результаты с точки зрения полноты выделения железа и фильтруемости осадка дала следующая методика: к 10 мл содержащего железо и промытого экстрагента прибавлялось 40 мл 2%-ного раствора аммиака, смесь нагревалась до 60—70° при встряхивании в течение 2—3 мин и фильтровалась после охлаждения на воздухе через стеклянный фильтр № 4. Гидроокись железа промывалась слабым раствором аммиака и растворялась в соляной кислоте. Раствор

* Исключение составляет алюминий, небольшое количество которого после однократной промывки 1*N* HCl остается в экстрагенте.

нейтрализовался щелочью до *pH* = 1 и титровался 0,05 *M* или 0,02 *M* раствором трилона *B* с сульфосалицилатом натрия в качестве индикатора.

В табл. 3 приведены результаты определения железа в растворах различного состава по этой методике (железо извлекалось равным объемом экстрагента, который затем однократно промывался равным объе-

Таблица 3

Примеры количественного определения железа с предварительным экстракционным выделением его из растворов и щелочной реэкстракцией

Состав исходного раствора	Содержание железа в исходном растворе (г/л Fe ₂ O ₃)	Определено железа (г/л Fe ₂ O ₃)	Относительная ошибка определения, %
HCl 6 <i>N</i>	3,00	2,99; 2,98; 2,98	—0,3; —0,7; —0,7
	0,600	0,590; 0,588; 0,585	—1,7; —2,0; —2,5
HNO ₃ 10 <i>N</i>	3,00	2,97; 2,99; 2,98	—1,0; —0,3; —0,7
	0,600	0,586; 0,592; 0,589	—2,3; —1,3; —1,8
H ₂ SO ₄ 20 <i>N</i>	3,00	2,96; 2,98; 2,98	—1,3; —0,7; —0,7
	0,600	0,584; 0,588; 0,589	—2,7; —2,0; —1,8
CuCl ₂ 100 г/л HCl 1 <i>N</i>	3,00	2,98; 2,98; 2,98	—0,7; —0,7; —0,7
	0,600	0,586; 0,589; 0,588	—2,3; —1,8; —2,0
NiSO ₄ 100 г/л HCl 1 <i>N</i>	3,00	2,98; 2,97; 2,99	—0,7; —1,0; —0,3
	0,600	0,591; 0,593; 0,592	—1,5; —1,2; —1,3
Cr ₂ (SO ₄) ₃ 50 г/л H ₂ SO ₄ 2 <i>N</i>	3,00	2,99; 2,96; 2,98	—0,3; —1,3; —0,7
	0,600	0,595; 0,599; 0,585	—0,8; —1,8; —2,5
CoCl ₂ 100 г/л HCl 1 <i>N</i>	3,00	2,98; 2,99; 2,98	—0,7; —0,3; —0,7
	0,600	0,588; 0,588; 0,589	—2,0; —2,0; —1,8
NH ₄ F 25 г/л HCl 1 <i>N</i>	3,00	3,00; 2,98; 2,97	0,0; —0,7; —1,0
	0,600	0,590; 0,591; 0,592	—1,7; —1,5; —1,3
NH ₄ F 50 г/л HCl 1 <i>N</i>	3,00	2,76; 2,67; 2,73	—8; —11; —9
	0,600	0,546; 0,540; 0,522	—9; —10; —13
H ₃ PO ₄ 18 <i>M</i>	3,00	2,99; 2,98; 2,96	—0,3; —0,7; —1,3
	0,600	0,588; 0,589; 0,587	—2,0; —1,8; —2,2
C ₂ O ₄ H ₂ 50 г/л HCl 1 <i>N</i>	3,00	2,98; 2,97; 2,97	—0,7; —1,0; —1,0
	0,600	0,592; 0,589; 0,585	—1,3; —1,8; —2,5
Винная кислота 150 г/л HCl 1 <i>N</i>	3,00	2,98; 2,98; 2,96	—0,7; —0,7; —1,3
	0,600	0,588; 0,586; 0,586	—2,0; —2,3; —2,3
Na ₂ SiO ₃ · 9H ₂ O 30 г/л HCl 1 <i>N</i>	3,00	2,98; 2,98; 2,96	—0,7; —0,7; —1,3
	0,600	0,587; 0,588; 0,589	—2,2; —2,0; —1,8

мом 1N HCl, для анализов использовался экстрагент, хранившийся не более двух недель с момента приготовления). Данные табл. 3 показывают, что эта методика применима для определения железа в растворах самого разнообразного состава. Высокое содержание минеральных кислот (6N HCl, 10N HNO₃, 20N H₂SO₄, 6M H₃PO₄), наличие больших количеств окрашенных катионов, винная и щавелевая кислоты, кремнекислота, фтористый аммоний в кислой среде (25 г/л) количественному определению железа не мешают. В ряде аналогичных опытов было установлено, что щелочные и щелочноземельные металлы, а также цинк, кадмий, свинец, марганец (II), висмут (III), серебро и алюминий, присутствующие в исходном растворе в любом количестве, определению железа также не мешают.*

При содержании железа в исходном растворе 3 г/л Fe₂O₃ относительная ошибка определения (всегда отрицательная), как правило, не превышает 1%. При понижении содержания железа в исходном растворе эта ошибка возрастает.

К сожалению, щелочная реэкстракция лишает экстракционный метод важного преимущества — быстроты, отсутствия трудоемких операций. Кроме того, она не позволяет определять малые количества железа, так как в этом случае потери железа при реэкстракции становятся недопустимо большими. Значительно лучшие результаты получены нами при восстановительной реэкстракции железа, основанной на слабой экстрагируемости двухвалентного железа из кислых сред. Полученные в этом направлении результаты будут опубликованы позднее.

ВЫВОДЫ

1. Исследована экстракция трехвалентного железа бензольными растворами изоамилфосфорных кислот из солянокислых, азотнокислых и сернокислых растворов. Показано, что железо экстрагируется с большими коэффициентами распределения в широком интервале кислотности растворов.

2. Выяснена зависимость коэффициентов распределения железа от условий приготовления и времени хранения изоамилфосфорного экстрагента. Установлено, что эта зависимость определяется содержанием в экстрагенте пироэфир.

3. Показано, что из трех основных компонентов смешанного изоамилфосфорного экстрагента наиболее сильно экстрагирует железо из сильноокислых сред пироэфир. Извлечение железа диизоамилортофосфорным эфиром резко снижается с ростом кислотности водной фазы. Большое количество моноэфира в экстрагенте снижает извлечение железа, тогда как малые его количества существенного влияния на экстракцию железа не оказывают.

4. Найдены оптимальные условия щелочной реэкстракции железа и изоамилфосфорного экстрагента. Показана применимость этого экстрагента для количественного определения железа в водных растворах различного состава.

Химико-металлургический институт
Сибирского отделения АН СССР,
Новосибирск

Поступила в редакцию
16/VIII 1961

* Растворы свинца и серебра подкислялись азотной кислотой. Промывка экстрагента после экстракции железа из этих растворов осуществлялась 1N HNO₃.

ЛИТЕРАТУРА

1. C. F. Baes, H. T. Baker, J. Phys. Chem., **64**, 89 (1960).
2. C. J. Lewis, E. H. Crabtree, Mining Congr. J., **44**, 61 (1958).
3. А. С. Черняк, М. Л. Навтанович, ЖПХ, **33**, 85 (1960).
4. В. Ваггаман, Фосфорная кислота, фосфаты и фосфорные удобрения. Госхимтехиздат, М (1957).
5. E. Cherbulier, H. Weniger, Helv. Chim. Acta **28**, 1584 (1945).
6. Р. С. Лонг, Д. А. Эллис, Р. Г. Бейлс, Доклад № 524, представленный США на международную конференцию по мирному использованию атомной энергии. Женева (1955).
7. Beilst., **1**, 359, 403 (1918).
8. C. S. Schlea, Ch. J. Geankopolis, Ind. Eng. Chem., **49**, 1056 (1957).

И. В. БУТИНА, В. Г. ПЛЮСНИН, Н. А. ШЕВЧЕНКО

АНАЛИЗ ФТАЛЕВЫХ КИСЛОТ МЕТОДОМ ВОДНОЙ ЭКСТРАКЦИИ

В настоящее время анализ изомерных фталевых кислот разработан очень мало. В связи с широким развитием промышленности алкилбензолов, фталевых кислот и их диметилвых эфиров в последнее время острее встает вопрос о необходимости тщательного анализа получаемых в этих процессах продуктов.

Среди опубликованных известны исследования Ю. Г. Мамедалиева, И. Г. Исмаилзаде, Ш. Мирзоевой и др. по рентгенографическому анализу изомерных фталевых кислот [1, 2]. На основе полученных авторами дифракционных картин для всех изомеров фталевых кислот путем микрофотометрирования порошкограмм смеси количественно определялся каждый изомер фталевой кислоты. Точность предлагаемого метода, по данным авторов, — 4—5%.

В литературе освещается также анализ отдельных изомеров фталевых кислот или их смеси по инфракрасному и ультрафиолетовому спектрам. Большая часть этих работ посвящена определению орто-изомера дикарбоновой кислоты или его ангидрида в продуктах окисления нафталина методом ультрафиолетовой спектрофотометрии [3—8].

Хроматографические методы анализа фталевых кислот являются иногда лишь качественными для открытия указанных изомеров в смеси [9, 10]. Хроматографическую бумагу используют и для разделения мета- и пара-фталевых и толуиловых кислот, которые наносятся на бумагу в виде растворов в пиридине и проявляются на хроматограмме бромти-мольным синим [11]. М. Фритц и С. Хелмут также разделяли изомерные фталевые кислоты методом хроматографии на бумаге [12]. Авторам удалось отделить из смеси фталевых кислот орто- от мета- и пара- изомеров; последние два трудно разделяются из-за очень близких R_f коэффициентов.

В последнее время появились сообщения [13—15] о полярографическом и потенциометрическом анализе изомеров фталевых кислот. Разработанной методики для смеси фталевых кислот еще нет. Недавно опубликована работа В. Червинского [16] по определению содержания изофталевой кислоты в терефталевой на основе их различной растворимости в воде. Количество терефталевой кислоты в данном случае находится по разности, отдельно определенной в спиртовом растворе общей кислотности пробы и количества растворенной в воде изофталевой кислоты, определяемой титрованием. В принципе метод разделения и анализа фталевых кислот на основе их различной растворимости в воде использовался и в более ранних работах [17—20]. Однако в указанных работах имела место неточность в результатах, так как допускалось селективное растворение или осаждение в воде одного из изомеров без учета совместной растворимости при этом и других изомеров, образующих насыщенные растворы в данных условиях. Несмот-

ря на большую разницу в константах растворимости изомерных фталевых кислот, селективного растворения только одного из изомеров практически не происходит.

Целью нашей работы была разработка простого и более точного метода для анализа тройной смеси фталевых кислот на основе различной растворимости их в воде с учетом даже небольших количеств совместно растворимых фталевых кислот наряду с основным, извлекаемым при этом изомером.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ АНАЛИТИЧЕСКОГО МЕТОДА ПО РАСТВОРИМОСТИ ФТАЛЕВЫХ КИСЛОТ В ВОДЕ

Учитывая большую разницу в растворимостях изомеров фталевых кислот, анализ их основывали на растворении навески смеси кислот G в таком количестве воды и при такой температуре, чтобы по одному из изомеров получался ненасыщенный раствор, а по другим, менее растворимым изомерам, — насыщенный. Определив общее содержание растворившихся в воде кислот и зная растворимость каждого из изомеров при данной температуре, можно составить систему уравнений баланса, путем решения которой определяется количественное содержание изомеров в смеси.

Пусть растворимости изомеров фталевых кислот, выраженные в $g/100$ мл воды, при температурах t_1 и t_2 соответственно будут:

a_1 и a_2 — для орто-фталевой кислоты (офк);

v_1 и v_2 — для изофталевой кислоты (ифк);

c_1 и c_2 — для терефталевой кислоты (тфк).

Если заранее неизвестно примерное содержание изомеров в смеси, то количество воды для полного извлечения наиболее растворимого изомера может быть взято из предположения, что навеска G полностью состоит из этого изомера. В частности, максимально необходимое количество воды, требуемое для отделения орто-фталевой кислоты из анализируемой смеси G при температуре t_1 , будет

$$V_1 \leq \frac{G}{a_1} \cdot 100.$$

При обработке навески смеси кислот G этим количеством воды в одну или лучше в несколько операций будет извлечено ΣG_1 г кислот, которые можно установить титрованием или каким-либо другим методом. Из них на долю орто-изомера приходится g_1 г, определяемых из уравнения баланса, согласно данным растворимости кислот при температуре t_1 :

$$g_1 + \frac{b_1 V_1}{100} + \frac{c_1 V_1}{100} = \Sigma G_1, \quad (1)$$

$$g_1 = \Sigma G_1 - \frac{b_1 V_1}{100} - \frac{c_1 V_1}{100}.$$

Затем остаток $G - \Sigma G_1$, состоящий из оставшихся изофталевой и терефталевой кислот, должен обрабатываться таким количеством воды, при котором получится раствор, ненасыщенный по изофталевой кислоте и насыщенный по терефталевой. Ввиду малой растворимости мета-изомера эту операцию лучше производить многократно и при более высокой температуре. Максимально необходимый объем воды в расчете, если

даже вся оставшаяся навеска состоит из изофталевой кислоты, при температуре t_2 будет

$$V_2 \leq \frac{(G - \sum G_1) \cdot 100}{b_2}$$

При обработке смеси кислот указанным количеством воды извлекается $\sum G_2$ г кислот. Исходя из растворимостей изомеров и уравнения баланса, определяем, что количество извлеченной изофталевой кислоты g_2 при экстракции остатка $G - \sum G_1$ водой будет

$$g_2 = \sum G_2 - \frac{c_2 V_2}{100}$$

Учитывая, что $\frac{b_1 V_1}{100}$ г изофталевой кислоты перешло в раствор совместно с извлекаемой при температуре t_1 орто-фталевой кислотой, находим общее количество изофталевой кислоты в анализируемой навеске

$$g_2 + \frac{b_1 V_1}{100} = \sum G_2 - \frac{c_2 V_2}{100} + \frac{b_1 V_1}{100} \quad (2)$$

После экстракции орто-фталевой и изофталевой кислот нерастворившийся остаток $G - (\sum G_1 + \sum G_2) = \sum G_3$ состоит из одной терефталевой кислоты. Общее количество терефталевой кислоты g_3 в анализируемой навеске G с учетом растворимости ее при отделении орто-фталевой и изофталевой кислот будет

$$g_3 = G - \sum G_1 - \sum G_2 + \frac{c_1 V_1}{100} + \frac{c_2 V_2}{100}$$

Правильность выведенных нами уравнений и возможность применения их для расчетов в количественном анализе двойных и тройных смесей фталевых кислот проверялась нами экспериментально на искусственно составленных смесях чистых фталевых кислот.

В случае присутствия в анализируемой смеси бензойной кислоты последняя может быть предварительно удалена экстракцией хлороформом или уксусной кислотой, в которых фталевые кислоты нерастворимы [19—21].

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСТВОРИМОСТИ ФТАЛЕВЫХ КИСЛОТ В ВОДЕ

Из приведенных выше расчетных уравнений видно, что для анализа смеси фталевых кислот необходимо знать их растворимость в воде при разных температурах. В справочной литературе нет полных данных по этому вопросу, особенно по растворимости мета- и пара-изомеров. Нами проведено изучение растворимости фталевых кислот в воде в зависимости от температуры. Определение проводилось следующим образом.

Изомер фталевой кислоты помещался в стакан с дистиллированной водой и при постоянном перемешивании термостатировался в течение 3 ч. Затем в образовавшийся насыщенный раствор опускался пористый стеклянный фильтр с расширенным верхним концом, нагретый до температуры термостата, через который раствор фильтровался во вставленную емкость. Для анализа из фильтрата пипеткой отбирался определенный объем насыщенного раствора изомера фталевой кислоты в воде. Количество кислоты в растворе определялось путем титрования отме-

ренного объема водного раствора кислоты слабым раствором NaOH в присутствии фенолфталеина.

Чтобы убедиться в правильности полученных данных, растворимость фталевых кислот в воде в зависимости от температуры определяли плетостатическим методом, т. е. методом постоянного состава [22, 23]. Данный способ основан на определении температуры растворения известной навески изомера фталевой кислоты в отмеренном количестве растворителя. Точность метода сводится к правильному определению температуры насыщения раствора. Теоретически равновесие в растворе может быть достигнуто как со стороны пересыщения, так и со стороны недосыщения. Однако практически малорастворимые изомеры фталевых кислот легко образуют переохлажденные растворы, поэтому точнее приближаться к равновесию со стороны недосыщения. Для удобства наблюдения температуры растворения твердая фаза предварительно переводилась в мелкокристаллическое состояние путем полного растворения кислот нагреванием при более высокой температуре и быстрого охлаждения раствора. Опыты, проведенные в запаянных пробирках, не всегда давали желаемый результат в связи с образованием устойчивого пересыщенного раствора при отсутствии в нем центров кристаллизации. Поэтому определение растворимости данным способом проводилось в приборе, состоящем из термостатированной трехгорлой колбы с обратным холодильником и вставленным термометром. Перемешивание осуществлялось при помощи механической мешалки.

В колбу наливалось 500 мл воды и помещалась определенная навеска одной из изомерных фталевых кислот. Затем содержимое колбы при постоянном перемешивании очень медленно нагревалось и отмечалась температура исчезновения последних кристаллов. Чтобы уточнить полученные данные, раствор вновь охлаждался и нагревался еще медленнее при длительном термостатировании вблизи отмеченной температуры насыщения.

При нагревании за счет упругости паров воды при данной температуре очень незначительно изменяется состав анализируемой смеси. Это изменение благодаря очень низкой растворимости фталевых кислот в воде укладывается в пределы ошибки опыта и составляет поправку на растворимость для терефталевой кислоты меньше 0,00007 г/100 мл, а для изофталевой кислоты меньше 0,0007 г/100 мл.

Определение растворимости фталевых кислот в воде в зависимости от температуры различными методами дало близко совпадающие результаты, представленные на рис. 1 и 2.

МЕТОДИКА АНАЛИЗА

Для анализа смеси фталевых кислот был использован аппарат, состоящий из термостатированной воронки с краном и со впаянным стеклянным фильтром № 4 (рис. 3). Воронка закрывалась сосудом с холодной водой, снабженным палочкой для перемешивания.

Экстракция смеси кислот неизвестного состава проводилась многократно небольшими порциями воды, чтобы получаемый при разделении раствор, ненасыщенный по более растворимой кислоте, имел низкую концентрацию этой кислоты. Это уменьшает ошибку анализа и дает возможность уловить границу полного извлечения наиболее растворимого при данных условиях изомера. Для каждой экстракции брались одинаковое количество воды из расчета 30—38 мл на 1 г навески. С учетом сравнительно невысокой растворимости экстракцию отдельных

фталевых кислот водой лучше вести при повышенной температуре, так как это ускоряет процесс извлечения изомеров при меньшем объеме воды. Как указано ниже, при рекомендуемых соотношениях навески кислот и воды экстракцию смеси кислот водой целесообразно проводить дважды при 55° для полного извле-

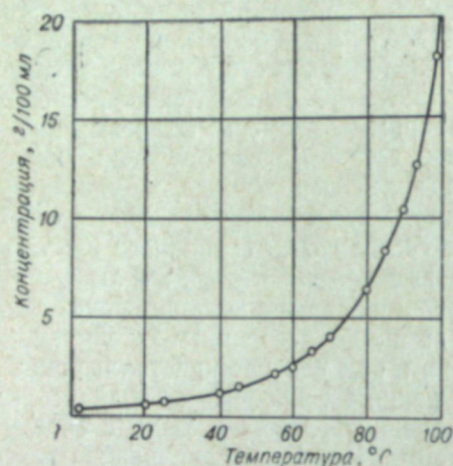


Рис. 1. Растворимость в воде орто-фталевой кислоты в зависимости от температуры.

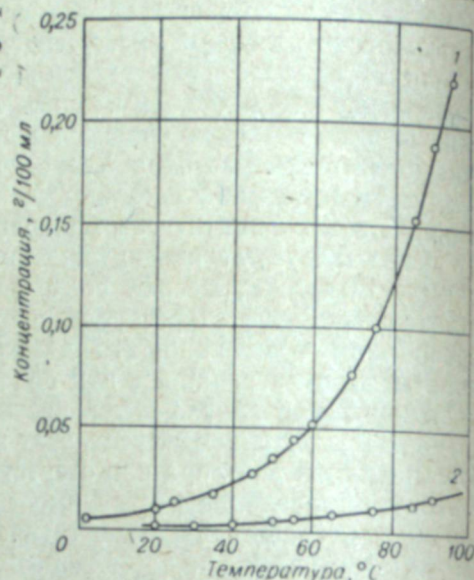


Рис. 2. Растворимость в воде изофталевой (1) и терефталевой (2) кислот в зависимости от температуры.

чения орто-изомера, а затем несколько раз при 90°, чтобы облегчить отделение мета- от пара-изомера.

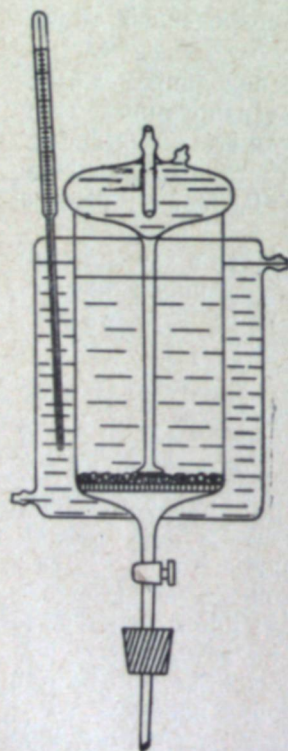


Рис. 3. Прибор для анализа фталевых кислот.

В наших опытах навеска 1,4—1,7 г смеси фталевых кислот помещалась на стеклянный фильтр термостатированной воронки и заливалась каждый раз 50 мл дистиллированной воды. Смесь кислот в фильтре нагревалась до определенной температуры, выстаивалась в течение 10—15 мин при тщательном перемешивании и отфильтровывалась. Полученные при этом растворы каждый раз титровались 0,05 N раствором NaOH в присутствии фенолфталеина. Экстракция фталевых кислот при 90° повторялась несколько раз до получения 2—3 одинаковых ($\pm 0,2$ мл) минимальных результатов титрования. При этом на фильтре оставался один труднорастворимый пара-изомер. К оставшейся кислоте добавлялся титрованный (0,2N) раствор NaOH. Терефталевая кислота растворялась с образованием соли, а избыток раствора NaOH оттитровывался 0,1N раствором HCl по фенолфталеину. Точность результатов зависит от тщательности перемешивания осадка.

РАСЧЕТ ОРТО-ФТАЛЕВОЙ КИСЛОТЫ

Кривые растворимости фталевых кислот в зависимости от температуры показывают, что процесс отделения орто-фталевой кислоты от

ее изомеров целесообразно вести в интервале температур 50—60°. Выше этих температур растворимость изофталевой кислоты резко увеличивается и создается возможность для растворения повышенных количеств мета-изомера. Поэтому для извлечения орто-изомера нами была выбрана температура 55°. После полного отделения орто-фталевой кислоты дальнейшее разделение мета- и пара-изомеров целесообразнее вести при еще более высокой температуре, учитывая малую растворимость данных изомеров в воде. Поэтому разделение изофталевой и терефталевой кислот проводилось при температуре 90°. Чтобы показать, как осуществляется процесс отделения наиболее растворимого орто-изомера фталевой кислоты, было проведено несколько опытов при температуре только 55°. Результаты приведены в табл. 1. Для анализа в каждом опыте брались примерно 1,3—1,7 г смеси кислот с различным содержанием изомеров. Экстракция смеси кислот проводилась многократно 50 мл воды. Судя по данным, приведенным на рис. 1, для полного растворения орто-фталевой кислоты в навеске при 55° достаточно взять 100 мл воды.

Из табл. 1 видно, что даже при содержании орто-изомера в смеси 80—90% уже после двух экстракций получаются растворы с практически постоянным содержанием кислот. Последнее указывает на отсутствие в третьей и последующих фракциях наиболее растворимого орто-изомера и образование раствора, насыщенного только по менее растворимым изомерам—изофталевой и терефталевой кислотам, если количества последних позволяют получать насыщенные растворы. Подтверждением этому служат опыты, где в навесках отсутствовал тот или иной изомер.

Таким образом, приведенные в табл. 1 результаты титрования подтверждают, что при рекомендуемой температуре и соотношении навески кислот и воды, а также при тщательном перемешивании осадка достаточно дважды обработать анализируемую смесь кислот водой для полного извлечения орто-изомера. Если в анализируемой смеси отсутствует орто-фталевая кислота, то, начиная с первой фракции, концентрация кислот остается постоянной, что указывает на образование раствора, насыщенного лишь по изофталевой и терефталевой кислотам.

Данные по насыщению растворов с постоянной концентрацией отдельными изомерами или их смесью могут быть проверены расчетом, исходя из растворимости изофталевой и терефталевой кислот. Так, растворимость изофталевой кислоты в воде (рис. 2) при 55° $v_1=0,044$ г, а терефталевой кислоты— $c_1=0,005$ г в 100 мл воды (при 90° $v_2=0,019$ г/100 мл, а $c_2=0,015$ г/100 мл). В расчете на применяемый для анализа раствор NaOH на титрование 50 мл насыщенного при 55° по изофталевой кислоте раствора должно расходоваться 5,20 мл 0,05N NaOH, а на 50 мл насыщенного по терефталевой кислоте раствора—0,6 мл 0,05N NaOH, что хорошо согласуется с данными титрования насыщенных растворов отдельно взятых фталевых кислот. Сравнивая эти результаты с данными табл. 1, видим, что при экстрагировании смеси кислот получаются растворы с концентрацией кислот, близкой к концентрации, полученной из расчета их суммы. Во всяком случае бесспорно, что растворы с постоянной концентрацией кислот являются практически насыщенными по менее растворимым изомерам. Последнее дает основание считать, что уравнение (1) может быть использовано для определения орто-фталевой кислоты в смеси кислот.

При титровании 1 мл раствора NaOH нейтрализует q г кислоты:

$$q = \frac{166 \cdot 40 \cdot N}{80 \cdot 1000} = 0,083 \cdot N = K \cdot N.$$

Таблица 1

Для анализа взято		ифк		тфк		При титровании пошло 0,05N раствора NaOH по фракции (на 50 мг), мл					Найдено ОФК	
		г	%	г	%	I	II	III	IV	V	г	% ошибки
0,6100	34,55	0,2003	11,32	0,9549	54,13	142,36	11,03	5,95	5,70	5,80	0,6099	-0,01
1,0016	66,05	0,3029	19,97	0,2120	13,98	232,76	15,60	5,80	5,60	5,70	1,0151	-0,88
1,4043	87,08	0,1029	6,38	0,1054	6,54	258,70	82,55	5,90	5,80	5,60	1,4082	+0,24
0,4021	39,48	0,6165	60,52	1,2050	66,75	97,60	9,50	5,75	5,60	5,70	0,4051	+0,71
0,6001	33,25	0,4194	22,30	1,4598	77,30	134,30	6,60	0,75	0,63	0,60	0,5906	-0,54
						5,32	5,32	5,30	5,90	5,60		

Опытным путем на чистых изомерах фталевых кислот и их смеси установлено, что при титровании кислот щелочью по фенолфталеину около 1,7% навески каждой кислоты в смеси недотитровывается, очевидно, за счет специфичности примененного индикатора и присутствия в щелочи карбонатов. Поэтому для получения более точных результатов анализа необходимо умножить объем, идущий на титрование кислот, на поправочный коэффициент, равный 1,017 и обозначенный η . Этим экспериментально выведенным коэффициентом в расчетах учитывается также возможная, очень незначительная недонасыщенность растворов кислот.

Следовательно, если на титрование n_1 фракций идет $\sum_{n=1}^{n_1} W$ мл раствора NaOH, то при извлечении орто-фталевой кислоты экстрагируется суммарное количество кислот

$$\sum G_1 = \sum_{n=1}^{n_1} W \cdot K \cdot N \cdot \eta.$$

Поскольку извлечение орто-фталевой кислоты при температуре 55° проводится не в одну, а в n_1 операций, то необходимый для этого объем воды V_1 делится на n_1 равных частей, эквивалентных объему V , т. е. $V_1 = n_1 V$. Тогда, исходя из уравнения (1), определим общую формулу для расчета содержания орто-фталевой кислоты и смеси (в г)

$$\text{офк} = \sum_{n=1}^{n_1} W \cdot K \cdot N \cdot \eta - \frac{n_1 \cdot V}{100} (b_1 + C_1). \quad (3)$$

Как указывалось выше, в наших опытах $n_1 = 2$.

По уравнению (3) подсчитано содержание орто-фталевой кислоты в смесях кислот, приведенных в табл. 1. Как видно из результатов этой таблицы, расхождение между содержанием орто-фталевой кислоты в исходной смеси и рассчитанным по результатам анализа не превышает 1%.

РАСЧЕТ ИЗОФТАЛЕВОЙ КИСЛОТЫ

После экстракции всей орто-фталевой кислоты в первые две фракции дальнейшим фракционированием растворением в воде после n_2 обработок при температуре t_2

достигается полная экстракция из смеси сначала более растворимого мета-изомера. При этом частично экстрагируется и менее растворимый пара-изомер.

Необходимый для извлечения изофталевой кислоты объем V_2 делится на n_2 одинаковых частей, каждая из которых равна V' . С целью упрощения расчетов и ведения опытов V' берется равным V , т. е. $V_2 = n_2 V$.

Аналогично уравнению (3) из уравнения (2) выводится формула для расчета общего количества изофталевой кислоты в анализируемой навеске (в г):

$$\text{ифк} = \sum_{n=1}^{n_1+n_2} W \cdot K \cdot N \cdot \eta + \frac{V}{100} (n_1 b_1 - n_2 C_2).$$

Если анализируемая смесь не содержит орто-фталевой кислоты, то для определения количества изофталевой кислоты в навеске лучше пользоваться следующей формулой:

$$\text{ифк} = \sum_{n=1}^{n_1+n_2} W \cdot K \cdot N \cdot \eta - \frac{V}{100} (n_1 C_1 + n_2 C_2),$$

полученной из расчета общего количества оттитрованных кислот с вычетом одновременно растворенной при этом терефталевой кислоты.

РАСЧЕТ ТЕРЕФТАЛЕВОЙ КИСЛОТЫ

После экстракции орто-фталевой, изофталевой и небольшой части терефталевой кислот к остатку терефталевой кислоты в воронку добавлялся определенный объем W_1 N₁ раствора NaOH до полного ее растворения. Раствор отфильтровывался, воронка трижды смывалась дистиллированной водой. Избыточное количество раствора NaOH W_2 определялось титрованием 0,1N раствором HCl по фенолфталеину. Объем щелочи, прореагировавшей с кислотой,

$$W_1 - W_2 = W_3.$$

Исходя из ранее сказанного, определим количество терефталевой кислоты, связанной в Na-соль:

$$\text{тфк} = W_3 \cdot K \cdot N \cdot \eta.$$

Так как часть терефталевой кислоты проэкстрагировалась при извлечении орто-фталевой и изофталевой кислот, общее количество ее в анализируемой смеси (в г)

$$\text{тфк} = W_3 \cdot K \cdot N + \frac{V}{100} (n_1 C_1 + n_2 C_2).$$

Таким образом, используя приведенные выше формулы, рассчитываем количественное содержание каждого изомера фталевой кислоты в смеси. Качественный состав анализируемой смеси изомеров может быть определен из данных, получаемых при титровании щелочью каждой фракции.

В табл. 2 приведено несколько характерных опытов по определению различных смесей изомеров. Титрование кислот проводилось 0,05N раствором NaOH.

Смесь, состоящую только из изофталевой и терефталевой кислот,

Анализ смеси фталевых кислот

Для анализа взято, г	Определено													
	При титровании пошло 0,05N раствора NaOH на фракции, мл					При титровании пошло 0,05N раствора NaOH на фракции, мл								
	при 55°C		при 90°C		V	офк		ифк		тфк				
	I	II	III	IV		з	абс.	отно.	з	абс.	отно.			
офк	1,4093	0,3165	0,1035	248,57	24,65	23,84	14,68	1,3976	0,64	-0,83	0,3038	0,1100	+0,45	+7,90
ифк	1,2941	0,1990	0,2868	234,40	24,90	13,16	3,30	1,3009	+0,40	+0,55	0,1860	0,2830	-0,21	-1,30
тфк	1,0040	0,4269	—	225,87	23,70	24,10	23,10	1,0008	-0,22	-0,31	0,4270	—	—	—
	1,5561	0,2503	—	252,05	24,70	22,90	6,80	1,5481	-0,44	-0,51	0,2606	—	—	—
	0,7683	—	0,6000	175,63	2,18	2,10	2,16	0,7711	+0,21	+0,36	—	0,6042	+0,33	+0,75
	0,3077	—	0,5667	70,58	2,05	2,05	2,10	0,3023	+0,60	+1,70	—	0,5730	+0,72	+1,11
	—	0,1480	1,5051	5,30	19,15	4,85	2,22	—	—	—	0,1556	1,5137	+0,52	+0,57

можно определить по данным титрования первых двух фракций, дающих постоянную концентрацию, начиная с первой фракции, если количества данных изомеров позволяют получать насыщенные растворы. Орто-фталевая кислота полностью извлекается в первые две фракции. Тогда количество раствора NaOH, идущее на титрование третьей и последующих фракций, характеризует наличие или отсутствие в смеси мета-изомера благодаря определенной его растворимости в указанных условиях. В частности, если титрование третьей и четвертой фракций идет примерно одинаковое, повторяющееся количество 0,05N раствора NaOH (меньше 2,2—2,4 мл), то это указывает на титрование в этих и дальнейших фракциях терефталевой кислоты, т. е. на отсутствие в смеси мета-изомера. (В данном случае возможное присутствие изофталевой кислоты в тройной смеси изомеров в количестве, меньшем 0,03—0,04 г, почти не поддается определению. Это составляет ошибку в определении изофталевой кислоты до 1,8—2,5% от рекомендуемых количеств смеси. Чтобы уменьшить эту ошибку, в данном случае рекомендуется брать для анализа несколько большую навеску).

Если на титрование третьей фракции идет больше 2,5 мл 0,05N раствора NaOH, то, согласно данным растворимости кислот, это говорит о наличии в смеси изофталевой кислоты. О присутствии в анализируемой навеске пара-изомера можно судить по данным титрования щелочью конечных фракций. При наличии терефталевой кислоты в смеси после полной экстракции орто- и мета-изомера получают минимальные, повторяющиеся несколько раз результаты титрования (идет 1,9—2,2 мл 0,05N NaOH на каждую фракцию). Зная качественный состав анализируемой смеси изомеров, экспериментатор будет легче ориентироваться в выборе формул для количественного расчета их в смеси. Имея данные титрования экстрактов кислот и подставляя их в конечные расчетные формулы, можно произвести определение количественного состава изомерных фталевых кислот.

ВЫВОДЫ

1. Разработана усовершенствованная методика анализа смеси фталевых кислот посредством фракционирования растворения изомеров в воде при определенной температуре с учетом их совместной растворимости.
2. Предложенный анализ смеси кислот методом водной экстракции дает абсолютную ошибку в определении изомеров в пределах $\pm 0,5—0,8\%$.
3. Предложенный метод анализа является довольно простым и может быть применен в практике аналитических работ.

Уральский филиал АН СССР,
Свердловск

Поступила в редакцию
18/VII 1961

ЛИТЕРАТУРА

1. Ю. Г. Мамедалиев, И. Г. Исмаилзаде, Ш. Мирзоева, Т. Зейналова, Х. М. Абдуллаева. Докл. АН СССР, 102, № 3, 529 (1955).
2. И. Г. Исмаилзаде, Ю. Г. Мамедалиев, Ш. Мирзоева, Т. Зейналова, Х. М. Абдуллаева. Изв. АН Азерб. ССР, № 4, 25 (1956).
3. W. P. Fassinger, C. E. Gonter. Anal. Chem., 31, № 8, 1324 (1959).
4. Peters Hans. Anal. Chem., 25, № 9, 1412 (1953).
5. M. Mary, Agarwal, Spagnolo Frank. Anal. Chem., 23, № 3, 441 (1951).
6. O. D. Shreve, M. R. Heather. Anal. Chem., 23, № 1, 17 (1958).
7. Felipe Gonzales-Sanchez. Spectrochimica acta, 12, № 8, 1322 (1958). РЖХ, № 14, 49321 (1959).
8. M. L. Adams, M. H. Swann. Anal. Chem., 30, № 11—12, 1415 (1958).
9. J. E. Germain, F. Valadon. Bull. Soc. Chim. France, № 11—12, 1415 (1958). РЖХ, № 15, 53212 (1959).
10. Л. В. Голосова. Ж. анал. хим., XIV, № 6, 748 (1959).
11. Л. В. Голосова, Г. Б. Овакимян. Авт. свид. СССР, 121964, 18.08.59. РЖХ, № 17, 69303 (1960).
12. Micheel Fritz, Schweppe Helmut. Angew. Chem., 66, № 5, 137 (1954).
13. Paul D. Garn, Esther Wennerblad Esther. Anal. Chem., 27, № 10, 1563 (1955). РЖХ, № 11, 32834 (1956).
14. В. Д. Безуглый, Е. Ю. Новик. Ж. физ. хим. 34, вып. 4, 795 (1960).
15. Furman Howell, E. Clark, Bricker. J. Am. Chem. Soc., 64, 660 (1942).
16. Witold Czeruinski. Chem. analit (Polska), 4, № 1—2, 37 (1959).
17. Г. Х. Ходжаев, А. П. Ибрагимов. Докл. АН Уз. ССР, № 10, 29 (1952).
18. А. Ф. Добрянский, Р. Д. Оболенцев. Ж. орган. хим. т. VIII, вып. 17, 1810 (1938).
19. Г. Н. Маслянский, М. В. Велтистова. Ж. орган. хим., 16, вып. 12, 2132 (1946).
20. Б. Л. Молдавский, Г. Д. Камушер, М. В. Кабыльская. Журн. орган. хим., 7, вып. 1, 169 (1937).
21. George Feighner, Adolph Shotts. Пат. США. 2840604, 24.06.58. РЖХ, № 21, 85794 (1960).
22. Физические методы органической химии, под ред. А. Вайсбергера. т. I, М., ИЛ, 1950, стр. 138.
23. A. E. Hill. J. Am. Chem. Soc., 45, 1143 (1923).

К. П. ГОРШЕНИН, Р. В. КОВАЛЕВ

ИТОГИ И ЗАДАЧИ ПОЧВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В СИБИРИ И НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ

...Лучше использовать землю, ввести более эффективную структуру посевных площадей...

Резолюция XXII съезда КПСС

Программа Коммунистической партии Советского Союза четко определила задачи, стоящие перед почвоведом нашей страны. Главнейшей из них является разработка научных основ рационального использования основного средства сельскохозяйственного производства — земли.

Для создания изобилия продуктов предстоит резко повысить производительность сельскохозяйственных угодий (пашен, сенокосов, пастбищ) на основе научно разработанного размещения сельского хозяйства по природно-экономическим зонам и районам, более углубленной его специализации, повышения культуры земледелия, внедрения научно обоснованных систем сельского хозяйства, вовлечения в сельскохозяйственный оборот новых крупных массивов целинных земель. Важнейшее значение при этом имеют рациональная и всесторонняя химизация сельского хозяйства; выполнение обширной программы ирригационного строительства для орошения и обводнения миллионов гектаров новых земель в засушливых районах и подъема существующего земледелия; расширение работ по мелиорации избыточно увлажненных земель, полезащитному лесоразведению; систематическая борьба с водной и ветровой эрозией почв. Все эти задачи, предусматриваемые Программой, являются руководством в повседневной работе почвоведов Советского Союза.

Почвоведом предстоит теоретически обобщить обширный материал уже выполненных исследований, выявить, прежде всего в районах нового освоения, земельные ресурсы, дать качественную оценку земельных фондов, уточнить и углубить классификацию естественных и разработать систематику окультуренных почв. Очень важно организовать изучение почвенных процессов и выяснить возможности направленного регулирования водного, теплового, воздушного и пищевого режимов почв, а также микробиологической деятельности в почвах. В связи с предстоящей усиленной химизацией сельского хозяйства первостепенное значение приобретают методы диагностики потребности различных почв в удобрениях и приемы их наиболее эффективного использования. Широкое освоение пустынь и полупустынь, заболоченных земель и болот вызывает необходимость глубоко изучить агрохимические, агрофизические и мелиоративные свойства почв, усовершенствовать имеющиеся и разработать новые способы орошения и осушения, ликвидировать явления засоления, солонцеватости и эрозии почвенного покрова.

На новом этапе развития сельского хозяйства страны, в условиях введения новых интенсивных систем хозяйства резко возрастает мелио-

ративное и агротехническое воздействие человека на почву. Оно должно быть планомерным и активным.

Особенно важно развернуть почвенные исследования в Западной, Восточной Сибири и на Дальнем Востоке, где земельные ресурсы огромны, но крайне мало используются в сельскохозяйственном производстве.

Важность проведения почвенно-исследовательских работ в Сибири и на Дальнем Востоке подчеркивается еще и тем, что на огромных просторах этих районов очень широк диапазон природных условий. Здесь имеются несколько почвенно-биоклиматических поясов (полярный, бореальной, суббореальной) и ряд почвенно-биоклиматических областей (различающихся по условиям радиационным, термическим, увлажнения и континентальности) с соответствующими им почвенными зонами и вертикальными почвенными структурами. Кроме того, в пределах каждой из зон выделяются почвенные провинции. Каждая из этих провинций отличается большой самобытностью, сложностью, мозаичностью почвенного покрова и различной историей его развития. Пространственное распределение, географические закономерности развития почв, генетическая сущность, производственные качества и провинциальные особенности большинства из них еще недостаточно вскрыты. При таком положении не могут быть сделаны широкие теоретические обобщения, важные для развития почвоведения как науки и необходимого для обоснованного размещения отдельных отраслей сельскохозяйственного производства. Вместе с тем такое положение тормозит разработку научно обоснованных приемов агротехнических и мелиоративных воздействий на почвы, дифференцированных применительно к различным почвенно-климатическим условиям и обеспечивающих в соответствии с современными требованиями повышение производительности почв.

Развитие новых промышленных центров в Сибири и на Дальнем Востоке уже сегодня требует создания крупных сельскохозяйственных баз для их снабжения. Даже при крайне незначительной сельскохозяйственной освоенности территории этих районов в 1959 г. удельный вес Сибири в валовом сборе зерновых по РСФСР составил 26,5%, а по производству мяса и молока — соответственно 17,1 и 18,1%. В ближайшее двадцатилетие Сибирь и Дальний Восток должны стать крупнейшими центрами промышленного производства страны. Это потребует резко расширить производство всех сельскохозяйственных продуктов, особенно в северных районах, куда все дальше продвигается промышленность. Но роль Сибири и Дальнего Востока в балансе производства сельскохозяйственных продуктов в Советском Союзе гораздо более важна. Природные ресурсы этих районов, в частности почвенные, позволяют превратить их в крупнейший центр производства продуктов питания и сельскохозяйственного сырья для снабжения более населенных районов Европейской части Советского Союза, где почвенные ресурсы почти исчерпаны, а также для нужд экспорта.

В связи с этим представляет интерес рассмотрение некоторых данных, характеризующих земельные ресурсы Сибири и Дальнего Востока и освоенность их для сельскохозяйственного производства.

Из общей площади Советского Союза, равной 2233,8 млн. га, на долю Сибири и Дальнего Востока приходится 1273,3 млн. га, или около 57%. Все сельскохозяйственные угодья (без оленьих пастбищ) этой огромной территории, по сведениям, опубликованным в «Атласе сельского хозяйства СССР» [1], на 1959 г. составляют лишь 75,9 млн. га (5,95% против 27% ко всей территории Советского Союза), а посевные площади различных сельскохозяйственных культур — 27,8 млн. га (2,19% против 11—12% ко всей территории Советского Союза).

Удельный вес земель сельскохозяйственного использования (без оленьих пастбищ), земель, занятых под посевами сельскохозяйственных культур, и земель, не вовлеченных в сельскохозяйственный оборот, в земельном балансе Западной, Восточной Сибири и Дальнего Востока различный. Наиболее освоена в сельскохозяйственном отношении Западная Сибирь. Территория Восточной Сибири и особенно Дальнего Востока освоена во много раз меньше (см. таблицу).

Использование земельных ресурсов Сибири и Дальнего Востока по состоянию на 1959 г. (% от общей площади)

Категория земель	Вся Сибирь и Дальний Восток	Западная Сибирь	Восточная Сибирь	Дальний Восток
Не используемые в сельском хозяйстве (включая оленьи пастбища)	94,05	84,72	95,62	97,92
Под всеми сельскохозяйственными угодьями (без оленьих пастбищ)	5,95	15,28	4,38	2,08
В том числе под посевами различных сельскохозяйственных культур (пахотные земли)	2,19	7,33	1,01	0,64

Однако из общего земельного баланса Западной, Восточной Сибири и Дальнего Востока следует исключить территории арктической и субарктической зон, северо-таежной подзоны и соответствующих им вертикальных поясов с тундровыми и глеево-подзолистыми почвами, где по почвенно-биоклиматическим условиям широкое развитие сельского хозяйства невозможно, за исключением оленеводства и звероводства, овощеводства в закрытом грунте и оазисного (по долинам рек) земледелия.

Земельные ресурсы южнее расположенных подзон и зон (средне-южнотаежной, лиственно-лесной, широколиственно-лесной) и соответствующих им вертикальных поясов с подзолистыми, дерново-подзолистыми, серыми лесными (в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке мерзлотными), бурными лесными, луговыми и болотными почвами представляют собой почти не используемый и практически на долгие годы неисчерпаемый резерв земель. Почвенно-биоклиматические условия здесь благоприятны для широкого развития земледелия и животноводства, даже при условии использования только безлесных массивов или массивов, находящихся под лесами, не имеющими большого хозяйственного, почвозащитного, водоохранного значения. Особый интерес в пределах этой обширной территории в Сибири представляют почвы южнотаежной подзоны и лиственно-лесной (подтаежной) зоны, а на Дальнем Востоке — таежно-лесной и широколиственно-лесной зон и соответствующих им вертикальных поясов, где почвенно-биоклиматические условия наиболее благоприятны.

Разумеется, широкое освоение этих земель, хотя и потенциально высокоплодородных, но в своем большинстве заболоченных, потребует осушительных мелиораций и более или менее длительного окультуривания.

Значительно большей освоенностью в Сибири отличаются земельные ресурсы ее южной части — лесостепной, степной, сухостепной зон и соответствующих им вертикальных поясов с серыми лесными почвами, черноземами, каштановыми почвами, солонцами, солончаками, различными луговыми и болотными почвами. Почвенно-биоклиматические условия здесь особо благоприятны для развития многоотраслевого сельского

хозяйства. Земельные ресурсы этой огромной территории также полностью еще не освоены, и возможности расширения производства сельскохозяйственных продуктов здесь очень велики как за счет освоения новых земель, так и за счет более интенсивного использования ранее освоенных земель, нуждающихся в повышении эффективного плодородия. Повысить плодородие этих почв можно прежде всего с помощью внедрения правильной системы обработки, широкого применения минеральных и органических удобрений, регулирования водного режима: в районах недостаточного увлажнения — с помощью орошения, в районах избыточного увлажнения — осушения, а также борьбы с засоленностью, солонцеватостью и эрозией почв.

Слабая изученность Сибири и особенно Дальнего Востока в почвенном отношении заставляет ограничиться только краткой характеристикой земельных ресурсов этой громадной, очень разнообразной и сложной по природным условиям территории.

Одна из первоочередных задач почвоведов научно-исследовательских учреждений и вузов Сибири и Дальнего Востока состоит в проведении широких почвенно-географических и почвенно-стационарных исследований с целью выявления и качественной оценки крупных массивов земель, пригодных для сельскохозяйственного освоения с наименьшими затратами. Другая, не менее важная, задача — разработка научно обоснованных приемов освоения и повышения производительности новых и старых земель.

Почвоведы производственных организаций должны провести крупномасштабное почвенное картирование землепользования совхозов и колхозов, а также контролировать правильное использование земель.

Широта фронта и объем почвенно-исследовательских работ в Западной, Восточной Сибири и на Дальнем Востоке определяются не только громадными размерами территории этих районов и сложностью природных условий, но и степенью изученности почвенного покрова. В связи с этим представляет интерес рассмотреть, хотя бы в общей обрисовке, что сделано к настоящему времени в деле изучения почв Сибири и Дальнего Востока и в какой мере это удовлетворяет современным запросам народного хозяйства.

До Великой Октябрьской социалистической революции в Сибири и на Дальнем Востоке не существовало никаких местных научных центров и учреждений, которые занимались бы изучением почв, и поэтому о почвенном покрове этой громадной территории имелись только самые общие представления, полученные главным образом на основании работ почвенно-ботанических экспедиций Переселенческого управления, проводившихся под руководством акад. К. Д. Глинки.

Как известно, эти экспедиции, проводившиеся в начале текущего столетия, преследовали определенную цель — изыскать пустующие земли для переселенцев из Европейской части России. В своем содержании они были ограничены, работы их в большинстве случаев носили характер только предварительных рекогносцировок, а результаты публиковались главным образом в виде предварительных отчетов. Однако для того времени и это было большим вкладом в дело познания почв Сибири и Дальнего Востока, послужившим основой для создания довольно крупных центров земледелия и животноводства в южных районах Сибири (особенно Западной) и более мелких — в ее северных районах и на Дальнем Востоке.

На основании предварительного обобщения материалов почвенно-ботанических экспедиций Переселенческого управления в 1913 г. К. Д. Глинкой была опубликована первая схема почвенных зон Сибири.

Почвенные зоны Европейской части Советского Союза, установленные В. В. Докучаевым и Н. М. Сибирцевым, на этой схеме были продолжены в Сибирь. Однако ввиду недостаточности или отсутствия фактического материала специфика почвенного покрова, свойственная Сибири, в схеме почвенных зон не получила отражения.

Несколько позднее (1923 г.) была опубликована сводная работа К. Д. Глинки «Почвы России и прилегающих стран» [2], в которой подведены итоги почвенных исследований в Сибири, в том числе и экспедиций Переселенческого управления.

Более детализированная картографическая сводка тех же материалов экспедиций Переселенческого управления была сделана в 1926—1927 гг. Л. И. Прасоловым, С. С. Неуструевым, Б. Б. Польшовым и Н. И. Прохоровым при составлении почвенной карты Азиатской части Советского Союза. На этой карте было дано более подробно подзональное разделение степной зоны и оттенено провинциальное значение некоторых почв Сибири, хотя представления о том, что широтные почвенные зоны Сибири являются прямым продолжением почвенных зон Европейской части Советского Союза, в известной степени сохранились и здесь.

Эти сводки, составленные главным образом на основании маршрутных исследований, быстро устарели и в настоящее время имеют только историческое значение. Они не могли удовлетворять запросам социалистического сельского хозяйства, которое, начиная с конца двадцатых годов нашего столетия, стало развиваться быстрыми темпами во всей стране, в том числе в Сибири и на Дальнем Востоке, где богатые земельные ресурсы особо благоприятствовали организации крупного сельскохозяйственного производства.

В связи с этим уже с двадцатых годов в Сибири и отчасти на Дальнем Востоке развернулись работы по всестороннему изучению почв.

Широкое проведение этих исследований стало возможным благодаря тому, что в послереволюционный период, особенно после окончания Великой Отечественной войны, в Сибири и на Дальнем Востоке были созданы высшие учебные заведения с кафедрами почвоведения и агрохимии, Сибирское отделение Государственного Почвенного института, биологические институты филиалов АН СССР, отраслевые научно-исследовательские сельскохозяйственные институты с опытными станциями, проектные учреждения и производственные организации (почвенные партии при областных и краевых управлениях землеустройства), которые имели в своем составе вначале небольшие, а позднее увеличившиеся коллективы исследователей и изыскателей почвоведов. Этими коллективами почвоведов, в первую очередь Омского сельскохозяйственного института и Томского государственного университета, руководимыми С. С. Неуструевым, К. П. Горшениным и М. А. Винюковым, была проделана огромная работа по количественной и качественной оценке земель, отводимых под вновь организуемые совхозы и колхозы, а также государственные сортоиспытательные участки. Были также изучены некоторые малодоступные, в то время совершенно неизученные, районы Сибири. В последующие годы большую роль в деле исследования почв Сибири и Дальнего Востока сыграли также работы комплексных экспедиций Академии наук СССР, экспедиций Почвенного института им. В. В. Докучаева АН СССР и некоторых других центральных научно-исследовательских институтов и высших учебных заведений, а в последние годы — работы, выполняемые почвенными отделами и лабораториями Сибирского отделения АН СССР.

Все почвенно-исследовательские и изыскательские работы, проведенные в этот период в Сибири и на Дальнем Востоке, сосредоточивались

вокруг разрешения четырех важнейших проблем, имеющих большое теоретическое и практическое значение: проблемы качественного учета земельных фондов (ресурсов), проблемы генезиса почв, проблемы повышения производительности почв и проблемы предохранения почв от разрушения водной и ветровой эрозией, от засоления и заболачивания.

Качественный учет земельных фондов (ресурсов) основывается на проведении почвенно-картографических работ, для которых необходимо иметь основанную на единых научных принципах классификацию и систематику естественных и окультуренных почв. Классификация и систематика почв служит обоснованием производственной группировки почв, учитывающей качественную оценку почв с точки зрения их производственного использования. Производственная группировка с качественной оценкой почв служит основой бонитировки почв, т. е. их экономической оценки, проводящейся с учетом экономической эффективности производственных затрат для получения урожая [3]. Понятно, что в Сибири и на Дальнем Востоке, где предстоит освоить громадные площади целинных земель, весьма разнообразных по качеству, и резко повысить производительность земель, ранее освоенных, быстрее решение проблемы качественного учета земельных фондов имеет первостепенное значение.

Проведенные в послереволюционный период широкие почвенно-географические исследования в мелком и среднем масштабах, сопровождавшиеся во многих случаях глубоким изучением генезиса почв, а также выполненные проектными и производственными организациями работы по крупномасштабному картированию большинства землепользований совхозов и колхозов охватили почти всю территорию Сибири и Дальнего Востока. Однако при этом более или менее детально была изучена только южная часть Сибири (без горных территорий), наиболее освоенная в сельскохозяйственном отношении. Северная часть Сибири и Дальний Восток, за исключением отдельных небольших районов, главным образом по долинам крупных рек, все еще продолжают оставаться очень слабо или совершенно неизученными.

Собранные при проведении этих работ обширные материалы были обобщены в ряде крупных картографических сводок и монографий, послуживших основой при государственном планировании сельскохозяйственного производства. Результаты крупномасштабных почвенных исследований были переданы совхозам и колхозам, где они используются, правда, еще недостаточно.

В числе наиболее крупных картографических сводок следует назвать обзорную почвенную карту Южной Сибири в масштабе 1 : 2500000, составленную А. М. Ворониной под редакцией К. П. Горшенина и опубликованную в 1953 г.; листы Государственной почвенной карты СССР, составленные при участии сибирских почвоведов под общей редакцией акад. Л. И. Прасолова, акад. И. П. Герасимова и чл.-корр. ВАСХНИЛ К. П. Горшенина, охватывающие значительную часть территории Сибири и Дальнего Востока; областные и краевые почвенные карты, в частности Омской (под редакцией Н. Д. Градобоева), Новосибирской (под редакцией Р. В. Ковалева), Курганской (А. В. Бахирева), областей Алтайского края (Н. И. Базилевич, В. И. Кравцова, Н. В. Орловский, А. Н. Розанов), Иркутской (И. В. Николаев), Хакасской автономной области (Н. Д. Градобоев), Усть-Ордынского национального округа (Б. В. Надеждин) части территории Дальнего Востока (А. И. Качияни) и некоторых других территорий.

Накопленные почвенно-картографические материалы позволили Почвенному институту им. В. В. Докучаева АН СССР в составленной Н. Н. Розовым (при участии Е. В. Лобановой под редакцией акад.

И. П. Герасимова) почвенной карте СССР в масштабе 1 : 4000000 (опубликованной в 1956 г.) показать более детально и в новом содержании почвенный покров Сибири и Дальнего Востока.

Из числа многих опубликованных работ следует отметить монографии К. П. Горшенина [4], Н. Д. Градобоева [5], Н. И. Гуськова [7], В. Г. Зольникова [8, 9], С. А. Коляго [10], К. А. Кузнецова [11], О. В. Макеева [12], Б. В. Надеждина [13], И. В. Николаева [14], Б. Ф. Петрова [15], К. А. Уфимцевой [16], монографию коллектива авторов «Почвы Алтайского края» [17] и ряд других.

В этих работах установлены закономерности развития и пространственного распределения почв на территории Сибири и Дальнего Востока (в районах, слабо изученных — в общей схеме, хорошо исследованных — с большой степенью детализации), вскрыты генетические особенности и производственные качества ряда почв, разработаны основы единой классификации почв Сибири и Дальнего Востока, а также систематика почв отдельных областей и краев. Все это позволило дать в целом по Сибири и Дальнему Востоку пока лишь общую схему, а по отдельным областям и краям — детализированные карты почвенно-географического районирования, в которых достаточно ярко и достоверно отражены провинциальные особенности почвенного покрова. С привлечением этих и других материалов по некоторым районам были составлены карты агропочвенного районирования и агропроизводственных группировок почв, которые имеют большое значение при планировании мероприятий по общему подъему производительности сельского хозяйства. Представляют большой интерес, особенно для экономики сельского хозяйства, первые работы по бонитировке почв, тесно связанные с качественной оценкой земельных фондов, выполненные в Томской области Н. Ф. Тюменцевым [19, 20].

Таковы основные итоги работ по проблеме качественного учета земельных фондов. Эти работы дали много нового для познания и рационального использования почв Сибири и Дальнего Востока. Однако они охватили более или менее детально только наиболее освоенные районы. Поэтому для быстрого развития сельскохозяйственного производства Сибири и Дальнего Востока, которое будет базироваться в дальнейшем главным образом на освоении новых земель, необходимо продолжить эти работы, прежде всего на более детализированной основе (особенно в северной части Сибири и Дальнего Востока, наименее исследованных в почвенном отношении).

По второй проблеме — генезису почв, — объединяющей важнейшие теоретические вопросы современного почвоведения и вместе с тем имеющей большое значение при решении очень актуальных задач, связанных с проблемой повышения производительности почв в Сибири и на Дальнем Востоке, проведено изучение состава и свойств различных почвенных типов и подтипов. Очень мало сделано по прямому изучению современных, или текущих, почвенных процессов. Опубликован также ряд монографий (некоторые из них упомянуты выше) и статей, в которых на основе обобщения материалов почвенно-географических работ сделаны широкие генетические сопоставления по генезису и эволюции почв и приведены результаты исследований по составу и свойствам различных почв и динамике почвенных процессов в некоторых из них.

В итоге исследования генезиса почв была освещена, хотя и с большими разногласиями, эволюция почвенного покрова отдельных частей территории Сибири и Дальнего Востока (или только отдельных почвенных типов) в связи с общей эволюцией страны, развитием ландшафтов, растительного покрова, а в ряде случаев и в связи с воздействием чело-

века на почвы в историческое время. Были также вскрыты генетические особенности каштановых почв, черноземов, солонцов, луговых, болотных, мерзлотно-таежных и некоторых других почв, освещен их водный, солевой и пищевой, а для ряда почв и термический режим. Довольно подробно изучены физические и физико-химические особенности почв, состав их минеральной и органической частей, в частности дерново-подзолистых, серых лесных, каштановых почв и черноземов, особенно в Западной Сибири. В некоторых почвах установлены существенные изменения, происшедшие в результате длительного воздействия различных агротехнических и агромелиоративных приемов. Выяснены также, правда только предварительно, взаимоотношения между почвами и растительностью (травянистой и лесной), некоторые особенности биологии почв, в частности микробиологической деятельности в почвах и микроэлементный состав ряда почв в отдельных районах Сибири и Дальнего Востока.

Следует отметить, что как ареал, так и глубина всех этих исследований, направленных к вскрытию генезиса почв Сибири и Дальнего Востока, были и продолжают оставаться недостаточными, что становится понятным, если учесть большую трудоемкость этих работ и необходимость проведения их на очень большой территории.

Между тем потребность всестороннего изучения генезиса почв Сибири и Дальнего Востока определяется, с одной стороны, теоретической значимостью этой проблемы, а с другой — необходимостью использовать полученные результаты для обоснования самых разнообразных мероприятий, направленных на повышение производительности почв. Именно поэтому внимание почвоведов Сибири и Дальнего Востока должно быть обращено на развитие работ, связанных с изучением генезиса почв.

Третья проблема — повышение производительности почв — включает широкий круг вопросов, связанных прежде с разработкой приемов повышения плодородия и широким применением удобрений и различных приемов мелиорации почв. В Сибири и на Дальнем Востоке широко развиты почвы засоленные и солонцовые, в районах недостаточного увлажнения требующие орошения, а в районах избыточного увлажнения — осушения, в северных районах — улучшения термического режима. Вследствие неблагоприятных почвенных условий, во многих случаях неудовлетворительной агротехники, отсутствия широкого применения удобрений как минеральных, так и органических, в большинстве районов уровень урожаев продолжает оставаться низким. При таком положении проблема повышения производительности почв Сибири и Дальнего Востока имеет решающее значение.

В результате многолетних исследований, проведенных коллективами почвоведов и агрохимиков ряда научно-исследовательских учреждений и кафедр высших учебных заведений Сибири и Дальнего Востока, разработаны теория и практика применения удобрений под различные культуры в нечерноземной и черноземной полосах Западной Сибири (Н. Ф. Тюменцев, А. Е. Кочергин, А. П. Куртесов, В. В. Метельский, В. Д. Холопов и др.) и под культуру риса на Дальнем Востоке (Б. А. Неунылов). Другие районы в этом отношении все еще изучены очень слабо. Особенно плохо в громадном большинстве районов Сибири и Дальнего Востока обстоит дело с диагностикой потребности почв и отдельных сельскохозяйственных культур в удобрениях. Разрешения этих вопросов настоятельно требуют переход к более интенсивному использованию земель и усиливающаяся химизация сельского хозяйства.

Определенные успехи были достигнуты почвоведом-мелиоратором-

ми и почвоведом-агрономами в разработке научно обоснованных приемов, эффективно обеспечивающих ликвидацию явлений засоления, солонцеватости и заболоченности почв, а также приемов рационального орошения почв в засушливых районах Сибири. Здесь следует упомянуть крупные исследования с целью обоснования приемов осушения и орошения Барабинской низменности, проведенные Почвенным институтом им. В. В. Докучаева АН СССР под руководством В. А. Ковды, Н. В. Орловского, Н. И. Базилевич и др.; исследования, выполненные почвенным отделом Биологического института Сибирского отделения АН СССР, Омским и Алтайским сельскохозяйственными институтами, Убинской мелиоративной станцией по мелиорации солонцов Западной Сибири, проводившиеся под руководством К. П. Горшенина, Н. Д. Градобоева, И. И. Гантимурова, Р. В. Ковалева, Н. В. Орловского, С. Н. Селякова и др.; исследования по проблеме орошения и обводнения Кулундинской степи, проводившиеся Институтом гидродинамики и другими институтами Сибирского отделения АН СССР (Биологическим, Транспортно-энергетическим, Центральным Сибирским Ботаническим садом) под руководством акад. П. Я. Кочинной.

Особое место в общем цикле мелиоративных исследований занимают вопросы осушения торфяных болот Западной Сибири, величайших в мире по своим размерам. Пока эти исследования проводятся в небольших масштабах. Однако работы по осушению торфяных засоленных болот, освоению торфяных почв и торфяников под различные сельскохозяйственные культуры посредством открытого и закрытого дренажей, проводимые Убинской опытно-мелиоративной станцией в Северной Барабе (Н. В. Орловский, И. И. Гантимуров), дают обнадеживающие результаты. Эффективны также работы по осушению лесных торфяных болот в Томской области с использованием направленных взрывов, проводимые институтами Гидродинамики и Леса и древесины СО АН СССР (А. А. Дерibas, Н. И. Пьявченко).

Конечно, мы не имеем возможности перечислить здесь все те разнообразные исследования, которые проводились и проводятся в настоящее время в Сибири и на Дальнем Востоке по проблеме повышения производительности почв. Но очевидно, что масштабы этих исследований далеко не соответствуют нуждам развивающегося сельского хозяйства.

Последняя, четвертая проблема — предохранение почв от разрушения водной и ветровой эрозией, от засоления и заболочивания — имеет очень важное практическое значение. В эпоху строительства коммунистического общества мы не можем допустить неразумного отношения к использованию природных ресурсов, в частности почвенных. Об этом прямо указано в ряде разделов Программы КПСС и в «Законе об охране природы РСФСР», принятом в 1960 г.

Действенная охрана почв от ухудшения и разрушения должна основываться на строго научных приемах. Поэтому ответственность за правильное использование земельных ресурсов Сибири и Дальнего Востока ложится не только на специально организованные в каждой из областей и краев инспекции по охране почв, но и на почвенные научно-исследовательские учреждения. В деле разработки и применения в сельскохозяйственной практике мероприятий по предотвращению водной и ветровой эрозии почв, явлений вторичного засоления и заболочивания при орошении и осушении сделано очень мало. Печальной иллюстрацией этого в Сибири являются широко развитая ветровая эрозия в южных районах в почвах легкого механического состава, водная эрозия в районах с пересеченным рельефом, вторичное засоление и заболочивание массивов Алейской оросительной системы в Алтайском крае и частично осушенных (площадь около 1 млн. га) массивов Барабы. Именно по-

этому почвоведом научно-исследовательских учреждений в тесном сотрудничестве с производственными организациями, призванными осуществлять контроль за правильным использованием земельных ресурсов, предстоит большая и очень важная работа по охране почв от ухудшения и разрушения.

Таковы те ответственные задачи, которые стоят перед почвоведом Сибири и Дальнего Востока в связи с предстоящим развитием сельскохозяйственного производства. Надо полагать, что они должны разрешаться в возможно сжатые сроки, опережая развитие сельскохозяйственного производства. Для этого необходимо резко расширить подготовку кадров почвоведов и агрохимиков. Сейчас подготовка таких кадров организована только в Томском и Иркутском государственных университетах, выпускающих ежегодно всего 10—15 специалистов. Кроме того, следует привлечь из Европейской части Союза в Сибирь и на Дальний Восток специалистов высокой квалификации, расширить и укрепить сеть почвенных научно-исследовательских учреждений, в частности организовать Почвенный институт Сибири, который бы объединял ныне маломощные почвенные отделы, лаборатории и кафедры почвоведения, проводящие исследования разрозненно, без единой координации.

Омский сельскохозяйственный институт,
Биологический институт
Сибирского отделения АН СССР,
Новосибирск

Поступила в редакцию
24/III 1962

ЛИТЕРАТУРА

1. Атлас сельского хозяйства СССР. Главное управление геодезии и картографии Министерства геологии и охраны недр СССР. М., 1960.
2. К. Д. Глинка. Почвы России и прилегающих стран. М.-П., ГИЗ, 1923.
3. И. В. Тюрин. Очередные и актуальные задачи советских почвоведов. Почвоведение, № 9, 1958.
4. К. П. Горшенин. Почвы южной части Сибири. М., Изд-во АН СССР, 1955.
5. Н. Д. Градобоев. Почвы левобережной части Минусинской впадины. Тр. Южно-Енисейск. экп. СОПС АН СССР, вып. 3, 1954.
6. Н. Д. Градобоев, В. М. Прудникова, И. С. Сметанин. Почвы Омской области. Омск, 1960.
7. Н. И. Гуськов. Почвы Новосибирской области. Новосибирск, 1947.
8. В. Г. Зольников. Почвы восточной половины Центральной Якутии и их использование. Материалы о природных условиях и сельском хозяйстве Центральной Якутии, вып. 1, М., Изд-во АН СССР, 1954.
9. В. Г. Зольников. Почвы Ленского и Лексинского районов Якутии и перспективы их сельскохозяйственного использования. Материалы о природных условиях юго-запада Якутской АССР, вып. 2, М., Изд-во АН СССР, 1957.
10. С. А. Коляго. Почвы правобережной части Минусинской впадины. Тр. Южно-Енисейск. экп. СОПС АН СССР, вып. 3, 1954.
11. А. И. Качияни. Почвы земледельческих районов Дальнего Востока. Хабаровск, 1954.
12. К. А. Кузнецов. Почвы юго-восточной части Западно-Сибирской равнины. Томск, 1949.
13. О. В. Макеев. Дерновые таежные почвы юга Средней Сибири. Улан-Удэ, 1959.
14. Б. В. Надеждин. Лено-Ангарская лесостепь. М., Изд-во АН СССР, 1961.
15. И. В. Николаев. Почвы Иркутской области. ОГИЗ, Иркутск, 1949.
16. Б. Ф. Петров. Почвы Алтайско-Саянской области. Тр. Почв. ин-та АН СССР, т. 35, М., 1952.
17. К. А. Уфимцев. Степные и лесостепные почвы Бурятской АССР. М., Изд-во АН СССР, 1960.
18. Почвы Алтайского края. М., Изд-во АН СССР, 1959.
19. Н. Ф. Тюменцев. Опыт построения методики качественной оценки почв. Изв. СО АН СССР, № 12, 1959.
20. Н. Ф. Тюменцев. Краткие итоги бонитировки почвы колхозов Томской области. Почвоведение, № 9, 1961.

Ф. Х. ШАКИРОВ

КОМПЛЕКСНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ВОПРОСОВ БОРЬБЫ С ЭРОЗИЕЙ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ*

В последние десятилетия в результате научного прогресса возник ряд новых отраслей знания, которые зарождались, как правило, на стыках ранее существовавших дисциплин. Так, создавались, например, биогеохимия, кибернетика, астроботаника и многие другие.

Согласно общей закономерности, возникло и учение об эрозии и методах борьбы с ней. Эта отрасль знания, очень важная для сельского и лесного хозяйства, развивается совместными усилиями специализировавшихся в этой области почвоведов, геоморфологов, агрономов, лесомелиораторов, гидрологов. Объект изучения у них один — эрозионные явления, но методы исследования и даже основные представления разные. Так, многие положения, общепринятые в лесомелиоративной литературе, совершенно не разделяются геоморфологами и даже не упоминаются ими. Это относится, в частности, ко многим положениям, разработанным А. С. Козменко [1]. С другой стороны, картографические и другие точные методы изучения эрозии, а также принципы эрозионного районирования и ряд классификаций, предложенных геоморфологами [2—7], почти не проникли в исследования агрономов и лесомелиораторов. Последние поэтому сопровождают иногда свои рекомендации упрощенными схемами районирования, выполненными нередко на недостаточной георетической основе. Наблюдается также терминологический разнобой. Можно в отдельных статьях встретить, например, такие выражения, как «борта оврагов», «овраго-балки» [9] и др., содержание которых мало кому понятно. До сих пор не договорились эрозионики о содержании даже таких общеупотребительных терминов, как «склон», «берег», «откос» и др., которые лесомелиораторами, агрономами и геоморфологами понимаются по-разному.

Причина всех этих противоречий и несогласованности заключается, на наш взгляд, в том, что вопросы эрозии, находящиеся на стыке ряда наук, главным образом почвоведения и геоморфологии, не могут быть разрешены в полной мере специалистом какой-то одной существующей отрасли. Практически, например, геоморфологу-эрозионику приходится дополнительно изучать определенные разделы почвоведения, агрономии и лесомелиорации; лесомелиораторы и агрономы в такой же степени беспомощны без знания соответствующих направлений в геоморфологии и других дисциплинах. Неверно поэтому считать науку об эрозии одним из разделов почвоведения или геоморфологии, как это было принято до сих пор. Фактически рассматриваемое направление исследований давно уже превратилось в обширную самостоятельную отрасль знания. Но поскольку указанное положение еще не признано, эта важная научная дисциплина не имеет специально подготовленных кадров, пополнение идет за счет соответствующей самопереквалификации специалистов

* Печатается в порядке обсуждения (Ред).

смежных дисциплин. По этой же причине до настоящего времени не создано курса по водной и ветровой эрозии, в котором был бы охвачен весь круг необходимых эрозионику теоретических знаний.

Чтобы устранить отмеченные недостатки и противоречия, мы считаем правильным рассматривать эрозионную науку в качестве самостоятельной дисциплины, приняв для нее название «эрозионика». Последняя может быть определена как наука о процессах разрушения поверхности суши водой и ветром, возникающих при нерациональном использовании территории, и методах борьбы с этими явлениями. Указанная формулировка согласуется с определением эрозии почвы, данным ранее А. М. Панковым [10].

Таким образом, в задачу эрозионики как науки должно входить, на наш взгляд, изучение антропогенных процессов разрушения земной поверхности. Вопросы геологического преобразования рельефа, не зависящего от деятельности людей, по-прежнему следует оставить в сфере изучения геоморфологии, которая имеет методы, позволяющие исследовать эти процессы, и оперирует геологическими отрезками времени.

Может возникнуть сомнение в том, насколько необходимо столь резко разделять антропогенную и геологическую эрозию, рассматривая первую в качестве объекта самостоятельной научной отрасли. А. М. Панков [11], в частности, подчеркивал, что вмешательство человека в процессы денудации позволяет рассматривать эрозию почв как новый оригинальный феномен природы. В обоснование правильности такого разделения можно привести ряд соображений.

Во-первых, процессы геологической (нормальной) эрозии с успехом изучаются геоморфологами без участия агрономов, почвоведов, лесомелиораторов и других специалистов, без которых изучение антропогенной эрозии вообще невозможно. Это говорит о том, что учение о геологической эрозии является одним из разделов геоморфологии, а не находится на стыке наук в противоположность учению об антропогенной эрозии.

Во-вторых, уже простое сравнение методики и содержания исследований геоморфологов, изучавших явления геологической эрозии [12, 13 и др.], с методикой и содержанием работ геоморфологов — специалистов по антропогенной эрозии [2—5, 14—16] показывает коренное отличие этих двух направлений, из которых второе фактически уже отделилось от основного ствола геоморфологии и превратилось в одно из направлений эрозионики в нашем смысле слова.

В-третьих, сопоставление геологической и антропогенной эрозии показывает, что первая связана с исчезающе малыми величинами ежегодного сноса, помноженными на геологические (практически бесконечно большие) промежутки времени. В противоположность этому второй процесс характеризуют весьма значительные величины ежегодного сноса, помноженные на определенное число лет (не слишком значительное).

Такие резкие различия в количественной стороне указанных процессов порождают качественное своеобразие антропогенной эрозии и отличия в ряде принципиальных положений, лежащих в основе этих направлений. В частности, данные геологии убедительно свидетельствуют о тесной зависимости между темпами денудации и скоростью тектонических движений. В то же время не случайно попытка Л. Е. Сетунской связать современную овражную эрозию с новейшей тектоникой показала полное отсутствие корреляции этих процессов (сообщение на совещании в Институте географии АН СССР в 1958 г.).

Другой пример. При геологическом подходе к явлениям эрозии (и дефляции) было установлено, что они приводят к постепенному выравниванию поверхностей. При изучении антропогенной эрозии сделан вы-

вод, что ее развитие обычно приводит к усложнению форм рельефа (овражная сеть, бугристые пески и т. п.). Таким образом, заключение, справедливое при рассмотрении развития обширной территории в течение миллионов лет, превратилось в свою противоположность при переходе к анализу изменений на ограниченной площади за период времени, измеряемой десятками и сотнями лет.

Не случайно поэтому в конце XIX и в начале XX вв., когда методы борьбы с оврагами основывались на выводах, полученных при изучении геологической эрозии (придание оврагам «профиля равновесия», повышение базисов эрозии путем системы запруд и т. п.), дорогостоящие противоэрозионные сооружения не останавливали эрозии. С другой стороны, А. П. Мертваго [17], поставив знак равенства между геологическим расчленением поверхности и современным ростом оврагов, пришел к ошибочному выводу о принципиальной невозможности остановить овражную эрозию.

В-четвертых, работами ряда авторов показано, что изменение поверхности суши естественными агентами денудации, происходящее без вмешательства человека, приводит к совершенно иным ландшафтным закономерностям, нежели эрозионные явления, вызванные нерациональным использованием земель (хотя в основе тех и других лежат одни и те же физические законы). Так, в районах старого земледелия мощность почвы на склонах всегда меньше, чем на водоразделах, в то время как еще П. А. Костычев [18] показал, что в целинной степи склоны имеют более мощный почвенный покров, чем водораздельные пространства*.

В-пятых, необходимость резкого отграничения геологической и антропогенной эрозии подтверждается и тем, что перед человечеством не возникало задачи борьбы с геологической эрозией (прекращение процессов естественной денудации), тогда как главная цель изучения антропогенной эрозии заключается в разработке методов ее ликвидации.

Наконец, на примере ряда естественных наук можно проследить, как вторжение их в сферу человеческого общества привело к разделению этих областей знания на самостоятельные научные отрасли. Например, медицина есть не что иное, как биология, примененная к человеческому организму; агрономия с ее отраслями — та же биология, приложенная к выращиванию культурных растений. В последние десятилетия произошло разделение экономической и физической географии. Положительное для науки значение такого размежевания доказано жизнью.

Итак, эрозионику нужно рассматривать как науку, целиком связанную с человеческой деятельностью и обслуживающую ее потребности.

Возникает вопрос, правильно ли объединять в одной научной дисциплине рассмотрение процессов водной и ветровой эрозии (дефляции). Ряд специалистов выдвигает серьезные возражения против этого. Однако не случайно исследователи-эрозионики, которые изучали оба эти процесса, рассматривают их совместно [20—22].

Правильность такого подхода основана на трех моментах. Во-первых, даже в физической стороне воздействия на почву воды и ветра много общего (ведь гидродинамика и аэродинамика имеют ряд общих законов). Во-вторых, на любой территории одновременно действуют оба агента эрозии, различаясь количественными характеристиками (из-за чего мы иногда одним из них пренебрегаем). В-третьих, и это главное, как водная, так и ветровая эрозия вызываются одними и теми же видами нерационального использования земель. «Природа устроена так, что там,

* Это положение было подтверждено исследованиями Г. А. Пресняковой [19] на целинных землях Алтайского края.

где вода не может наказывать человека за невежественные и неразумные поступки, это делает ветер», — такую мысль высказали английские эрозионики Джекс и Уайт [23]. Соответственно этому имеется ряд принципиальных положений противоэрозионной мелиорации, одинаково применимых к обоим случаям.

Знакомство с литературой приводит к выводу, что в настоящее время уже сложились следующие основные разделы эрозионики.

А. Изучение физических основ эрозионного процесса:

а) физические основы эрозионной работы водного потока;

б) физические основы эрозионной работы воздушного (ветрового)

потока.

Б. Изучение эрозионных форм рельефа:

а) формы водной эрозии;

б) формы ветровой эрозии;

в) связь эрозионных форм с унаследованным рельефом.

В. Изучение условий возникновения и развития эрозионных процессов:

а) роль различного народнохозяйственного использования территории;

б) роль различий в рельефе;

в) роль зональных особенностей в развитии эрозии.

Г. Разработка теории регулирования эрозионных процессов («защиты земель от эрозии»):

а) регулирование процессов водной эрозии;

б) регулирование процессов ветровой эрозии;

в) меры хозяйственного использования эродированной территории;

г) связь эрозии и возможностей ее преодоления с экономическими

факторами.

Д. География эрозионных явлений:

а) картографирование эрозионных явлений;

б) эрозионное районирование.

Выделение эрозионики в качестве самостоятельной отрасли знания, подготовка специалистов этого профиля и создание соответствующих научных учреждений имеют, на наш взгляд, большое значение для углубления исследований в этой области и повышения теоретического уровня рекомендаций, поскольку в настоящее время отдельные стороны эрозионного процесса изучаются разобщенно в разных институтах.

Другой, еще более неотложной, задачей являются дальнейшие мероприятия по организации во всесоюзном масштабе централизованной службы охраны почв, которая имела бы во всех зонах страны сеть опытно-показательных хозяйств и средства для осуществления на их территории комплексов противоэрозионных мероприятий.

В наше время коренное изменение природных ландшафтов (механизированные лесозаготовки на больших площадях, подъем целинных земель, строительство гидроэлектростанций и др.) выдвигает на одно из первых мест задачу разработки научных дисциплин, позволяющих предвидеть и предотвращать возможные отрицательные последствия указанных преобразований. Недооценка этого привела, в частности, к развитию процессов водной эрозии на концентрированных вырубках в горных лесах Бурятии, Хакассии и других мест; нерациональная распашка легких почв в межгорных котловинах этих же районов вызвала усиление ветровой эрозии. Освоение природных богатств Сибири, начатое широким фронтом только при социализме, требует комплексного изучения отдаленных последствий наших преобразований. Важную роль в этом комплексе должны играть специалисты-эрозионики широкого профиля.

Объединение различных направлений в русле единой научной дисциплины поможет решению этой задачи.

Большое народнохозяйственное значение указанных исследований для Советского Союза определяется тем колоссальным ущербом в 3,66 млрд. руб. ежегодно [24], который наносят явления антропогенной эрозии сельскому и лесному хозяйству, транспорту, гидроэнергетике, рыбному хозяйству и другим отраслям производства. Поэтому уменьшение и ликвидация потерь, причиненных эрозией различным категориям земель, является одной из важнейших задач науки на современном этапе.

Институт леса и древесины
Сибирского отделения АН СССР,
Красноярск

Поступила в редакцию
1/XI 1961

ЛИТЕРАТУРА

1. А. С. Козменко, Основы противозерозионной мелиорации. М., 1954.
2. В. П. Лидов, И. Е. Дик, Е. М. Николаевская, Н. В. Хмелева, К вопросу о методике комплексных географических исследований и методике специального картографирования. *Вопр. геогр.*, сб. 23, 1950.
3. В. П. Лидов, И. Е. Дик, Е. М. Николаевская, Л. Е. Сетунская, Н. В. Хмелева, Классификация современных линейных форм эрозии. *Изв. АН СССР, сер. геогр.*, № 3, 1954.
4. В. П. Лидов, О принципах физико-географического районирования. *Изв. Всес. геогр. об-ва*, т. 8, вып. 86, № 2, 1954.
5. В. П. Лидов, Л. Е. Сетунская, Эрозионное районирование Центральной части Приволжской возвышенности. В сб. *сельскохоз. эрозия*. М., 1958.
6. Г. В. Занин, Эрозионные формы рельефа, создаваемые временными водотоками и принципы их лесомелиорации. *Изв. АН СССР, сер. геогр.*, № 6, 1952.
7. А. Ф. Гужева, Овраги Средне-Русской возвышенности. *Тр. Ин-та географии АН СССР*, т. 2, вып. 1, М., 1948.
8. Е. В. Третьяков, Овраги Приобья. *Почвоведение*, № 2, 1958.
9. В. И. Филин, Фильтры из кустарниковых пород для задерживания продуктов плоскостной эрозии. *Эрозия почв и борьба с ней*. М., 1957.
10. А. М. Панков, К постановке вопроса об изучении эрозии почв и мер борьбы с нею. *Земледелие*, т. 36, вып. 3, 1954.
11. А. М. Панков, Нормальная денудация и эрозия почв. *Эрозия почв*, 1937.
12. А. А. Вирский, Закономерности и факторы развития эрозионного рельефа. *Дисс.* М., 1949.
13. А. А. Вирский, Об основных закономерностях и факторах развития эрозионного рельефа. *Пробл. физ. геогр.*, № 15, 1950.
14. Д. Л. Арманд, Изучение эрозии в степных и лесостепных районах СССР и состояние противозерозионных мероприятий. *Изв. АН СССР, сер. геогр.*, № 2, 1954.
15. Д. Д. Арманд, Защита склонов гидрографической сети от эрозии. *Почвоведение*, № 2, 1958.
16. В. П. Лидов, Е. М. Николаевская, Значение специальных карт для географии при решении задач преобразования природы. *Изв. Всес. геогр. об-ва*, т. 84, вып. 4, 1952.
17. А. П. Мертваго, Борьба или помощь оврагам? *Хозяин*, № 41, 1895.
18. П. А. Костычев, Почвы черноземных областей России. *Спб.*, 1886.
19. Г. А. Преснякова, Агротехнические приемы борьбы с водной эрозией в Алтайском крае. Борьба с эрозией почв и ее предупреждение в районах освоения целинных и залежных земель. М., 1957.
20. С. С. Соболев, Развитие эрозионных процессов на территории Европейской части СССР и борьба с ними, т. I, 1948.
21. Х. Р. Беннет, Основы охраны почвы (пер. с-англ.). М., 1958.
22. H. Kohnke, A. Bertrand., *Soil Conservation*. N. Y. Toronto, London, 1959.
23. G. V. Jacks, R. D. White, *The Rape of the Earth*, London, 1951.
24. С. С. Соболев, Современное состояние и пути борьбы с эрозией почв. *Матер. сессии ВАСХНИЛ по борьбе с засухой и эрозией*. М., 1958.

Л. К. Поздняков

О ЗНАЧЕНИИ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ТЕМПЕРАТУРЫ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ЛЕСНОГО МИКРОКЛИМАТА

Лесоводственные исследования, связанные с изучением взаимоотношений лесной растительности и среды, как правило, сопровождаются микроклиматическими наблюдениями, в комплексе которых одно из ведущих мест занимает изучение температурного режима как самих лесных растительных сообществ, так и безлесных территорий, граничащих с ними. При лесных микроклиматических исследованиях, длительных или эпизодических, обычно организуется базисная станция на открытом месте и серия станций на изучаемых объектах. Приборы для измерения температуры почвы и воздуха и влажности воздуха устанавливаются в одной точке, которая должна характеризовать средние условия изучаемого объекта. Заметим, что при учете осадков, задерживаемых кронами, под пологом леса выставляется не один, а много дождемеров [1].

Термический режим внутри данного участка леса, очевидно, будет неоднороден [2, 3], при сравнении нескольких участков нельзя игнорировать различия внутри одного и того же растительного сообщества, которые могут быть не меньшими, чем между разными объектами. Это обстоятельство подчеркивает С. А. Сапожникова, указывающая, что «необходимость учета изменчивости в пространстве не осознана еще в практике метеорологических исследований, хотя в некоторых случаях она, безусловно, необходима, в частности, например, при наблюдениях над температурой верхних слоев почвы» [4, стр. 193].

Следовательно, для оценки степени достоверности и точности микроклиматических различий между отдельными объектами исследования нужно иметь представление о пространственной изменчивости того или иного элемента в каждом объекте.

Опыт такого рода был проведен в Центральной Якутии в лиственных и сосновых лесах. Для этой цели на пробных площадях, где велись регулярные микроклиматические наблюдения на постоянных станциях, были разбиты сети квадратов или прямоугольников со сторонами от 5 до 10 м, на углах которых измерялась температура почвы на глубинах 5, 10 и 20 см и минимальная температура на поверхности почвы. Температура воздуха на высоте 1,5 м измерялась одновременно двумя психрометрами, переносимыми на специальных легких штангах с точки на точку так, что в результате получались серии парных отсчетов. Результаты измерений обрабатывались статистически*.

Обратимся к температуре почвы, которая измерялась 11—13 августа 1961 г. в ясную, почти безветренную погоду 3 раза в день (табл. 1).

* Не представилось возможным вести параллельные наблюдения на различных пробных площадях одновременно, поэтому приводимые далее цифры характеризуют выирывание температуры только на одном участке в данное время и сравнивать различные участки между собой нельзя.

Разность между крайними значениями температуры, измеренной в пределах каждого участка, весьма значительна. На вырубке в разные часы и на разных глубинах она колеблется приблизительно от 3 до 7°, в лиственничниках — от 2,5 до 5,5° и в сосняке от 1,5 до 3°. Вследствие



Рис. 1. Изолинии температуры почвы на глубине 20 см:

А — вырубка, Б — лиственничник 50 лет; 1 — утро, 2 — день, 3 — вечер.

этого, несмотря на сравнительно большое число наблюдений, ошибка вычисления средней температуры почвы (m) для каждой глубины довольно заметна: она колеблется около 0,2°. Срединная ошибка достигает наибольшей величины на вырубке, приблизительно одинакова под пологом лиственничников разного возраста и меньше всего в сосняке на песчаной почве. Примерно тот же характер имеет изменение основного отклонения (σ), величина которого часто превышает $\pm 1^\circ$. О пространственной изменчивости температуры почвы на глубине 20 см на вырубке, где она выражена более отчетливо, и в лиственничнике 50 лет (условия приблизительно средние для лиственничников) дают представление термоизоплеты, приведенные на рис. 1. Следует подчеркнуть, что вырубка и лиственничник 50 лет по сравнению с другими участками наиболее однородны по растительному покрову и развитию подстилки и при выборе только одного пункта для наблюдений последний можно

расположить на любой из тех точек, где велись измерения. Об изменчивости минимальной температуры на поверхности почвы дает представление табл. 2.

Разница между крайними значениями температуры, когда нет заморозков, колеблется от 1 до 2°. При заморозках, насколько можно судить по непродолжительным наблюдениям, эта разница сильно возрастает, особенно на вырубке, что сказывается на точности вывода средней температуры для всего участка. Пространственная изменчивость минимальной температуры на поверхности почвы значительно меньше, чем температуры почвы на всех изучавшихся глубинах.

Для характеристики изменчивости температуры воздуха на высоте 1,5 м приходится ограничиться сравнением парных отсчетов по психрометру, результаты которого представлены на рис. 2. Здесь на оси абсцисс отложено количество парных отсчетов в порядке последовательности их проведения, а на оси ординат — абсолютные разницы температуры по каждой паре отсчетов. Наибольшие колебания температуры свойственны вырубке, где нет препятствий к свободному движению воздуха, лиственничнику с подростом (110 лет), для которого характерна пестрота условий инсоляции и перемещения воздуха, и отчасти сосняку с несколько неравномерно сомкнутым пологом.

Наименьшая разница отмечена в довольно густом и однородном лиственничнике 50 лет. В дневные часы эти различия температуры в среднем составляют около 0,3° на вырубке, немного менее 0,3° в листвен-

Температура почвы на глубине 5, 10 и 20 см

Таблица 1

Время наблюдения	Глубина, см	Крайние температуры		M	$\pm m$	$\pm \sigma$	n
		макс.	мин.				
<i>Вырубка</i>							
Утро	5	12,5	9,8	11,6	0,16	0,78	25
	10	12,9	9,2	11,1	0,16	0,80	25
	20	12,5	8,5	10,4	0,22	1,10	25
День	5	21,8	15,0	18,4	0,33	1,64	25
	10	17,6	13,5	15,4	0,25	1,26	25
	20	15,1	9,0	12,4	0,28	1,39	25
Вечер	5	20,4	15,0	17,8	0,32	1,57	24
	10	18,5	13,0	15,3	0,30	1,54	25
	20	15,0	10,0	12,7	0,29	1,14	25
<i>Лиственничник 50 лет, сомкнутость крон 0,7</i>							
Утро	5	13,7	11,5	12,5	0,13	0,64	24
	10	13,0	9,6	10,9	0,15	0,76	25
	20	10,5	7,8	9,1	0,17	0,84	25
День	5	19,0	15,0	16,4	0,25	1,28	25
	10	16,0	11,0	13,4	0,27	1,35	24
	20	11,2	7,9	9,9	0,16	0,78	24
Вечер	5	15,9	13,0	14,6	0,16	0,80	25
	10	14,4	11,0	12,0	0,15	0,78	25
	20	11,0	7,0	9,7	0,23	0,95	25
<i>Сосняк 155 лет, сомкнутость крон 0,5</i>							
Утро	5	12,5	10,6	11,6	0,11	0,52	24
	10	13,5	11,0	12,2	0,13	0,64	24
	20	13,4	11,3	12,4	0,12	0,59	24
День	5	14,0	12,5	13,3	0,11	0,52	23
	10	14,2	12,0	13,1	0,13	0,67	24
	20	13,7	11,2	12,6	0,11	0,57	24
Вечер	5	13,4	10,6	12,1	0,16	0,79	24
	10	13,0	11,0	12,0	0,13	0,64	24
	20	12,9	11,0	11,9	0,12	0,61	24
<i>Лиственничник 140 лет, сомкнутость крон 0,6</i>							
Утро	5	13,5	9,5	11,4	0,21	1,02	24
	10	13,5	9,0	10,8	0,20	1,00	25
	20	11,5	8,1	9,6	0,19	0,90	23
День	5	18,0	14,5	16,1	0,22	1,06	24
	10	14,0	11,2	12,7	0,14	0,79	24
	20	12,0	9,5	10,5	0,15	0,69	24
Вечер	5	17,0	12,0	14,0	0,23	1,14	24
	10	14,5	10,5	11,9	0,20	0,98	24
	20	12,0	8,5	10,1	0,15	0,74	24
<i>Лиственничник с подростом 110 лет, сомкнутость 0,3</i>							
Утро	5	12,7	10,0	11,2	0,14	0,75	30
	10	10,8	8,0	9,2	0,15	0,82	29
	20	9,5	6,2	7,7	0,16	0,89	30
День	5	16,0	10,2	13,4	0,28	1,52	30
	10	12,5	8,5	10,1	0,19	1,05	30
	20	10,4	6,0	7,7	0,17	0,98	30
Вечер	5	14,0	9,2	11,2	0,20	1,10	30
	10	11,0	7,5	9,2	0,13	0,83	30
	20	9,5	5,5	7,5	0,18	1,01	30

Примечание. Здесь, как в дальнейшем, приняты следующие обозначения: M — среднее арифметическое, m — срединная ошибка среднего арифметического, σ — основное отклонение, n — число наблюдений.

Таблица 2

Минимальная температура на поверхности почвы

Участок	Дата	Крайние температуры		M	±m	±σ	n
		макс.	мин.				
Лиственничник 50 лет	18/VIII	11,9	10,6	11,2	0,10	0,34	11
» 50 »	3/IX	1,3	0,3	0,7	0,05	0,25	25
» 140 »	11/VIII	12,0	10,2	10,7	0,16	0,52	11
» 140 »	29/VIII	2,0	0,6	1,2	0,06	0,31	24
» 140 »	5/IX	1,9	0,8	1,3	0,06	0,30	24
» 110 »	18/VIII	9,5	7,8	8,6	0,14	0,49	12
» 110 »	2/IX	-0,7	-3,6	-2,5	0,14	0,66	30
Вырубка	11/VIII	6,3	5,0	5,7	0,14	0,52	13
»	30/VIII	1,9	-4,0	-2,1	0,35	0,62	23
Сосняк	1/IX	6,0	4,0	4,5	0,08	0,40	24

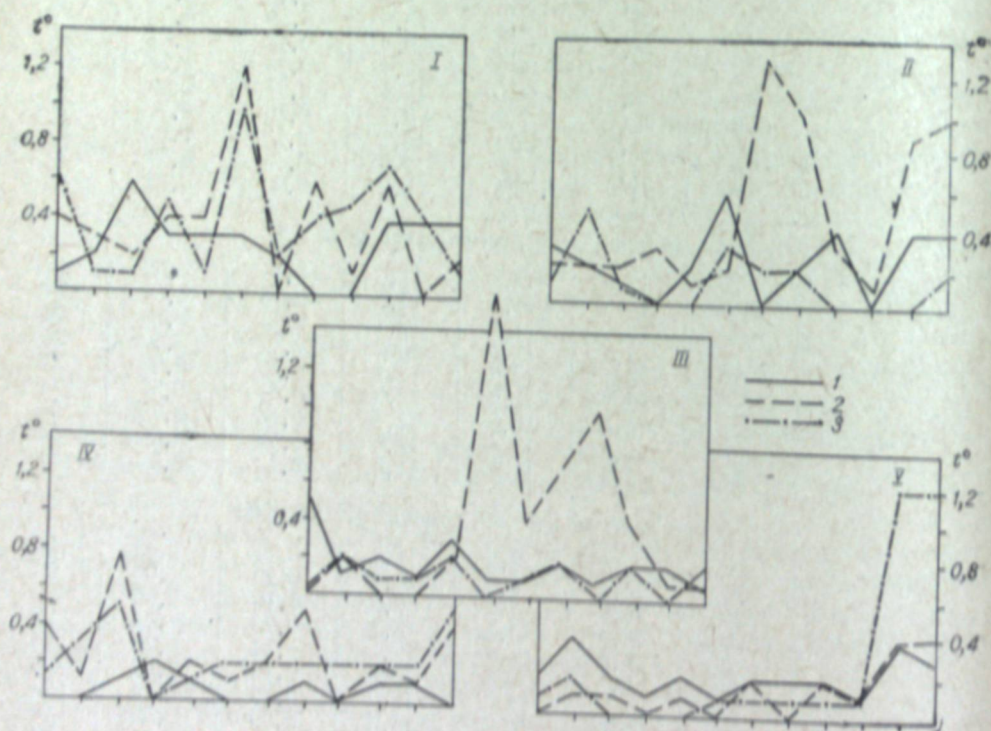


Рис. 2. Разница температуры воздуха на высоте 1,5 м по каждой паре одновременных отсчетов:
 I — вырубка, II — сосняк, III — лиственничник с подлеском 110 лет, IV — лиственничник 140 лет,
 V — лиственничник 50 лет; 1 — утро, 2 — день, 3 — вечер.

ничниках 110 лет с подлеском, около $0,2^\circ$ в лиственничниках 50 и 140 лет и несколько более $0,2^\circ$ в сосняке. Наибольшая разница температуры наблюдается днем и отчасти вечером. Если пренебречь одновременно отсчетов и вычислить средние температуры по каждому участку (парные отсчеты по всем 24—25 точкам занимали около 45 мин), то оказывается, что основное отклонение для вырубки и лесных участков колеблется в разные сроки наблюдений от $0,4$ до $0,6^\circ$, а точность вычисления среднего — около $\pm 0,1^\circ$.

Возникает вопрос о допустимости осреднения температуры в случае

неодновременного ее измерения. Предварительно судить об этом можно по результатам измерения температуры и влажности воздуха психрометрами на высоте 1,5 м, проводившимся через каждые 5 мин с 12 до 14 ч на метеорологических площадках на вырубке и в лесу, т. е. в каждом случае на одном и том же месте (рис. 3). При общей тенденции к повышению температуры и в лесу и на вырубке наблюдаются заметные колебания. В результате взаимной компенсации таких отклонений на различных точках средние величины, вычисленные за некоторый промежуток времени (например, 45 мин), могут быть близки к тем, которые были бы получены по одновременным наблюдениям на всех 25 точках. Однако эти предположения, важные для практики микроклиматических исследований, нуждаются в детальной экспериментальной проверке.

Аналогичным образом сравнивается относительная влажность воздуха, вычисленная по показаниям психрометра (рис. 4). Колебания влажности воздуха в пределах каждой пары отсчетов достигают 8—10%. Средняя разница больше на вырубке и в лиственничнике 110 лет с подлеском, меньше всего в лиственничнике 140 лет, а сосняк и лиственничник 50 лет занимают приблизительно среднее положение. Наибольшие колебания влажности на вырубке приходятся на вечер, а под пологом леса — на утро и день.

Следовательно, различия во влажности воздуха, измеренной одновременно в пределах одного более или менее равномерно сомкнутого древостоя, при эпизодических наблюдениях часто принимаются за достоверные различия между объектами изучения, резко отличающимися друг от друга. Изменение влажности воздуха в течение 30—40 мин почти не обнаруживает ясно выраженной тенденции к повышению или понижению (см. рис. 3). Результаты таких наблюдений допустимо обрабатывать статистическим методом, условно полагая их одновременными. Расчеты показывают, что в этом случае основное отклонение (σ) средней арифметической величины, вычисленное по достаточно большому числу наблюдений, колеблется около 3%, следовательно, различия в относительной влажности сравниваемых участков даже в 5—6% в этих условиях не могут быть признаны достоверными.

Большая пространственная изменчивость температуры, которую во избежание неверных выводов нельзя не учитывать при сравнении микроклимата различных лесных участков, относится к краткосрочным циклам наблюдений. При длительных наблюдениях и осреднении их результатов за большие промежутки времени пространственная изменчивость, по-видимому, будет уменьшаться, но и в этих случаях необходимо путем специально поставленных опытов выявить степень точности такого рода наблюдений.

Микроклиматические исследования необходимо сопровождать изучением пространственной изменчивости метеорологических элементов в пределах изучаемых объектов. На основании таких наблюдений могут

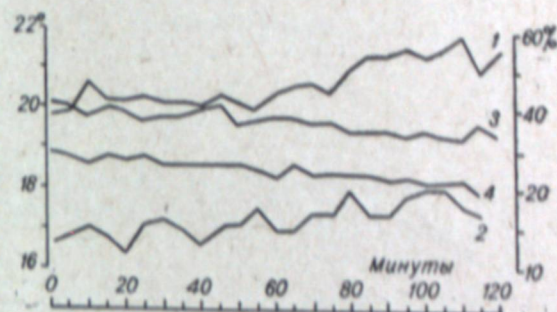


Рис. 3. Изменение температуры и относительной влажности воздуха на высоте 1,5 м по отсчетам через каждые 5 мин:

1 — температура воздуха на вырубке, 2 — то же в лесу,
 3 — влажность воздуха на вырубке, 4 — то же в лесу.

быть получены показатели, характеризующие как изменчивость изучаемого элемента, так и точность его определения, а это позволит избежать ошибок, возможных при сравнении тех или иных объектов из-за недостаточной репрезентативности пунктов наблюдения.

При отсутствии дистанционных электрических термометров изучение пространственной изменчивости температуры требует одновременной

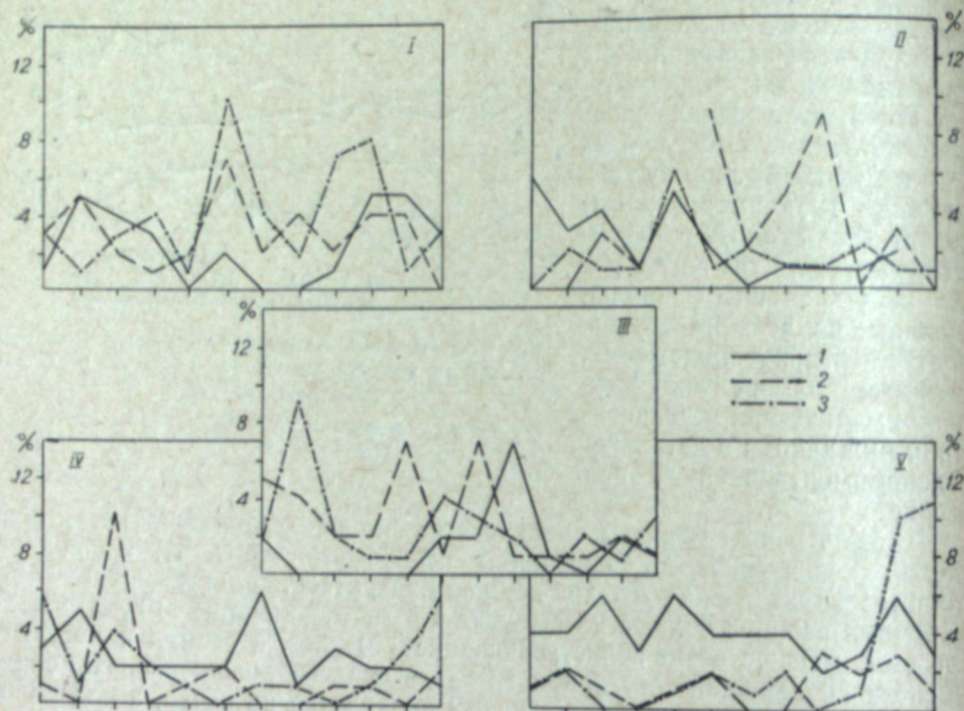


Рис. 4. Разница относительной влажности воздуха на высоте 1,5 м по каждой паре одновременных отсчетов. (Обозначения те же, что на рис. 2).

работы многих наблюдений, что не всегда возможно. Поэтому представляет практический интерес изучить изменение метеорологических элементов во времени на протяжении периода, достаточного для наблюдений в требуемых пунктах переносимыми приборами, т. е. примерно в течение 20—30 мин. Такие исследования желательно провести в различных физико-географических условиях с учетом сезона, времени суток, погоды и характера изучаемых объектов. Они позволят выявить те минимальные затраты труда, которые обеспечат получение достоверных средних величин.

Институт леса и древесины
Сибирского отделения АН СССР,
Красноярск

Поступила в редакцию
2/1 1962

ЛИТЕРАТУРА

1. А. А. Молчанов, Гидрологическая роль леса. Изд. АН СССР, М., 1960.
2. А. А. Молчанов, Лес и климат. Изд. АН СССР, М., 1961.
3. В. В. Протопопов, Изменение микроклиматических условий под влиянием рубок ухода в лиственнично-еловом древостое. Тр. Лабор. лесоведения, т. 3, М., 1961.
4. С. А. Сапожникова, Микроклимат и местный климат. ГИМЗ, Л., 1950.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

А. Я. ВЛАСОВ Б. А. АЮРЗАНЯЙН

ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ МАГНИТОСТРИКЦИИ И КОЭФФИЦИЕНТА ЛИНЕЙНОГО РАСШИРЕНИЯ СПЛАВА ЭЛИНВАР

Элинвар относится к сплавам инварного типа, обладающим аномалиями объемных и упругих свойств с довольно сложной зависимостью их от температуры. Исследования К. П. Белова [1—4] показывают, что причина названных аномалий связана с ферромагнетизмом этих сплавов и в значительной мере определяется закономерностями протекания в них магнитных и, в частности, магнитоэлектрических явлений. Однако в одной из недавно появившихся работ [5] высказывается противоположная точка зрения — о неферромагнитной природе аномалий сплавов инварного состава. Это, безусловно, вызывает еще более живой интерес к аномальным явлениям, особенно к изучению объемной магнитоэлектрики и ее зависимости от температуры. Насколько известно, имеется только одна работа [2], в которой исследовалась температурная зависимость магнитоэлектрики элинваров, имеющих довольно низкие температуры Кюри, вследствие чего по кривым $\lambda(t)$ этих сплавов трудно судить о критерии ферромагнетизма. Поэтому возникает необходимость в проведении подобных исследований на элинварных сплавах иного состава с одновременным изучением закономерностей изменения коэффициента линейного расширения с изменением температуры. Это позволит получить некоторые данные по установлению связи между магнитоупругими и магнитоэлектрическими эффектами. Полученные данные помогут изыскать и улучшить сплавы данного типа, широко используемые в технике для изготовления часовых пружин, балансиров хронометров и различных деталей точных приборов.

Образцы и методика измерений

Весь комплекс исследований был проведен на образцах из элинварного сплава (37% никеля, 7,56% хрома, 54,44% железа). Для выяснения закономерностей объемного характера магнитоэлектрики парапроцесса были изготовлены три образца-диска диаметром 20 мм и толщиной 2 мм. Температурная зависимость магнитоэлектрики и коэффициента линейного расширения исследовалась на образце-стержне длиной 248 мм и диаметром 3,3 мм. Все образцы предварительно отжигались в вакууме при 1050°С в течение 2 ч с последующим охлаждением вместе с печью.

Магнитоэлектрика на образцах-дисках измерялась с помощью проволочных датчиков, наклеенных на поверхность образцов под углами 0,45 и 90° по отношению к направлению намагничивающего поля. Магнитоэлектрика образца-стержня измерялась методом выносных датчиков [6]. Рабочая чувствительность мостовой схемы составляла $2 \cdot 10^{-7}$.

Намагничивающий соленоид с принудительным масляным охлаждением давал возможность в пределах 300 мм создавать однородное поле напряженностью до 4000 э.

Установка позволяла проводить измерения в достаточно широком интервале температур — от —196 до 350°С. Однородность температуры по длине образца поддерживалась с точностью до 0,03°С. Замеры магнитоэлектрического изменения длины производились после включения поля при установившейся температуре образца и окружающей среды. Это позволяет считать, что изменения длины происходят в изотермическом режиме. При температурах ниже температуры области Кюри в сильных полях влияние магнито-калорического эффекта не проявлялось ввиду незначительности его величины. В области Кюри и в слабых полях указанный эффект значительно возрастает, поэтому все измерения производились при строгом соблюдении условия изотермичности.

Результаты измерений и их анализ

На рис. 1 представлены кривые магнитострикции, снятые на образцах-дисках в плоскости диска вдоль, поперек и под углом 45° к направлению поля. У исследуемого эливиара в полях до технического насыщения магнитострикции вдоль и поперек поля имеют противоположные знаки. В более сильных полях магнитострикция по всем направлениям имеет один и тот же знак, что говорит о ее объемном характере. Аналогичные результаты были получены на эливиаре иного состава К. П. Беловым [4], который пришел к выводу о том, что значительная магнитострикция парапроцесса связана с наличием в этих сплавах большой крутизны обменного интеграла.

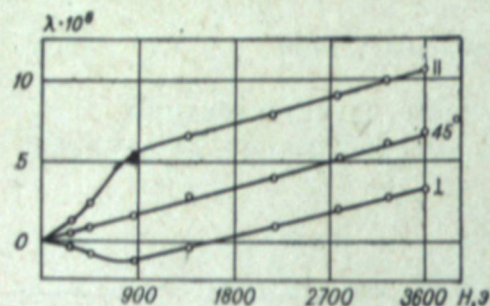


Рис. 1. Кривые магнитострикции сплава эливиар (37% Ni, 7,56% Cr, 54,44% Fe), снятые вдоль, поперек и под углом 45° к направлению поля.

ход кривых магнитострикции аналогичен подобным кривым для инварных сплавов [2]. Линейное возрастание магнитострикции в области сильных полей является следствием парапроцесса. Показательно, что в области сравнительно низких температур (от -196° до 15° C) и в слабых полях решающая роль принадлежит магнитострикции технического намагничивания λ_s . С повышением температуры начальная часть кривой, соответствующая магнитострикции смещения и вращения, «съедается» и главную роль приобретает магнитострикция парапроцесса λ_p , которая подчиняется линейному закону

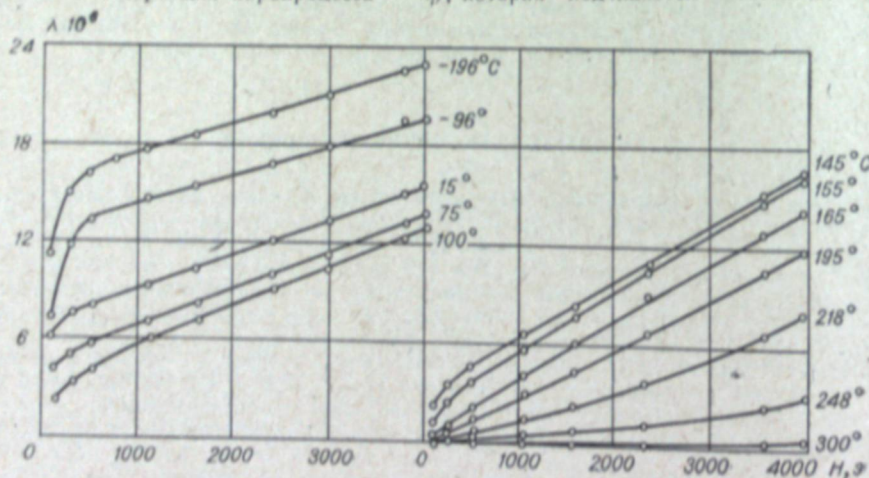


Рис. 2. Кривые магнитострикции эливиара при разных температурах.

$\lambda_p = f(H)$ в области температур $t < \Theta$. Поле в 4000 э не нарушает этой линейности. При приближении к области Кюри наклон прямолинейного участка возрастает, а при переходе через эту область он снова уменьшается с тенденцией искривления кривых, которые подчиняются закону $\lambda_p = f(H^2/\Delta)$. Данная закономерность весьма заметна для сплавов с большой магнитострикцией парапроцесса и низкой температурой Кюри. Выше области Кюри магнитострикционные кривые принимают параболический вид и описываются квадратичным законом $\lambda = f(H^2)$.

Экстраполируя на рис. 2 прямолинейные участки кривых в сильных полях к $H=0$, мы можем отделить магнитострикцию парапроцесса и найти интересующую нас зависимость магнитострикции технического намагничивания в функции темпера-

Обычно для сплавов с большой магнитострикцией парапроцесса не выполняется второе правило четных эффектов. Экстраполяция на рис. 1 прямолинейных участков $\lambda_{||}$ и λ_{\perp} в сильных полях к $H=0$ показывает, что для данного сплава указанное правило выполняется достаточно хорошо. По-видимому, это объясняется тем, что магнитострикция, измеренная под углом 45° к направлению поля, сохраняет свою линейность и в слабых полях и при экстраполяции к $H=0$ проходит через начало координат. Следует также учесть, что отжигом образцов в высоком вакууме была снята магнитная текстура.

На рис. 2 представлена серия кривых магнитострикции эливиара, снятых при различных температурах. Как видно, при различных температурах.

туры. Кривые указанной зависимости при различных значениях намагничивающего поля представлены на рис. 3. Из рисунка видно, что в интервале температур от -196° до области Кюри эта зависимость носит линейный характер, т. е. согласуется с теорией температурной зависимости четных эффектов [7]. Резко выраженный широкий максимум в области Кюри, очевидно, является следствием особого специфического характера магнитного превращения в эливиарных сплавах и особой структуры их решетки. Следует отметить, что аналогичный ход кривых $\lambda(t)$ наблюдается и у инварных сплавов [2]. Ход кривой $\lambda(t)$ для неотожженного образца по виду такой же, но «хвосты» значительно длиннее, чем для отожженного образца, что согласуется с объяснениями, данными в работе [8].

По данным измерений температурных зависимостей магнитострикции $(\partial \lambda_p / \partial H) = -20 \cdot 10^{-10}$ э $^{-1}$ при 15° C) и намагниченности $(\partial I_s / \partial t) = -1,8$ гаусс \cdot град $^{-1}$ при 15° C можно судить о крутизне обменного интеграла, которая для данного эливиарного сплава сравнительно велика, что позволяет поместить его на наиболее крутой части кривой Бете.

Аномальные свойства данного сплава проявляются также в чрезвычайно своеобразной зависимости коэффициента линейного расширения α от температуры (рис. 4). В интервале температур от -196° до 100° C его значение остается постоянным, а при подходе к области Кюри и при дальнейшем увеличении температуры весьма быстро растет. С исчезновением намагниченности изменение коэффициентов линейного расширения с температурой должно подчиняться функции Дебая (см. рис. 4, штриховая линия).

Аномалия теплового расширения у данного эливиара в основном обусловливается термострикцией парапроцесса, которую можно выразить (из-за невозможности измерить ее непосредственно) через доступные измерения магнитные величины [4].

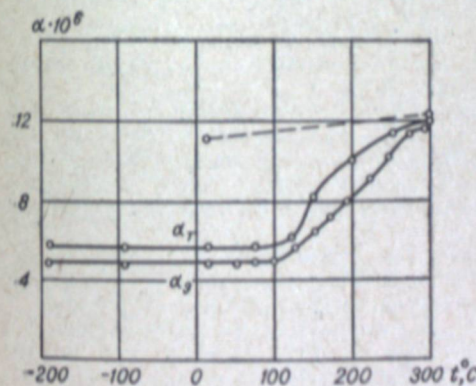


Рис. 4. Температурная зависимость коэффициента линейного расширения эливиарного сплава. α_s — эксперимент, α_f — теория; штриховая линия — функция Дебая.

$$\alpha = \alpha_{I_s} + \frac{1}{\chi_p} \cdot \frac{\partial \lambda_p}{\partial H} \cdot \frac{\partial I_s}{\partial t} = \alpha_{I_s} + \alpha_f$$

Здесь α_{I_s} — неферромагнитная часть, т. е. тот коэффициент расширения, который был бы в ферромагнетите, если бы самопроизвольная намагниченность отсутствовала; α_f — ферромагнитная часть, обуславливающая аномалию; χ_p — восприимчивость парапроцесса. Две последние величины измерялись обычным баллистическим методом. Пользуясь вышепредставленной формулой и функцией Дебая, можно построить теоретическую кривую α_f в функции температуры (см. рис. 4). Сравнение ее с экспериментальной α_s обнаруживает достаточно хорошую идентичность, что подтверждает ферромагнитную природу аномалий теплового расширения эливиарных сплавов.

Институт физики
Сибирского отделения АН СССР,
Красноярск

Поступила в редакцию
24/VI 1961

ЛИТЕРАТУРА

1. К. П. Белов, О ферромагнитной природе свойств сплава типа инвар и элинвар. Изв. АН СССР, сер. физ., т. II, № 6, 1947.
2. К. П. Белов, О. Н. Агасян. О температурной зависимости магнитоэлектрических сплавов типа инвар. Изв. АН СССР, сер. физ., т. II, № 6, 1947.
3. К. П. Белов, Температурная зависимость восприимчивости парапроцесса инварных сплавов. Уч. зап. МГУ, физика, вып. 162, 1952.
4. К. П. Белов, Исследование магнитоупругих явлений в ферромагнетиках в области парапроцесса. Изв. АН СССР, сер. физ., т. 4, 1952.
5. Л. Н. Федотов, В. И. Сумин, Исследование зависимости намагниченности насыщения от нагрузки железо-никелевых сплавов инварных составов. Сб. ЦНИИЧМ. Прецизионные сплавы, 22, 1959.
6. А. Я. Власов, И. Л. Гуськова, Температурная зависимость магнитоэлектрики железа. Изв. СО АН СССР, № 3, 1959.
7. Н. С. Акулов, Ферромагнетизм. М.—Л., ОНТИ, 1939.
8. Д. И. Волков, В. И. Чечерников, Магнитоэлектрика сплавов типа Ni—Cu, Ni—Mn вблизи точки Кюри. ЖЭТФ, т. 27, № 2(8), 1954.

А. В. НИКОЛАЕВ, С. А. ДУРАСОВА, Б. В. ЛЕВИН

ЭКСТРАКЦИЯ УРАНИЛНИТРАТА НЕРАЗБАВЛЕННЫМ ТБФ В ЛАБОРАТОРНЫХ КОЛОННАХ

Экстракция трибутилфосфатом широко применяется для выделения урана из облученных блоков [1, 2] и для очистки соединений урана, извлекаемых из руд [3].

В лабораторных условиях может понадобиться регенерировать большие количества урана (из растворов, содержащих большие количества высаливателя). Для этой цели выгодно использовать экстракцию неразбавленным ТБФ, так как это дает большее извлечение урана.

Предварительные опыты по извлечению урана из растворов уранилнитрата с содержанием металла ~ 10 г/л и 5н. по азотной кислоте показали, что при соотношении объемов органической фазы и водной 1 : 1 при двух экстракциях в делительной воронке уран практически нацело извлекается без высаливателя.

В растворах, содержащих 70 г/л металла, применялся высаливатель — азотнокислый аммоний. При двойной экстракции в воронке с соотношением $V_{орг} : V_{водн}$ соответственно 1 : 1 и 1 : 2 извлечение урана составляет 99,9%.

Опыты по экстракции урана из растворов уранилнитрата неразбавленным ТБФ проводились в лабораторных колоннах: насадочной и пульсирующей. Первоначально использовалась насадочная колонна, выполненная из стекла. Ее диаметр 38 мм. Высота зоны массообмена — 1300 мм. Насадка — стеклянные кольца 8×4, 5×1,5 мм. Коэффициент свободного объема насадки — 0,73. Коэффициент свободного сечения под насадку — 0,64.

Главная цель опытов на колонне состояла в том, чтобы получить наибольшее извлечение урана при минимальной высоте массообмена. Экстракция проводилась как без высаливателя, так и с применением в качестве высаливателя NaNO_3 и $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$.

После запуска колонны через каждые 15—20 мин отбирались пробы экстракта и выходящей водной фазы и определялся их удельный вес. Объемные скорости поступления в колонну ТБФ и раствора уранилнитрата были строго постоянны. Пробы экстракта и выходящей водной фазы отбирались до тех пор, пока для них не устанавливались постоянные удельные веса, что указывало на достижение стационарного состояния.

Отобранные пробы водной фазы, отвечающие стационарному состоянию, анализировались на содержание урана, а затем вычислялось извлечение. При работе без высаливателей, использовались растворы уранилнитрата с содержанием урана 63, 15,5 и 6,4 г/л и 5н. по азотной кислоте. Извлечение вычислялось с учетом объемов водной и органической фаз.

Одновременно изучалась возможность концентрирования урана в ТБФ. Для этого соотношение $V_{орг} : V_{водн}$ подбиралось так, чтобы при почти полном извлечении урана в органическую фазу, его концентрация в ней была примерно в 1,5—1,8 раза больше, чем в исходном водном растворе. Как показали предварительные опыты, для этого достаточно соотношение $V_{орг} : V_{водн}$ равно 0,5—0,7.

Результаты опытов представлены в табл. 1.

Как следует из таблицы 1, извлечение урана на высоте массообмена 1300 мм составляет 70% для соотношения $V_{орг} : V_{водн} = 0,64—0,60$. При этом концентрация урана в органической фазе несколько больше или равна содержанию урана в водной фазе. Очевидно, что при большей высоте колонны, обеспечивающей полное извлечение урана, его концентрация в ТБФ будет значительно больше, чем в исходной водной фазе.

Для практически полного извлечения урана (~99,5%) из нашего раствора, содержащего ~ 70 г/л металла, необходимы две теоретические ступени, считая извлечение на каждой ступени равным 97%.

Таблица 1

Состав растворов	Исходный раствор	Стацион. пробы водной фазы	Стацион. пробы ТБФ	Извлечение, %	Примечания		
					объемная скорость водной фазы, л/ч	объемная скорость орган. фазы, л/ч	$\frac{V_{орг}}{V_{водн}}$
Содержание урана, г/л	63,02	19,58	67,4	71,3	1,95	1,15	0,6
Кислотность раствора	5 н.	4,3 н.	1,38 н.	20	—	—	—
Уд. вес	1,275	1,195	1,10	—	—	—	—
Содержание урана, г/л	15,5	5,02	15,38	69,8	3,6	2,3	0,64
Кислотность раствора	5 н.	4,15 н.	1,6 н.	22	—	—	—
Уд. вес	1,137	1,153	1,04	—	—	—	—
Содержание урана, г/л	6,1	2,83	13,38	58,9	2,3	0,6	0,26
Кислотность раствора	5 н.	4,7 н.	2,5 н.	14	—	—	—
Уд. вес	1,169	1,123	1,04	—	—	—	—

Извлечение 99,5% можно получить, проведя 4 последовательных экстракции с извлечением 70% для каждой из них. Это соответствует высоте колонны примерно в 5,5 м. Поскольку такая высота колонны для лабораторий неприемлема, для получения максимального извлечения при меньшей высоте колонны был проведен ряд опытов с высаливателями NaNO_3 и $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$. Результаты опытов представлены в табл. 2.

Таблица 2

Экстракция в насадочной колонне с применением высаливателя

Содержание урана в исходном растворе, г/л	Нормальность по HNO_3	Молярность по высаливателю	Содержание урана в пробах водной фазы, г/л	Извлечение урана по пробам водной фазы, %	Примечание		
					объемная скорость орган. фазы, л/ч	объемная скорость водной фазы, л/ч	$\frac{V_{орг}}{V_{водн}}$
46,10	5	1,6	8,9	81,6	0,5	0,8	0,63
78,56	5	1,0					
36,37	2,5	1,0					
12,12	5	1,1	1,04	91,25	2,8	1,2	2,33
3,74	2,5	1,1	0,4	90,4	4,0	1,62	2,5

Из приведенных данных следует, что максимальное извлечение на данной колонне мы имеем, применяя высаливатель $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$, при высоких объемных скоростях фаз и соотношении $V_{орг} : V_{водн} = 2,5 : 1$.

Уменьшение концентрации высаливателя (в случае NaNO_3) приводит к уменьшению извлечения. Снижение кислотности исходного раствора в 2 раза заметного влияния на извлечение урана не оказывает.

Для извлечения урана $> 99,5\%$ необходимы не менее 3 последовательных экстракций или высота колонны ~ 4 м, что также неприемлемо, учитывая высоту лабораторных помещений и трудность обслуживания высокой колонны.

Для более полного извлечения урана на небольшой высоте была построена пульсирующая экстракционная колонна (металлическая). Диаметр колонны — 38 мм, высота зоны массообмена — 900 мм. Вместо насадки в зоне массообмена был установлен блок тарелок из эбонита. Число тарелок — 18, диаметр тарелки — 37 мм, высота тарелки — 2 мм. Тарелки крепились на стержне из нержавеющей стали. Диаметр стержня — 10 мм. Пульсирующий механизм присоединялся к отстойной секции колонны резиновой трубкой. Число пульсаций в минуту — 80.

Таблица 3

Состав растворов	Исходный раствор	Статист. пробы водной фазы	Статист. пробы ТБФ	Извлечение, %	Примечания		
					объемная скорость водной фазы, л/ч	объемная скорость ТБФ, л/ч	$\frac{V_{орг}}{V_{води}}$
Содержание урана, г/л	7,95	0,254	9,65	96,9	1,8	1,25	0,7
Кислотность	5 н.	3,2 н.	2,12 н.	34	—	—	—
Уд. вес	1,169	1,115	1,042	—	—	—	—
Содержание урана, г/л	33,0	0,33	47,45	99,09	2,02	1,21	0,6
Кислотность	4,8 н.	4,8 н.	2,6 н.	10	—	—	—
Молярность	2,2	—	—	—	—	—	—
Уд. вес	1,351	1,258	1,11	—	—	—	—

Для проверки работы колонны были использованы растворы с содержанием урана 7,95; 33 и 70 г/л. В опыте с концентрацией урана 33 г/л применялся высаливатель NaNO_3 (табл. 3).

Для раствора с содержанием урана 70 г/л экстракцию в пульсирующей колонне провести не удалось в связи с инверсией фаз. Из табл. 3 видно, что извлечение урана с применением высаливателя достигает 99,09%. Для полного извлечения (99,5%), очевидно, требуется провести меньше 2 последовательных экстракций. Извлечение $> 99,5\%$ дают две теоретические ступени (высота $\sim 1,8$ м). Можно также вдвое увеличить объем органической фазы.

Пульсирующая колонна оказалась эффективнее насадочной более чем в 2 раза, что хорошо согласуется с литературными данными [4].

Выводы

1. Проведены опыты по извлечению урана из растворов уранилнитрата неразбавленным трибутилфосфатом в лабораторных колоннах — насадочной и пульсирующей. Показано, что для извлечения урана более чем на 99,5% нужна насадочная колонна высотой 5,5 м при экстракции без высаливателя или 4 м при высаливателе $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$.

2. Показана возможность вдвое концентрировать уран при экстракции в колонне.

3. Выяснено, что пульсирующая колонна эффективнее насадочной в 2—3 раза и может быть использована для извлечения урана из растворов с целью последующей его регенерации.

4. Экстракцию неразбавленным трибутилфосфатом в пульсирующей колонне растворов с концентрацией более 50 г/л без утяжеления водной фазы проводить нельзя из-за инверсии фаз.

5. Экстракцию неразбавленным ТБФ можно рекомендовать для слабых растворов урана с целью их концентрирования.

Институт общей и неорганической химии
им. Н. С. Курнакова АН СССР,
Москва

Институт неорганической химии
Сибирского отделения АН СССР,
Новосибирск

Поступила в редакцию
20/X 1961

ЛИТЕРАТУРА

1. Ф. Р. Брюс, Химия процесса экстракции продуктов деления. Сб. Химия ядерного горючего, Госхимиздат, 1956.
2. Ф. Л. Куллер, Переработка реакторного горючего методом экстракции растворителями. Сб. Химия ядерного горючего, Госхимиздат, 1956.
3. В. Б. Шевченко, С. И. Золотуха, Н. Ф. Кашеев и др. Комплексное использование урановых руд. Тр. 2-й Междунар. конф. по мирному использованию атомной энергии. Докл. сов. ученых, т. 3, М., 1958.
4. R. M. Cohen, G. H. Beyer. Chem. Eng. Progr., 49, № 6, 279 (1953).

Н. В. КОТЕЛЬНИКОВ, Н. А. КОРЕНЕВ, Т. Д. ЕРМОЛНИНА

ВЛИЯНИЕ СОСТАВА ВАННЫ И ЕЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА ПЛЕНОК НИКЕЛЯ, ПОЛУЧАЕМЫХ ХИМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Физико-химические свойства пленок никеля, получаемых химическим методом, в сильной степени зависят от условий их получения [1]. Магнитные свойства таких пленок до сих пор изучены мало [2]. В частности, нет данных о влиянии на магнитные свойства осадков температуры ванны и ее состава. В данной работе проведены исследования этого влияния.

Форма образцов, методика их получения и обработка подкладок перед образованием осадков были такими же, как в работе [2]. Все образцы получались в течение 20 мин, причем каждые 5 мин раствор ванны (130 мл) заменялся свежеприготовленным. Смена раствора обусловлена тем, что по мере работы ванны ее состав меняется, изменяются и свойства образующихся осадков [1]. Как показали дополнительные опыты, магнитные свойства осадков в течение 5 мин работы ванны указанного выше объема при поверхности образцов 12 см^2 изменялись незначительно. Смена электролита позволяла получать осадки значительной толщины с более однородным в магнитном отношении строением. Получение более толстых покрытий дает увеличение точности измерений, а многократная смена электролита при образовании пленок позволяет сразу получать усредненные результаты.

Таблица 1

№ образца	Состав раствора			Температура, °С	Толщина пленки Ni, м	I_s
	сернистый Ni, г/л	гипофосфит Na, г/л	уксуснокислый Na, г/л			
1	5				7,5	31,9
2	10				7,8	9,5
3	15				6,2	28,5
4	20				5,4	31,2
5	25				4,7	28,9
6	30	10	10	87	5,1	69
7	35				5,5	57,5
8	40				5,0	78,2
9	45				5,5	77,7
10	50				5,2	81,7
11	55				5,1	84,0
12	60				5,5	75,5
1		10			5,1	69
2		15			7,1	85
3		20	10	87	6,7	26
4		25			9,0	—
5		30			7,8	9,4
1			5		7,8	—
2			8		10,6	53
3		10	10	87	5,13	69
4			12		5,1	36
5			15		2,0	—

Магнитные свойства пленок изучались по петлям гистерезиса, получаемым на осциллографе ЭО-7 при комнатной температуре. Все приводимые ниже петли гистерезиса сняты в поле 50 эг с амплитудой 34 э.

Таблица 2

№ образца	Состав раствора			Температура, °С	Толщина пленки Ni, м	I_s
	сернистый Ni, г/л	гипофосфит Na, г/л	уксуснокислый Na, г/л			
1	20	10	10	70	2,4	20,7
2	20	10	10	75	3,4	42,5
3	20	10	10	80	4,0	72,0
4	20	10	10	85	4,86	43,2
5	20	10	10	90	5,9	22,6
1	30	10	10	70	2,6	15,8
2	30	10	10	80	3,8	67,5
3	30	10	10	90	6,3	14,5
1	40	10	10	70	2,7	23,3
2	40	10	10	80	4,1	65,0
3	40	10	10	90	4,8	16,1
1	60	10	10	70	2,6	23,4
2	60	10	10	80	4,1	60,0
3	60	10	10	90	5,1	27,7

Результаты исследования

В табл. 1 и 2 приведены составы ванн, температура ванны при образовании пленок, толщина пленок и их намагниченность насыщения. Толщина пленок определялась по взвешиванию образцов до и после образования пленок и удельному весу, который принимался равным удельному весу чистого никеля ($8,9 \text{ г/см}^3$). Намагниченность определялась по петлям гистерезиса, которые приводятся на рис. 1—3.

В табл. 1 указаны данные образцов, полученных при одной температуре, но из ванн разного состава. В соответствии с таблицей на рис. 1 приведены петли гистерезиса для образцов 1—12. Как видно из рисунка, содержание сернистого никеля в растворе оказывает большое влияние на магнитные свойства образующихся пленок.

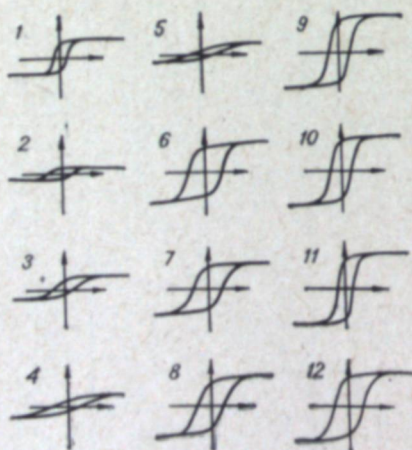


Рис. 1. Петли гистерезиса образцов для ванн с различным содержанием сернистого никеля.

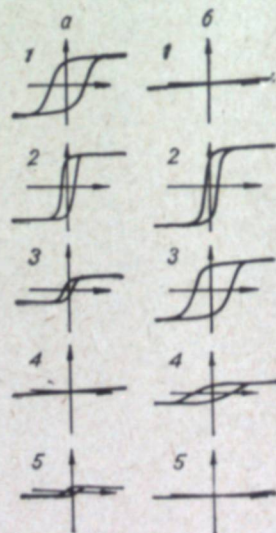


Рис. 2. Влияние на магнитные свойства пленок: а — гипофосфит, б — уксуснокислого натрия.

При переходе от образца к образцу меняются не только размеры петли, но и ее форма. По этим образцам на рис. 4 проведена кривая намагничивания насыщения пленок в зависимости от содержания сернистого никеля в растворе, из которого они получены. Для образцов 8—12, полученных из раствора с концентрацией сернистого никеля от 40 до 60 г/л, намагниченность насыщения изменяется незначительно. Однако



Рис. 3. Влияние температуры ванны при образовании пленок на их магнитные свойства.

при этом наблюдаются существенные изменения коэрцитивной силы и потерь на гистерезис (см. рис. 1). Особенно большая разница в магнитных свойствах пленок между образцами 5 и 6.

На рис. 2 приведены петли гистерезиса образцов, полученных при разном содержании гипофосфита в растворе (3,а) и разном содержании

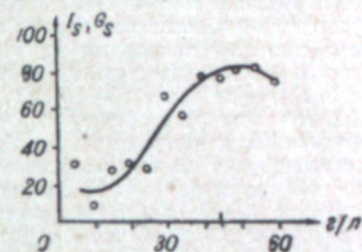


Рис. 4. Зависимость намагничивания насыщения пленок от содержания сернистого никеля в ванне.

уксуснокислого натрия (3,б). Из рисунка видно, насколько значительно влияет то и другое на магнитные свойства образующихся пленок.

Петли гистерезиса на рис. 3 соответствуют образцам табл. 2. В порядке последовательности таблицы приведены графики, позволяющие выяснить влияние температуры раствора при образовании пленок на их магнитные свойства.

На рис. 3, а приводятся данные для пленок Ni, полученных из растворов с содержанием сернистого никеля 20 г/л, на рис. 4, б, в — для пленок Ni при 30 и 40 г/л никеля. При содержании сернистого никеля 60 г/л влияние температуры раствора на петли гистерезиса образцов подобно тому, которое можно наблюдать на рис. 4, б и в.

Выводы

1. На магнитные свойства пленок никеля, получаемых методом химического никелирования, большое влияние оказывают как состав ванны, так и температура, при которой выделяется никель.

2. Соответствующим подбором рецепта ванны и ее температуры методом химического никелирования можно получить пленки, обладающие достаточно сильными ферромагнитными свойствами (см. рис. 1, 6—12; рис. 2, а, 1—2 и т. д.), а также пленки, имеющие слабо выраженные ферромагнитные свойства или вообще не обладающие ими (см. рис. 2, а, 4; 2, б, 1, 5).

3. Предполагается, что методом химического никелирования можно получать осадки никеля, которые по своим ферромагнитным свойствам могут найти применение в технике.

4. В связи с сильным влиянием состава ванны и ее температуры на магнитные свойства образующихся покрытий, по-видимому, возможен магнитный метод контроля работы ванны.

Пермский государственный университет

Поступила в редакцию 1/ХІ 1961

ЛИТЕРАТУРА

- К. М. Горбунова, А. А. Никифорова. Физико-химические основы процесса химического никелирования. М., Изд. АН СССР, 1960.
- Н. В. Котельников, В. И. Гачегов. Изв. АН СССР, сер. физ., 25, № 5, (1961).

А. Г. АЛЕКСАНДРОВА

ФОТОКОЛОРИМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФОСФОРА В РАСТИТЕЛЬНОМ МАТЕРИАЛЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ФОСФОРНО-ВАНАДИЕВО-МОЛИБДЕНОВОЙ ГЕТЕРОПОЛИКИСЛОТЫ

Малые количества фосфора целесообразно определять колориметрированием. Для этого предложен ряд методов, например метод Дениже, основанный на способности фосфорной кислоты давать синее окрашивание с молибденовоокислым аммонием в присутствии хлористого олова [1, 2] или эйконогена (1-α-амино-2-нафтол-4-сульфоновая кислота) [3]. Реакция с молибденовоокислым аммонием в присутствии хлористого олова очень чувствительна; посинение раствора наступает сразу же после внесения хлористого олова и достигает максимума через 10—15 мин, но синяя окраска сохраняет свою интенсивность без изменения только в течение 1 ч [1], а при действии прямого солнечного освещения — не более 20—30 мин. К тому же метод применим при содержании P₂O₅ в 100 мл раствора в пределах 0,3—0,03 мг.

В рудничных и геологических лабораториях фосфор определяют колориметрически преимущественно по желтой окраске комплексного аниона фосфорно-ванадиево-молибденовой кислоты [4, 5]. Интенсивность окраски остается неизменной в течение рабочего дня и более. Метод отличается простотой, быстротой выполнения, высокой чувствительностью. Определение фосфора этим методом возможно в пределах от 0,003—0,005 до 0,8—0,9%, поэтому он вполне пригоден для исследования содержания фосфорных соединений в растительном материале [6]. При определении фосфора в растительном материале следует учитывать влияние серной кислоты, вводимой по ходу анализа, и кремневой кислоты, содержащейся в материале и поступающей в раствор из пробы во время ее обработки кислотами.

В литературе указано на подавление желтой окраски серной кислотой и на возможность колориметрирования фосфора в присутствии растворенной кремнекислоты [5], отделение которой [7] нерационально и занимает много времени и электроэнергии.

Опытами установлено, что 0,15 M концентрация серной кислоты в испытуемом растворе практически не влияет на образование окрашенного соединения, но дальнейшее увеличение ее концентрации резко замедляет время развития окраски и даже полностью подавляет реакцию. Серная кислота вводилась как в испытуемый раствор, так и в состав реактивной жидкости до 0,5 M концентрации.

Определение фосфора при помощи реактивной жидкости, содержащей 0,5 M серной кислоты, дало заниженные результаты (табл. 1).

Не мешают реакции сульфаты щелочных металлов. Например: 0,4—0,5 M концентрация их в 1—1,5 M растворе азотной кислоты не влияет на время и полноту развития окраски.

Для проверки влияния кремнекислоты на определение фосфора к растворам, содержащим известные количества фосфора, прибавляли 1 мг кремнекислоты в виде стандартного раствора и разное количество азотной кислоты. При этом было установлено, что в 0,8 M растворе азотной кислоты мешающее действие кремневой кислоты полностью подавляется, а развитие окраски фосфорно-ванадиево-молибденового комплекса достигает своего максимума.

Таким образом была проверена возможность колориметрического определения фосфора в растворах, содержащих кремневую кислоту, и установлено, что действие ее подавляется повышенной кислотностью среды [5].

В табл. 2 помещена часть результатов определения фосфора в зернах пшеницы, зеленой массе по фазам развития.

Необходимые реактивы: 1) азотная кислота, удельный вес 1,4, прокипяченная до удаления окислов азота; 2) реактивная жидкость; 3) стандартный раствор фосфата.

Таблица 1

№ пробы	Найдено P, %		
	объемным методом	при помощи реактивной жидкости	
		не содержит серную кислоту [5]	содержит 0,5 M серной кислоты
1	0,41	0,41	0,39
2	0,45	0,45	0,39
3	0,35	0,35	0,30
4	0,37	0,38	0,32

Приготавливают два раствора: а) 100 г молибденовоокислого аммония растворяют в 1 л воды, нагретой до 50—60°. К полученному раствору осторожно, при непрерывном помешивании добавляют 20 мл азотной кислоты уд. в. 1,4, и, если требуется, раствор фильтруют; б) 3 г ванадиевоокислого аммония растворяют в 500 мл воды, нагретой до 50—60°, затем охлаждают и прибавляют 500 мл азотной кислоты (1 : 3). Растворы а и б смешивают и добавляют 160 мл азотной кислоты уд. в. 1,4, не касаясь краев колбы.

Жидкость сохраняют в темной закрытой склянке, реактив пригоден к употреблению в течение нескольких месяцев; если при стоянии выделился осадок, готовят новый раствор [5].

0,4393 г химически чистого однозамещенного фосфорнокислого калия растворяют в небольшом объеме воды, переносят в мерную колбу емкостью 1 л, прибавляют 20 мл азотной кислоты уд. в. 1,4, разбавляют водой до метки, 1 мл этого раствора соответствует 0,1 мг фосфора.

Таблица 2

Объект	Найдено P, %		
	объемным методом	фотоколориметрическим методом	
		опр. 1	опр. 1
Зерно пшеницы, урожай 1954 г.			
(Новосибирская область)			
<i>Ключевский район</i>			
проба № 1	0,355	0,352	0,352
> № 2	0,376	0,384	0,386
<i>Тогулчинский район</i>			
проба № 3	0,449	0,437	0,441
> № 4	0,457	0,450	—
> № 5	0,441	0,443	—
> № 6	0,409	0,407	0,408
Пшеница по фазам развития,			
урожай 1956 г.			
<i>Ключевский район</i>			
проба № 1, кушение	0,413	0,410	—
> № 2, трубкование	0,210	0,215	—
> № 3, колошение	0,184	0,189	—
> № 4, молочная спелость	0,172	0,168	—

Для построения калибровочной кривой готовят шкалу эталонных растворов, соответствующую 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 мл стандартного раствора соли фосфора в 100 мл. К эталонному раствору прибавляют такое же количество азотной кислоты и реактивной жидкости, как и для анализируемого вещества в пробе.

Навеску вещества в 2 г обычным способом [1—3] переводят в растворимое состояние посредством «мокрого озоления» серной и азотной кислотами в колбе Кьельдаля. При этом рекомендуется брать 10 мл смеси серной (уд. в. 1,84) и азотной (уд. в. 1,4) кислот (1 : 1). В дальнейшем по мере надобности отдельными каплями добавляют концентрированную азотную кислоту до полного сгорания органического вещества, что определяют по бесцветному состоянию жидкости, не выделяющей окислов азота. После охлаждения остаток разбавляют 25 мл воды, кипятят до удаления окислов азота, фильтруют и промывают, собирая фильтрат в мерную колбу, емкостью 100—250 мл. Жидкость разбавляют водой до метки, перемешивают и отбирают 10 мл в мерную колбу емкостью 100—50 мл. Затем прибавляют воды до объема 40—50 мл, 20 мл азотной кислоты (1 : 3), 16 мл реактивной жидкости, воды до метки и после перемешивания через 3—5 мин фотоколориметрируют на ФЭК-М с синим светофильтром. Количество фосфора в окрашенном растворе находят по калибровочной кривой, содержание его в пробе вычисляют по формуле

$$\% P = \frac{T \cdot A \cdot O \cdot K \cdot 100}{Э \cdot H \cdot Б}$$

где А — отсчет на ФЭК-М, выраженный в миллилитрах стандартного раствора по калибровочному графику;

Т — титр стандартного раствора в г, равный 0,0001 мг фосфора в 1 мл;

О — объем окрашенного испытуемого раствора в мл;

Э — объем эталонного раствора в мл;

Н — навеска в г;

К — объем всего испытуемого раствора в мл;

Б — количество мл испытуемого раствора, взятое для определения фосфора.

При малом содержании фосфора отбирают 20—50 мл испытуемого раствора, но так как при этом повышается концентрация свободной серной кислоты в колориметрируемом растворе, то для устранения ее мешающего действия к раствору прибавляют аммиак по метиловому оранжевому до нейтральной или щелочной реакции. После этого приливают 20 мл азотной кислоты (1 : 3) и каплю 4%-ного раствора марганцевого окисла калия, затем отдельными каплями 5%-ный раствор нитрата натрия до исчезновения окраски от марганца. Бесцветную жидкость разбавляют водой до объема 60—80 мл, далее прибавляют 16 мл реактивной жидкости, затем наливают воду до метки и через 5 мин испытывают на ФЭК-М с синим светофильтром.

С каждой партией проб одновременно ведут слепой опыт, к которому прибавляют те же количества реактивов, что и в пробу.

Центральный
Сибирский ботанический сад
Сибирского отделения АН СССР,
Новосибирск

Поступила в редакцию
30/XI 1961

ЛИТЕРАТУРА

1. О. А. Вальтер, А. М. Пинкевич, Н. Н. Варасов, Практикум по физиологии растений с основами биохимии. Сельхозгиз, 1957, стр. 174.
2. А. И. Ермаков, В. В. Арасимович, М. И. Смирнова, Иконникова, И. К. Мурра, Методы биохимического исследования растений. М.-Л., Сельхозгиз, 1952, стр. 486.
3. А. Н. Белозерский, Н. И. Проскуряков, Практическое руководство по биохимии растений. Изд. Сов. наука, 1951, стр. 351.
4. Н. В. Максимов, М. Т. Козловский, Журн. аналит. хим., вып. 2, 1947, стр. 353.
5. М. А. Попов, Полевые методы химического анализа. Госгеолыздат, 1957, стр. 103.
6. Финк, Лабильность фосфорных соединений семян хлебов в кислой среде. Ч. 1. Колориметрический метод определения фосфорной кислоты в растительном материале *Hodowla rosl. aklimat. inasienn* 3, № 6, 717, 1959 (РЖХ, Биол., хим., № 23, 32272, 1960).
7. Д. П. Щербов, Журн. аналит. хим., 4, 3, 152, 1949.

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

ЦЕНА НА УГОЛЬ И ХОЗРАСЧЕТ

Один известный специалист удачно сравнил неправильную систему цен с искривленным скелетом, который давит на внутренние органы, не давая им нормально развиваться. Хорошо продуманная система ценообразования, напротив, активно содействует развитию производства. Этой двойной ролью, которую могут играть цены, объясняется большое внимание к ним советских экономистов. Тем оправданнее оно сейчас, когда наша страна вступила в полосу развернутого строительства коммунизма. «Следует постоянно улучшать системы цен,— говорится в Программе КПСС,— приводя ее в соответствие с задачами коммунистического строительства, с техническим прогрессом, ростом производства и потребления, уменьшением производственных издержек».

В экономической литературе последних лет нет недостатка в работах, посвященных общим проблемам ценообразования. Проблемы эти широко обсуждаются как у нас, так и в других социалистических странах. В то же время очень мало работ, рассматривающих специфику ценообразования в отдельных отраслях хозяйства, а по вопросу образования цен в горной промышленности вообще нет специальных исследований. Поэтому выход в свет книги П. И. Потемкина об особенностях планирования цен в угольной промышленности весьма своевременен*.

О том, что эти особенности значительны и что без их учета нельзя улучшить систему цен на уголь, в рецензируемой книге рассказывается очень убедительно. А что действующие цены нуждаются в улучшении, то в этом едва ли могут быть сомнения. Во всяком случае, автор сделал все, чтобы их рассеять, обнажив недостатки этих цен и подвергнув их основательной критике.

В чем же выражаются особенности ценообразования и недостатки нынешних цен на уголь?

Известно, что затраты на добычу полезных ископаемых во многом определяются геологическими условиями их залегания. Различие этих условий приводит, например, к тому, что на Сахалине уголь обходится в сто раз дороже, чем на Ирша-Бородинском месторождении. Неодинаково и качество сравниваемых углей: лучшие из них превосходят по качеству худшие примерно в десять раз. Кроме того, при средней дальности перевозок угля в 720 км для одних потребителей она составляет 10, а для других — 3500 км. Все это и должно учитываться при планировании цен на уголь, существенно влияющих на хозяйственный расчет как в угольной промышленности, так и у потребителей ее продукции.

Раскрывая недостатки действующих цен, автор прежде всего отмечает, что они ниже себестоимости добычи угля в среднем на 18%. Этим обусловлена хроническая убыточность угольной промышленности, вступающая в противоречие с основами хозяйственного расчета. Заниженная цена искажает учет валовой продукции, эффективность капиталовложений и вообще организационно-технических мероприятий в этой отрасли. И практика, за неимением лучшего, вынуждена прибегать к помощи показателя себестоимости и натуральных показателей. Но эти паллиативы не решают проблемы. Расчеты автора показывают, что предусмотренное на ближайшие годы снижение себестоимости в угольной промышленности не обеспечит ее перехода на рентабельную работу. Поэтому он приходит к выводу о необходимости повышения отраслевой цены на уголь. И в этом с ним трудно не согласиться.

Какова же, по мнению автора, основа отраслевой цены на уголь?

П. И. Потемкин полемизирует с теми авторами, которые предлагают положить в основу цен на полезные ископаемые затраты на их добычу в худших природных условиях. Он считает, что это исказит соотношение подлинной ценности взаимозаменяемых видов топлива. Дело в том, что соотношение себестоимости тонны условного топлива

* П. И. Потемкин, Региональные особенности планирования цен в горной промышленности. Изд-во СО АН СССР, 1962, 115 стр.

при добыче топочного мазута, газа и угля в средних природных условиях составляет 4 : 1 : 17, а в худших 3 : 1 : 4. Поскольку действительные затраты показывает отраслевая себестоимость, замечает автор, правильную пропорцию выражают цены, построенные на ее основе.

Издержки производства на худших участках, как утверждает автор, можно и нужно принимать за базу при сравнительной оценке месторождений полезных ископаемых. Но отсюда вовсе не следует, что и цены должны ориентироваться на эти издержки. Общественно необходимые затраты на добычу топлива отражает цена на базе отраслевой себестоимости. А поэтому именно она стимулирует рациональное использование природных богатств, улучшение техники и организации производства в горной промышленности.

Менее удачной оказалась попытка автора доказать, что издержки на худших участках не могут служить барьером допустимых затрат на добычу полезных ископаемых. Если общество нуждается в увеличении добычи, указывает он, то оно будет разрабатывать месторождения и с более высокими издержками. Но ведь это не ликвидирует, а лишь раздвигает границу допустимых затрат. Ею становятся повышенные издержки на участках, вовлекаемых в разработку для покрытия возросшей потребности. Значение такого предела не в том, что он исключает эксплуатацию в дальнейшем новых месторождений, а в том, что он подсказывает их правильный выбор при данной потребности.

Достоинства предлагаемых автором цен очевидны. Но он не хочет видеть и некоторые их недостатки, почему и допускает местами противоречивые высказывания. Признавая, например, что эти цены не устраняют убыточность предприятий, издержки которых выше среднеотраслевых, автор утверждает, что хозрасчет от этого не пострадает, так как убытки можно возмещать через расчетные цены, дотацией бюджета и т. д. Возможность возмещения убытков предприятий угольной промышленности без ущерба для хозрасчета, пишет он далее, доказана практикой работы угольной промышленности и в других социалистических странах (стр. 32).

Но если доказано, что убытки не вредят хозрасчету, то тогда непонятно, зачем автор требует повышения цен на уголь. К счастью, приведенное утверждение — лишь досадное исключение из его совершенно правильной позиции, направленной на преодоление убыточности угольной промышленности. Уж слишком велико желание автора отстоять преимущества цен, основанных на среднеотраслевой себестоимости.

Возражая сторонникам цен на базе затрат в худших природных условиях, П. И. Потемкин переносит полемику в область теории. Он аргументирует тем, что при социализме категория горной ренты отпадает. Обязательным условием ее существования автор считает частную собственность на средства производства. Он указывает, что дифференциальная рента возникает на базе монополии на землю и ее недра как на объект хозяйствования, что она выражает «отношения, связанные с перераспределением стоимости в пользу владельца земли» (автор хочет сказать — собственника земли). Отсюда делается вывод об отсутствии в социалистической горной промышленности рентных отношений.

Нас эти соображения не убедили, но нельзя не признать, что они серьезные. А вот другие доводы автора противоречивы. Так, на стр. 24 он называет внеисторическим «вывод, что рента возникает там, где имеются природные различия в условиях производства, которые можно монополизировать». На следующей же странице автор сам утверждает, что рента «возникает там и тогда, где и когда можно монополизировать эту повышенную производительную силу, полученную за счет природных условий производства».

Далее признание горной ренты при социализме объявляется «типичным физиократическим подходом». И физиократы, пишет автор, «считали, что природа тоже создает стоимость» (стр. 24). На самом деле физиократы утверждали, что природа — не «тоже», а единственный источник богатства. А главное, между этим неправильным взглядом и признанием дифференциального дохода, возникающего на базе природных различий, дистанция огромного размера.

П. И. Потемкин и сам признает образование в нашей горной промышленности такого дохода. Но, увлеченный полемикой, он забывает об этом и обвиняет своих оппонентов в физиократизме за то, «что они рассматривают этот доход как ренту. Очевидно, что автор смешивает совершенно разные вопросы».

Ничего не объясняет и следующий довод. «Социалистический принцип распределения по труду, — читаем мы на стр. 29, — также не требует превращения дифференциального дохода в горную ренту... Работники горной промышленности имеют право и получают равную зарплату за равный труд, несмотря на то, что их труд в различных природных условиях — труд неравной производительности». Но какое это имеет отношение к вопросу об образовании горной ренты?

Рассмотренные вопросы составляют содержание первых двух глав рецензируемой книги. Прежде чем рассказать о следующих, нам хотелось бы сделать еще одно замечание. Большое достоинство книги — ее практическая направленность, конкретный анализ специфики цен в исследуемой отрасли. И все же автор должен был хотя бы

вкратце определить свои методологические позиции в вопросах ценообразования. Ведь он сам отмечает, что если нижний предел цены — себестоимость, то верхняя граница зависит от того, что будет принято за научную основу цен. Но, перечислив имеющиеся по этому вопросу мнения, он ни словом не высказывает своего отношения к ним.

Какой же научной основой цены, каким принципом распределения в ней стоимости прибавочного продукта руководствуется автор? Оказывается, он просто не затрагивает этих вопросов. Проблема уровня рентабельности угольной промышленности у него вообще выпадает из поля зрения. Поэтому нам кажется, что проведенное им исследование еще нельзя считать законченным.

В третьей главе рассматриваются принципы планирования цен на уголь с учетом его качества. Автор отмечает, что основным показателем качества угля после его маркировки является теплотворная способность. Именно от нее зависит расход угля на энергетические и технологические цели. Качество угля определяется также содержанием в нем золы, серы и влаги. Эти примеси, помимо их отрицательного влияния на теплоту сгорания, являются еще и бесполезными грузами.

На основе анализа большого фактического материала автор доказывает, что действующие цены на уголь неточно отражают его качество. Установлены разные цены на уголь равной теплотворной способности. Например, на карагандинский уголь марки Б теплотворностью 4030 ккал/кг цена тонны составляет 2 руб. 2 коп., а на черновский той же марки теплотворностью 4025 ккал/кг — 5 руб. 94 коп. Мало способствуют учету качества угля и действующие скидки и надбавки за зольность, содержание серы и влаги. Движение зольности и теплотворной способности угля не совпадает, в результате чего потребители за счет скидок и надбавок уплачивают разную цену за тонну условного топлива. Скидки за содержание влаги предоставляются при превышении установленных норм влажности. Но сами нормы таковы, что практического значения эти скидки не имеют. Скидки же и надбавки за содержание серы существуют только для донецких углей. Наконец, действующие тарифы, начисляемые за транспортировку натурального угля, приводят к разной оплате перевозок одного и того же количества условного топлива. Все это ставит потребителей угля разного качества в неравные условия производства.

Трудности учета в цене качества угля, замечает автор, состоят в том, что его определяют разные свойства и что значительная часть угля потребляется не в естественном виде, а после переработки (обогащения и т. п.). А качество угля проявляется по-разному в зависимости от того, в каком виде он потребляется. После обстоятельного анализа этих и многих других факторов автор выдвигает рекомендации, направленные на более точное отражение в цене на уголь его качества.

Он считает необходимым, чтобы цена на угли разного качества в пересчете на тонну условного топлива была равной. Для этого ее надо установить на тонну натурального топлива со скидками и надбавками за качество: за теплотворную способность — на все угли, а за содержание серы и золы — на поставляемые для коксования. Целесообразны также относительно высокие цены на угли дефицитных марок. Затраты на транспортирование угля нужно определять в расчете на тонну натурального угля, а часть расходов, связанных с перевозками углей для коксования, относить на побочную продукцию. Такие цены, указывает автор, создают равные условия для всех потребителей угля, элиминируя влияние его качества на экономические показатели их работы.

Дополнительные проблемы выдвигает учет качества угля в связи с хозрасчетом в самой угольной промышленности. Дело в том, что качество это определяется как природными факторами, так и факторами, возникающими в процессе угледобычи. Очевидно, резонно отмечает автор, что хозрасчет на этом предприятии стимулирует такую цену, которая нейтрализует влияние природного фактора, но отражает воздействие коллектива на качество угля в процессе его добычи и хранения. Поэтому в цене на уголь для добывающего предприятия нужно установить скидки и надбавки за отклонение качества от плановой нормы, отражающей природные свойства угля. Это предложение представляется нам весьма ценным. Можно только пожалеть, что автор не указывает путей для его практической реализации.

Конечно, в книге не исчерпываются все проблемы, возникающие при планировании цен на уголь разного качества. Автор не показал, например, взаимосвязи качества и цен обогащенных углей и кокса, ограничившись исследованием цен на рядовой уголь. Но надо признать, что выполненная им работа значительна, а затронутые вопросы рассмотрены глубоко и всесторонне.

В четвертой, заключительной, главе обосновывается целесообразность замены действующих дифференцированных цен на уголь едиными. Единая цена, по мнению автора, в наибольшей мере отвечает задаче отражения общественно необходимых затрат на добычу угля. Поэтому, отмечает он, только на ее основе возможно экономически обоснованное планирование добычи, сбыта и потребления угля, размещения и сравнительной эффективности угледобывающих предприятий. Единая цена на уголь со скидками и надбавками за качество лучше всего стимулирует хозяйственный расчет на предприятиях, потребляющих уголь, так как она исключает колебания в стоимости тонны условного топлива.

В работе приводятся многочисленные данные, показывающие, к каким отрицательным последствиям, серьезным экономическим просчетам приводит множественность цен на уголь. Автор подробно разбирает недостатки действующих цен и обосновывает до стоинства предлагаемых им единых цен. Не будет преувеличением сказать, что он не обходит буквально ни одной стороны рассматриваемой проблемы и не оставляет без ответа ни одного довода против единых цен на уголь. А поэтому его выводы звучат очень убедительно.

Отдельно исследует автор вопрос о взаимодействии цены и хозрасчета на предприятиях, добывающих уголь. Он указывает, что если единая цена на уголь позволяет правильно выразить эффективность организационно-технических мероприятий в угольной промышленности в целом, то для сравнительной оценки работы добывающих предприятий ее использовать нельзя. Ввиду различий природных условий производства, единая цена определяет высокую рентабельность одних шахт и разрезов и плановую убыточность других. Не компрометирует ли это идею единых цен на уголь?

Автор полагает, что нет. Он предлагает сочетать единую цену для потребителей угля с дифференцированными расчетными ценами для добывающих предприятий, нейтрализующими влияние природных факторов на уровень рентабельности. При этом условия число нерентабельных предприятий будет сведено к минимуму. Таким образом, система двойных цен на уголь отвечает требованиям хозрасчета как у его потребителей, так и на добывающих предприятиях.

Сложной задачей является выбор наиболее рационального способа возмещения затрат на транспортировку. Перевозки угля по железным дорогам, как указывается в книге, обходятся ежегодно в миллиард рублей. Поэтому очевидно, что система оплаты тарифов, стимулирующая рационализацию перевозок, имеет большое народнохозяйственное значение. Например, за время после организации совнархозов средняя дальность транспортировки угля сократилась на 26 км, что позволило сэкономить около 35 млн. руб. Но резервы в этой области еще велики.

Разбирая существующие мнения о порядке возмещения расходов по перевозкам угля, автор не присоединяется ни к одному из них. Он показывает недостатки существующего порядка, когда эти расходы возлагаются на потребителей угля, и критикует предложения об отнесении их на добывающие предприятия, а также на сбытовые организации. Решение вопроса автор видит в возложении транспортных расходов на совнархозы, а планирования и организации поставок угля — на Углесбыт. При этом большое значение он придает введению в качестве показателя работы Углесбыта средней дальности перевозок. Последняя рекомендация не вызывает возражений. Но предложение об обезличенном порядке возмещения транспортных издержек кажется нам спорным. Пожалуй, автор недооценивает стимулирующие возможности, заложенные в ценах франко-поставщик и франко-покупатель.

Мы постарались рассказать об основных вопросах, рассматриваемых в интересной и содержательной работе П. И. Потемкина. Однако приходится отметить, что в книге много неясных, путаных формулировок и даже неграмотных оборотов речи. Думается, что высокая марка академического издательства обязывает к большему.

В заключение настоятельно рекомендуем прочесть книгу, и не только экономистам горной промышленности, но и всем интересующимся вопросами планового ценообразования.

Р. Г. Карагедов

ХРОНИКА

ПЕРВАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЫХ ГЕОГРАФОВ СИБИРИ

15—17 февраля 1962 г. в Иркутске проходила Конференция молодых географов Сибири, созданная по инициативе Института географии Сибири и Дальнего Востока СО АН СССР.

На конференции присутствовало более 70 молодых специалистов из Иркутска, Читы, Магадана, Улан-Удэ, Новосибирска, Якутска и некоторых других городов. В числе гостей были студенты Московского университета им. М. В. Ломоносова, уже работавшие в сибирских географических экспедициях. Активное участие в обсуждении докладов приняли опытные географы. Всего в работе конференции участвовало около 150 человек.

Конференцию открыл директор Института географии Сибири и Дальнего Востока чл.-корр. АН СССР В. Б. Сочава, который рассказал о задачах, стоящих в настоящее время перед сибирскими географами, и особой роли, которая принадлежит молодым специалистам в их осуществлении. От имени Иркутского обкома КПСС молодых участников конференции приветствовал заведующий отделом науки А. С. Макаров.

С докладами на конференции выступали преимущественно географы, окончившие высшие учебные заведения в 1958 г. и позднее.

Всего было заслушано и обсуждено 35 докладов. По месту работы докладчиков они распределились следующим образом. Институт географии Сибири и Дальнего Востока СО АН СССР — 12 докладов; Забайкальский КНИИ — 4; географический факультет Иркутского университета — 4; Сибирский Совет экспедиционных исследований — 3; Северо-Восточный КНИИ — 2; географический факультет Московского университета — 2; Читинский педагогический институт — 2; Институт экономики СО АН СССР — 2; Бурятский КНИИ — 2; биолого-географический факультет Якутского университета — 1; биолого-почвенный факультет Иркутского университета — 1. Тематика докладов была разнообразна. Большинство докладов касалось природных условий и вопросов освоения таежных территорий.

В докладах О. М. Певзнер «Ландшафты территории Братского совхоза и их хозяйственное использование» и Ю. С. Авдеева «Торфяные болота долины р. Ии и оценка всплываемости торфов» (Иркутский университет) рассматривались вопросы, связанные с влиянием природных условий Иркутской области на хозяйственное освоение ее территории. Доклад Е. Н. Дибцева (Институт географии Сибири и Дальнего Востока СО АН СССР) был посвящен вопросу о ландшафтообразующей роли рельефа, рассмотренной на примере Поронойской низменности и Восточно-Сахалинских гор. С докладом «О возможности использования гидрохимических данных для палеогеографических датировок на примере Торейских озер (юго-восточное Забайкалье)» выступили Н. А. Шмидеберг и А. А. Лукашов (географический факультет МГУ).

Большой интерес вызвали доклады Э. Г. Коломыца (Забайкальский КНИИ) о снежном покрове северного Забайкалья, С. А. Ракиты и Г. Ф. Павлова (Северо-Восточный КНИИ) об интенсивности снегопереноса на Северо-Востоке нашей страны. Оба доклада были посвящены мало изученным вопросам. С. А. Ракита продемонстрировал впервые составленную им карту интенсивности снегопереноса для Магаданской и части Камчатской областей.

Новые, практические важные результаты исследований были сообщены в докладах А. Т. Напрасникова (Забайкальский КНИИ) о воднотермических мелиорациях Забайкалья и С. Е. Мостакова (Якутский университет) об использовании климатических характеристик в строительстве. Доклад А. И. Мирошниченко (Институт географии Сибири и Дальнего Востока) был посвящен изучению микроклиматических условий юго-восточного Забайкалья. Автором сделана попытка связать микроклиматические данные с дробными подразделениями степных ландшафтов.

В докладах А. И. Зыковой (Иркутский университет) «К вопросу об истории развития центральной части Восточного Саяна в кайнозойе», А. С. Ендрихинского (Бурятское

геологическое управление) «К вопросу о четвертичном оледенении Южно-Муйского хребта», В. Г. Белоусова (географический факультет МГУ) «Некоторые вопросы геоморфологии северо-восточной части Восточного Саяна», В. А. Войлошникова (Институт географии Сибири и Дальнего Востока) «О роли трапповых интрузий в формировании рельефа Среднего Приангарья» и Г. П. Скрыльникова (Институт географии Сибири и Дальнего Востока) «К вопросу об отсутствии оледенения на острове Врангеля» по-новому освещаются многие вопросы геоморфологии Сибири.

Доклады Я. Я. Демина и В. В. Солонько (Читинский педагогический институт) касаются вопросов, связанных с овражной эрозией, во многих районах Сибири наносимой крупными убытками народному хозяйству. Доклад А. В. Белова (Институт географии Сибири и Дальнего Востока) касался географии темнохвойной тайги Ангаро-Ленского междуречья, связи растительных ассоциаций со средой и видоизменения их под влиянием человека. Демонстрировалась составленная докладчиком геоботаническая карта.

В докладе Ю. О. Медведева (Институт географии Сибири и Дальнего Востока) обращалось внимание на роль пожаров в сменах растительности. В целях всестороннего учета воздействия пожаров на растительность докладчик разработал метод картографирования тайги с показом территорий, подвергавшихся пожарам в разные годы. В докладе Е. П. Мартынова (биолого-почвенный факультет ИГУ) «Массовые виды птиц и млекопитающих среднего течения р. Балей» животный мир рассмотрен с точки зрения количественного распределения видов.

Серия докладов была связана с картографированием отдельных явлений природы и использованием специальных карт. Это доклады сотрудников Института географии Сибири и Дальнего Востока В. Я. Балаганова «Опыт составления легенды геоботанической карты с учетом динамики растительного покрова», А. П. Шведова «Некоторые принципиальные вопросы методики составления зоогеографических карт», Б. Б. Прохорова «Использование карт природы при изучении эндемических заболеваний (на примере урвской болезни)» и студентки географического факультета МГУ В. Г. Волковой «Опыт оценки и картографирования некоторых экологических условий (на примере Верхнеленской тайги)».

Хорошо была представлена на конференции география населения. Доклады В. И. Переведенцева (Институт экономики СО АН СССР) «О некоторых вопросах миграции населения в связи с развитием сельского хозяйства Западной Сибири», Ж. А. Зайончковской (Институт экономики СО АН СССР) «Внутренние миграционные связи населения Красноярского края», Э. В. Дудиной и Т. С. Сизых (Забайкальский КНИИ) «Горнорудные поселения Кыринского района Читинской области» и Л. И. Орловской (Северо-Восточный КНИИ) «Некоторые закономерности формирования населения на северо-востоке СССР» дали много нового для изучения населения Сибири в связи с интенсивным хозяйственным освоением ее. В. И. Переведенцевым и Л. И. Орловской по-новому ставится ряд важных вопросов, касающихся формирования населения, что важно при освоении новых территорий и изменении структуры хозяйства уже освоенных районов.

Доклад И. А. Хлебовича (Институт географии Сибири и Дальнего Востока) был посвящен методике медико-географического изучения административного района, а в докладе И. Т. Меркачева приведена медико-географическая характеристика Нижне-Илимского района Иркутской области в связи с его экономическим освоением.

Из экономико-географических докладов наибольший интерес вызвали доклады А. А. Черноярной (Бурятский КНИИ) о природно-экономических предпосылках хозяйственного освоения Муйской котловины, Л. Д. Ефремовой (Институт географии Сибири и Дальнего Востока) о Железногорске как новом промышленном центре Братско-Тайшетского промышленного комплекса и А. Н. Барковского (Забайкальский КНИИ) об экономических связях Читинской области с другими районами Сибири и Дальнего Востока.

Выступившие в прениях отмечали достаточно высокий теоретический уровень и практическую направленность большинства докладов. Конференция способствовала установлению личных контактов между молодыми географами, работающими в различных учреждениях. Она показывает, что молодые географы, приехавшие в Сибирь после окончания вузов из западных районов страны, имеют большие возможности для творческого роста.

В резолюции, принятой конференцией, указывается на желательность регулярного проведения подобных мероприятий. Конференция в значительной степени способствовала объединению усилий молодых географов Сибири и Дальнего Востока, направленных на решение задач по освоению восточных районов страны, поставленных Коммунистической Партией Советского Союза.

А. П. Шведов

НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ПРОБЛЕМАМ ИСТОРИИ КАПИТАЛИЗМА В СИБИРИ (1861—1917 гг.)

В Иркутске 16—19 апреля состоялась конференция, посвященная 50-летию Ленских событий 1912 г. и основным проблемам развития капитализма в Сибири. На конференцию прибыли представители Москвы, Новосибирска, Омска, Томска, Красноярска, Новокузнецка, Улан-Удэ, Иркутска и Владивостока. Доклады и сообщения были представлены научными сотрудниками Академии наук СССР, преподавателями вузов; в прениях выступали, кроме ученых академических и высших учебных заведений, участники революционных событий в Сибири.

Во вступительном слове проф. Ф. А. Кудрявцев остановился на задачах конференции в свете правительственного решения о создании многотомной истории Сибири. Он призвал сибирских историков сосредоточить все силы на решении узловых проблем развития капитализма в Сибири. Ф. А. Кудрявцев отметил важность разработки таких вопросов, как революционное движение и промышленный переворот в Сибири, глубокое статистико-экономическое обоснование путей аграрной капиталистической эволюции в сибирской деревне, выработка методики статистических исследований экономики дореволюционной Сибири. Важной задачей исследователей является доступность, яркость и краткость в изложении исторического материала.

Проф. В. И. Дулов в докладе «В. И. Ленин и некоторые проблемы истории Сибири эпохи капитализма» отметил, что в сибирской исторической литературе неправомерно много уделяется внимания изучению крепостнических пережитков в аграрном строе и очень мало исследуется капитализм в Сибири. В частности, слабо изучена политика буржуазии Европейской России в Сибири, препятствовавшая в конкурентных целях формированию местной буржуазии и занимавшейся нередко скупкой предприятий для их закрытия. В докладе подробно рассмотрены социально-экономические явления, однородные для Сибири, Средней Азии и Кавказа.

Своеобразие экономической жизни дореволюционной сибирской деревни, по мнению докладчика, было преобладание экономических возможностей для аграрной эволюции «американского» типа. Это своеобразие проявлялось в относительно земельном просторе, сравнительной зажиточности сибирских крестьян, в практически незначительном влиянии помещичьего землевладения, быстром росте посевных площадей, маслоделия и т. п. В. И. Дулов считает, что Челябинский тарифный перелом следует рассматривать не как победу «прусского» пути аграрной эволюции Сибири, а с точки зрения Сибири — экономической колонии России, как проявление колониальной политики царизма.

В этом же плане необходимо исследовать роль кабинетского хозяйства. В. И. Дулов обращает особое внимание на капиталистическую эксплуатацию сибирскими кулаками ссыльных и «бездомных бродяг», составлявших огромную резервную армию самой дешевой рабочей силы. Необходимо выявить удельный вес, подчеркнул докладчик, роль и место крепостнических пережитков в Сибири, исследовать вопрос о втягивании Сибири в аграрный кризис в России в 1912—1913 гг. Для выяснения этих вопросов нужно внимательно изучить позднейшие работы В. И. Ленина, где на основе опыта революций и гражданской войны в Сибири, даны обобщающие характеристики путей социально-экономического развития этой окраины России.

В докладе А. П. Бородавкина «К вопросу об особенностях развития капитализма в Сибири» была высказана иная точка зрения на пути аграрной эволюции в Сибири. Докладчик считает, что до проведения Сибирской магистрали преобладал «прусский» путь развития капитализма в сибирской деревне. Доказательством тому служат наличие сильных остатков крепостничества в хозяйстве Сибири, патриархальщина, натуральность, узость внутреннего и отсутствие емких и близких внешних рынков.

Вокруг этих двух основных докладов, стоящих по некоторым узловым проблемам развития капитализма в Сибири на разных позициях, открылась оживленная дискуссия, в результате которой противоположные точки зрения несколько сблизились. Группа докладчиков — А. А. Храмов (Новокузнецк), И. Н. Новиков (Омск), Л. Г. Сухотина (Томск), Е. И. Соловьева (Новосибирск) и И. А. Асалханов (Улан-Удэ) — остановилась на проблеме развития капитализма в сельском хозяйстве Сибири. Л. Г. Сухотина сделала интересное сообщение о системах земледелия и сельскохозяйственных орудиях в крестьянском хозяйстве Западной Сибири. Е. И. Соловьева, характеризуя экономическое положение переселенцев Западной Сибири в период проведения столыпинской реформы, обратила внимание на классовое расслоение переселенцев, рост наемного труда, аренды; осветила роль приемных договоров в имущественных отношениях переселенцев и старожилов, выявила элементы капитализма, прикрытые в переселенческих хозяйствах сильными остатками натуральных и полунатуральных отношений. И. Н. Новиков подвел итоги историческим исследованиям о развитии помещичьих имений в Западной Сибири

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

В журнале «Известия Сибирского отделения Академии наук СССР» публикуются теоретические и методические работы по экономическим, техническим, химическим и биологическим наукам, в разделе «Хроника» систематически освещается жизнь научных учреждений Сибири и Дальнего Востока, имеется в журнале также раздел «Критика и библиография».

Представляемые в журнал статьи должны излагать новые, еще не опубликованные результаты научных исследований, в конце работы должны содержаться краткие выводы.

Редакция просит авторов при подготовке статей руководствоваться изложенными ниже правилами. Статьи, оформленные без соблюдения этих правил, редколлегией не рассматриваются.

1. На публикацию представляемых в редакцию материалов требуется письменное разрешение руководства организации, на средства которой проводились работы.

2. Размер статей, включая иллюстративный материал и библиографию, не должен превышать 1 авторский лист (24 стр.) для работ проблемного характера и половину авторского листа — для научных сообщений, посвященных частным вопросам. Для кратких сообщений максимальный объем установлен 5 стр. машинописи.

3. Статья должна быть напечатана на пишущей машинке, без рукописных вставок и помарок, на одной стороне стандартного листа. Как основной текст, так и подстрочные примечания, подрисовочные подписи, список литературы и т. д. обязательно печатаются через два интервала.

4. Рукописи и иллюстративный материал к ним представляются в двух экземплярах. Рукопись должна быть вычитана и подписана автором. Математические и структурные формулы должны быть тщательно вписаны в оба экземпляра рукописи и дополнительно в дубликаты на отдельном листе.

5. Цитируемая в статье литература должна быть оформлена в виде общего списка в порядке цитирования, который помещается в конце статьи; в тексте ссылка на литературу отмечается порядковой цифрой в квадратных скобках, например [1].

6. Литература должна быть оформлена в следующем порядке: а) литература в списке дается на тех языках, на которых она издана; б) библиографические данные приводятся по титульному листу издания, все элементы библиографического перечня отделяются друг от друга запятыми; в) цифры, обозначающие том, выпуск, издание, страницы, ставятся после сокращенного слова, например, т. III, вып. 8, изд. 2.

Схема перечня библиографических данных:

для книг: инициалы и фамилия автора, название книги, название издательства, место издания, год издания;

для журналов: инициалы и фамилия автора, название статьи, название журнала, том, выпуск (т. III, вып. 7), номер, год. В работах по химии в соответствии с порядком, принятым в специализированных химических журналах, допускаются ссылки на работы, опубликованные в журналах, без названия статей.

7. Формулы, латинские, греческие и т. п. выражения следует давать только в случаях необходимости, вписывая их на машинке или от руки (темными чернилами или тушью) четко и ровно, чтобы не было никаких сомнений при чтении каждого языка.

Во избежание недоразумений нужно делать ясное различие между одинаковыми по начертанию заглавными и строчными буквами в формулах, подчеркивая заглавные буквы двумя черточками снизу. Греческие буквы обводятся красным карандашом.

8. Тоновые иллюстрации (фото) должны быть сделаны с хорошего негатива контрастной печатью. Штриховые же должны быть выполнены ровно наложенной тушью на кальке, допускается также плотная белая бумага. На абсциссе и ординате графиков должны быть указаны откладываемые величины и единицы их измерения.

Не рекомендуется рисунки и чертежи загромождать надписями, лучше детали рисунка занумеровать и дать расшифровку номеров в подрисовочной подписи.

Все иллюстрации к статье должны иметь сквозную нумерацию. Номера эти проставляются простым карандашом на каждом рисунке или чертеже, а также в рукописи на левом поле страницы, против соответствующего места в тексте (включать иллюстрации в текст рукописи нельзя). Кроме того, на обороте каждого рисунка ставится название статьи и фамилия автора. В рукопись должна быть вложена опись иллюстраций (в 2 экземплярах) согласно их порядковой нумерации.

9. Авторы должны избегать повторения одних и тех же данных в таблицах, графиках и тексте статей.

10. Корректурa дается авторам лишь для контроля. Стилистическая правка, дополнения и сокращения в корректуре не допускаются. Иногородним авторам корректурa не высылается.

11. Датой поступления рукописи, посланной на доработку автору, считается дата ее возвращения в редакцию.

12. После опубликования статьи автор получает 50 оттисков. Статьи направляются по адресу: Новосибирск, ул. Советская, 20, комн. 401.

Художественный редактор В. И. Желнин.
Технический редактор А. М. Вялых.
Корректоры: Л. И. Коршунова, Л. Я. Корыгина.

Сдано в набор 29 марта 1962 г. Подписано в печать 14 июля 1962 г. МН 01774. Бумага 70×108/16.
7,5 печ. л., 10,3 усл. печ. л., 11,2 уч.-изд. л. Тираж 2000.

Издательство Сибирского отделения Академии наук СССР, Новосибирск, Советская, 20. Зак. № 274.
Типография № 1 Полиграфиздата, Новосибирск, Красный проспект, 20.

Цена 70 коп.

ПРОВОДИТСЯ ПОДПИСКА

на ежемесячный научный журнал

ИЗВЕСТИЯ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК СССР

В журнале освещаются результаты теоретических работ и экспериментальных исследований по экономическим, техническим, химическим и биологическим наукам, проведенных в научных учреждениях, исследовательских институтах, высших учебных заведениях Сибири. В журнале печатаются также статьи методического характера, работы, посвященные важнейшим проблемам развития производительных сил восточных районов СССР.

В журнале регулярно дается разносторонняя информация о научной жизни и развитии науки в Сибири и на Дальнем Востоке, печатаются материалы по обмену опытом и координации научной работы, библиография и рецензии на книги, в которых рассматриваются вопросы, связанные с изучением Сибири.

Журнал рассчитан на научных работников, преподавателей вузов, инженеров и руководителей предприятий.

ПОДПИСНАЯ ЦЕНА ЖУРНАЛА

на 12 месяцев — 8 р. 40 к.

на 6 месяцев — 4 р. 20 к.

на 3 месяца — 2 р. 10 к.

Цена отдельного номера 70 коп.

Подписка принимается всеми отделениями Союзпечати и агентствами связи, а также магазинами «Академкнига», с любого очередного номера. Отдельные номера журнала могут быть высланы наложенным платежом. Заказы направлять в редакцию журнала (Новосибирск, Советская, 20, комн. 401).