

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА СЛАНЦЕВОГО БЕНЗИНА ТУННЕЛЬНЫХ ПЕЧЕЙ ГАЗОХРОМАТОГРАФИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

О. ЭИЗЕН,

кандидат технических наук

Э. АРУМЕЕЛ

Индивидуальный химический состав бензина туннельных печей Кивиыли определен до фракции 150° [1]. Целью настоящей работы явился анализ бензиновой фракции туннельных печей, выкипающей до 200° С. Объектом настоящего исследования служили продукты туннельных печей Кохтла-Ярве и I и IV печей Кивиыли. Более подробно исследовались бензины IV туннельной печи. Для выяснения возможных различий химического состава бензиновой фракции в зависимости от времени рабочего периода, анализ бензина проводился в начале, середине и конце рабочего цикла туннельной печи.

Оказалось целесообразным анализировать отдельно низкокипящий газбензин и более высококипящую часть бензина.

Пробы газбензинов туннельных печей Кивиыли взяты только из первой ступени конденсации, так как более легкая часть газбензина содержит промывной бензин, количество которого трудно установить [2]. В туннельных печах Кохтла-Ярве газбензином является наиболее легкая конденсированная фракция [3].

Таблица 1

Характеристика бензинов туннельных печей

Константы	Туннельные печи Кивиыли							Туннельные печи Кохтла-Ярве	
	IV печь						I печь		
	12. V 1962		19. V 1962		25. V 1962		25. V 1962	12. V 1962	12. V 1962
	габен- зин	тяжелый бензин	габен- зин	тяжелый бензин	габен- зин	тяжелый бензин	тяжелый бензин	габен- зин	тяжелый бензин
Удельный вес d_{20}^{20}	0,712	0,786	0,705	0,781	0,702	0,789	0,772	0,738	0,764
Показатель преломления n_D^{20}	—	1,4400	—	1,4392	—	1,4405	1,4330	—	1,4330
Содержание серы, %	0,55	0,95	0,50	1,12	0,37	1,08	0,95	0,62	1,01
Фракционный состав: начало кипения, °С	32	68	30	70	29	70	70	28	65
10% перегоняется при температуре	45	105	42	106	40	108	95	62	95
50% перегоняется при температуре	70	135	64	143	58	139	134	94	135
90% перегоняется при температуре	112	195	108	202	102	200	190	146	190

Исходным сырьем для анализа более высококипящей части бензина служила смесь бензина и легкого масла туннельных печей Кивийли в пропорции, соответствующей промышленному выходу этих продуктов, и легкое масло туннельных печей Кохтла-Ярве. После дефенолирования перегоняли из исходного сырья фракцию, выкипающую до 200°. В дальнейшем будем эту фракцию называть тяжелым бензином. Характеристика газбензинов и тяжелых бензинов приведена в табл. 1.

В настоящей работе исследование осуществлялось в основном газохроматографическим методом, на газохроматографе УХ-1 [4]. Характеристика используемых колонок, жидких фаз и условий анализа приведена в табл. 2.

Идентификация углеводородов осуществлялась с помощью эталонных веществ.

Измерение площади под пиками производилось путем умножения высоты пика на его ширину, измеренную на половине высоты. Содержание отдельных компонентов рассчитывалось в процентах от суммы всех площадей.

Поскольку состав газбензинов является относительно несложным и газохроматографический анализ низкокипящих фракций бензинов довольно хорошо исследован и легко осуществим, то стало возможным анализировать исследуемые пробы газбензинов прямо газохроматографическим методом без предварительной ректификации и разделения на группы углеводородов с помощью жидкостно-адсорбционной хроматографии. На рис. 1 изображена хроматограмма газбензина.

Результаты анализа газбензинов приведены в табл. 3.

Анализ тяжелого бензина с применением только газохроматографического метода не дал удовлетворительных результатов. Присутствующие в бензине парафиновые, нафеновые, олефиновые и ароматические углеводороды дают ряд совпадающих пиков. Поэтому в настоящей работе тяжелый бензин разделялся методом жидкостно-адсорбционной хроматографии на группы углеводородов, и последние анализировались газохроматографическим методом.

Жидкостно-адсорбционная хроматография осуществлялась на силикагеле КСМ, который для уменьшения полимеризации углеводородов, предварительно обрабатывался соляной кислотой и перекисью водорода [6]. Весовое отношение исследованной пробы и силикагеля составляло 1 : 20.

Таблица 2

Характеристика газохроматографических колонок, применяемых для анализа сланцевых бензинов

Колонка	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
Жидкая фаза	ацетонилаци- тон 20%	дифенил- формамид 20%	β, β' -тиоди- пропио- нитрил 20%	полиэтилен- гликоль 20%
Твердый носитель	диатомитовый кирпич Апрелевского завода с величиной зерна 0,2—0,3 мм			
Длина колонки, м	6,8	6	6	6
Внутренний диаметр колон- ки, мм	3	4	4	4
Температура колонок, °С	20	100	100, 150	150
Скорость газа-носителя (во- дород), мл/мин	50	80	36	60
Анализируемая группа угле- водородов	газбензин	газбензин, парафины, нафены, олефины	ароматиче- ские углево- дороды	ароматиче- ские углево- дороды
Давление в начале колон- ки, атм	2,5	2,5	2,5	2,5
в конце колонки, атм	1,0	1,0	1,0	1,0
Количество пробы, мл	5	10	5—10	5—10
Шкала самописца, мв	1, 2, 5, 25	1, 2, 5, 25	1, 2, 5, 25	1, 2, 5, 25

Таблица 3

Состав газбензинов

№	Соединение	Относительное время удерживания	Газбензин Кивныйлн			Газбензин Кохтла-Ярве 12. V 1962
			12. V 1962	19. V 1962	25. V 1962	
1	2	3	4	5	6	7
Парафиновые углеводороды						
1.	Этан	4	0,2	—	—	—
2.	Пропан	10	0,6	0,6	0,6	—
3.	Бутан	34	2,1	4,0	4,5	0,9
4.	Пентан	100	5,8	9,8	13,4	3,3
5.	Гексан	283	9,4	9,5	10,6	8,0
6.	Гептан	760	6,7	5,0	2,6	7,2
7.	Октан	—	2,7	2,0	0,7	4,6
8.	Нонан	—	0,9	—	—	2,1
9.	Декан	—	0,4	—	—	0,2
Всего			28,8	30,9	32,4	26,3
Изопарафиновые углеводороды						
10.	2-Метилбутан	73	0,5	1,0	1,6	—
Нафтеновые углеводороды						
11.	Циклопентан	256	0,4	0,6	1,0	1,0
12.	Метилциклопентан	482	2,5	2,4	2,0	1,8
13.	Циклогексан	613	0,4	0,3	0,7	0,4
Всего			3,3	3,3	3,7	3,2
1-олефиновые углеводороды						
14.	Пропен	19	0,5	0,5	0,5	0,4
15.	Бутен-1	53	1,9	2,5	2,7	0,7
16.	Пентен-1	150	4,9	8,7	10,8	2,9
17.	Гексен-1	428	10,3	11,7	13,5	10,6
18.	Гептен-1	—	9,8	6,4	4,1	13,2
19.	Октен-1	—	4,6	2,9	1,2	7,6
20.	Нонен-1	—	0,2	—	—	1,9
21.	Децен-1	—	—	—	—	0,3
Всего			32,2	32,7	32,8	37,3
2,3-олефиновые углеводороды						
22.	Бутен-2 (транс)	70	0,8	1,3	1,5	0,4
23.	Бутен-2 (цис)	83	0,6	0,9	1,3	0,3
24.	Пентен-2 (транс)	185	3,6	4,2	5,0	2,2
25.	Пентен-2 (цис)	200	2,2	2,4	2,6	1,7
26.	Гексены	440	2,3	2,5	3,0	3,0
27.	Гептены	—	6,7	3,8	2,9	4,8
28.	Октены	—	2,6	1,7	0,8	2,9
Всего			18,8	16,8	17,1	15,3
Изоолефиновые углеводороды						
29.	2-Метилпропен	57	0,4	0,4	0,4	—
30.	2-Метилбутен-1	175	0,7	0,7	0,5	—
31.	2-Метилбутен-2	227	0,7	0,8	1,0	—
Всего			1,8	1,9	1,9	—
Всего олефиновых углеводородов			52,8	51,4	51,8	52,6

(Продолжение табл. 3)

1	2	3	4	5	6	7
Циклоолефиновые углеводороды						
32.	Циклопентен	370	1,7	2,4	2,6	2,0
Диолефиновые углеводороды						
33.	Бутадиен-1,3	120	0,2	0,3	0,3	0,1
34.	Пентадиен-1,3 (<i>транс</i>)	500	1,7	1,4	1,5	2,0
35.	Пентадиен-1,3 (<i>цис</i>)	560	0,8	0,8	0,8	0,6
36.	Циклопентадиен	660	0,3	0,3	0,9	0,3
Всего			3,0	2,8	3,5	3,0
Всего ненасыщенных углеводородов			57,5	56,6	57,9	57,6
Ароматические углеводороды						
37.	Бензол	—	—	—	—	1,6
38.	Метилбензол	—	—	—	—	2,3
Всего			—	—	—	3,9
Сернистые соединения			1,8	1,6	1,2	1,9
Неидентифицированные соединения			8,1	6,6	3,2	7,1
Всего			100,0	100,0	100,0	100,0

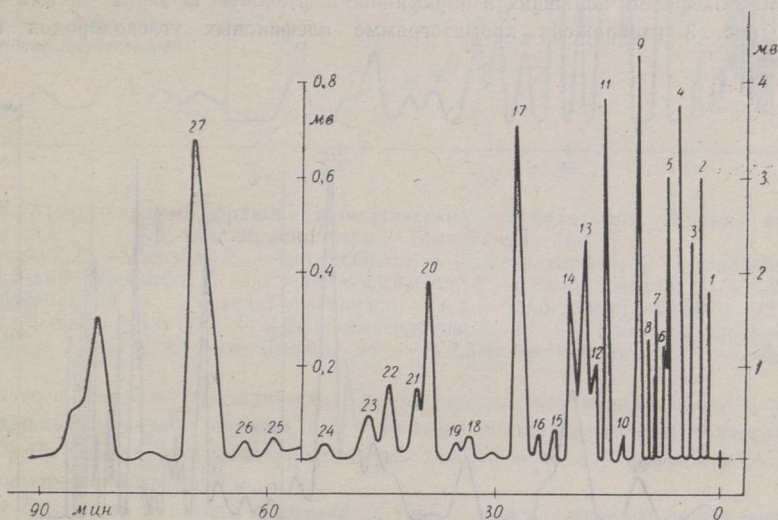


Рис. 1. Хроматограмма газбензина туннельной печи Кивийлы. Жидкая фаза: ацетонил-ацетон 20%.

1 — воздух; 2 — пропан; 3 — пропен; 4 — бутан; 5 — бутен-1; 6 — 2-метилпропен; 7 — бутен-2 (*транс*); 8 — бутен-2 (*цис*); 9 — пентан; 10 — бутадиен-1,3; 11 — пентен-1; 12 — 2-метилбутен-1; 13 — пентен-2 (*транс*); 14 — пентен-2 (*цис*); 15 — 2-метилбутен-2; 16 — циклопентан; 17 — гексан; 18 — циклопентен; 19 — изопрен; 20 — гексен-1; 21 — гексен-2; 22 — метилциклопентан; 23 — пентадиен-1,3 (*транс*); 24 — пентадиен-1,3 (*цис*); 25 — циклогексан; 26 — циклопентадиен; 27 — гептан.

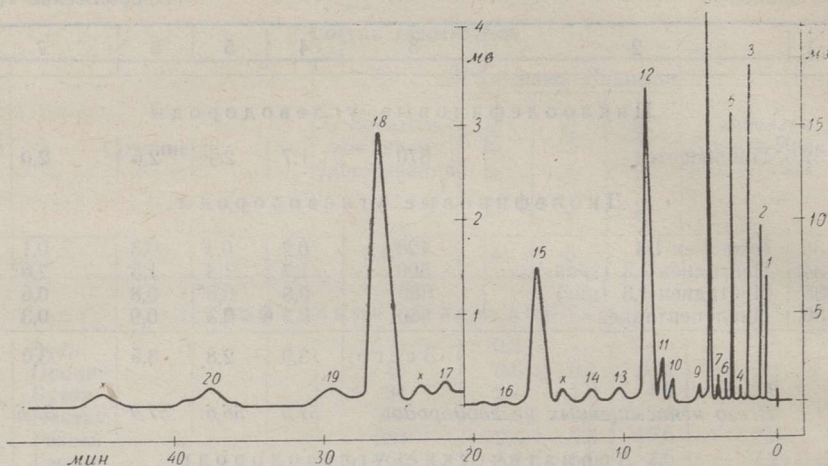


Рис. 2. Хроматограмма фракции парафиновых углеводородов. Жидкая фаза: дифенилформамид 20%.

1 — воздух; 2 — бутан; 3 — пентан; 4 — пентен-1; 5 — гексан; 6 — гексен-1; 7 — метилциклопентан; 8 — гептан; 9 — циклогексан; 10 — 2-метилгептан; 11 — метилциклогексан; 12 — октан; 13 — октен-1; 14 — 2-метилоктан; 15 — нонан; 16 — нонен-1; 17 — 2-метилнонан; 18 — декан; 19 — децен-1; 20 — 2-метилдекан; x — неизвестные.

На рис. 2 изображена хроматограмма парафиновой фракции тяжелого бензина.

Из данных рис. 2 видно, что основными компонентами являются здесь парафины с нормальной цепью. В меньшем количестве представлены нафтены и изопарафины. Количество олефинов, попавших в парафиново-нафтеновую фракцию, весьма невелико.

На рис. 3 изображена хроматограмма олефиновых углеводородов тяжелого бензина.

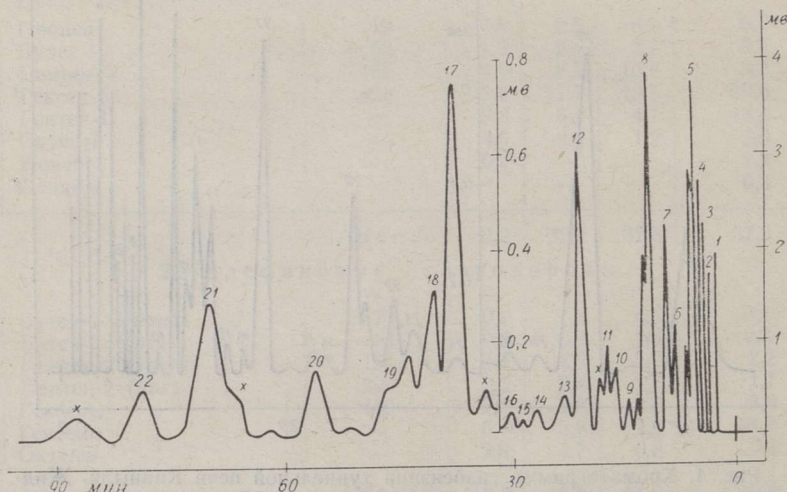


Рис. 3. Хроматограмма фракции олефиновых углеводородов. Жидкая фаза: дифенилформамид 20%.

1 — воздух; 2 — пентан; 3 — пентен-1; 4 — гексан; 5 — гексен-1; 6 — циклогексен; 7 — октан; 8 — октен-1; 9 — метилциклогексен; 10 — этилциклогексан; 11 — нонан; 12 — нонен-1; 13 — нонен-2; 14 — этилциклогексен; 15 — пропициклогексен; 16 — декан; 17 — децен-1; 18 — децен-2; 19 — пропициклогексен; 20 — ундекан; 21 — ундецен-1; 22 — ундецен-2.

Наиболее трудной задачей является идентификация олефиновых углеводородов и циклоолефинов. С помощью соответствующих эталонов были идентифицированы 1-олефины с нормальной цепью. Пики изомеров 2- и 3-олефинов совпадают на хроматограмме, в связи с чем приходится ограничиваться их суммарным определением. Присутствующие во фракции парафиновые углеводороды идентифицируемы. Часть нафтеновых углеводородов имеет одинаковые времена удерживания с олефинами и поэтому определяется совместно с ними. Циклоолефиновые углеводороды можно определить отдельно.

Для определения компонентов в ароматической фракции в качестве жидкой фазы использовали β , β' -тиодипропионитрил (см. табл. 2), коэффициент селективности (δ) которого, для алкилбензолов по отношению к парафинам, равен приблизительно 16 [6]. Эта полярная жидкая фаза применялась для выделения ароматических углеводородов от неароматических, но с успехом может быть применена также для разделения самих ароматических углеводородов.

На рис. 4 изображена хроматограмма ароматических углеводородов тяжелого бензина.

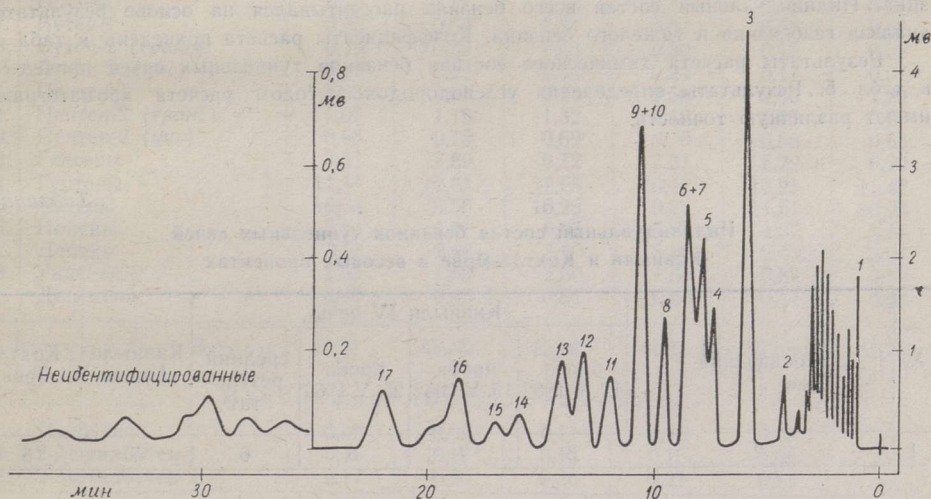


Рис. 4. Хроматограмма фракции ароматических углеводородов. Жидкая фаза: β , β' -тиодипропионитрил. Температура 150°С.

1 — воздух; 2 — бензол; 3 — метилбензол; 4 — метилтиофен; 5 — этилбензол; 6 — 1,3-диметилбензол; 7 — 1,4-диметилбензол; 8 — пропилбензол; 9 — 1,2-диметилбензол; 10 — 1-метил-3-этилбензол; 11 — 1,3,5-триметилбензол; 12 — 1-метил-2-этилбензол; 13 — 1,2,4-триметилбензол; 14 — 1-метил-2-пропилбензол; 15 — 1,4-диметил-2-этилбензол; 16 — 1,2,3-триметилбензол; 17 — индан.

Результаты анализа ароматических углеводородов контролировались и уточнялись с помощью четвертой колонки, где в качестве жидкой фазы был полиэтиленгликоль 4000. По полярности полиэтиленгликоль находится между дифенилформамидом и β , β' -тиодипропионитрилом.

Кроме описанной методики применялось также непосредственное определение ароматических соединений из суммарной исходной смеси. К исходной пробе добавляли по весу 1—2%-ного мезитилена в качестве внутреннего стандарта, ароматические углеводороды анализировались на колонке с β , β' -тиодипропионитрилом.

Для корректирования результатов расчета хроматограмм предварительно были проведены количественные анализы с эталонными смесями различного состава в целях выяснения необходимости внесения поправочного коэффициента. Было выяснено, что величина поправочных коэффициентов невелика ($\phi = 0,95—1,05$), в связи с чем она не учитывалась. Исключение составляло определение индана, при котором поправочный коэффициент, равный 1,3, был учтен. Это согласуется с данными других работ [7].

Таблица 4

Данные для расчета состава бензинов туннельных печей
в весовых процентах

	Туннельные печи Кивныли				Туннельные печи Кохтла- Ярве
	IV печь			I печь	
	1	2	3		
Выход тяжелого бензина из всей смолы	10,60	9,81	9,00	20,15	18,26
Сконденсировано газбензина	3,24	3,24	3,24	3,24	2,20
Тяжелый бензин + газбензин	13,84	13,05	12,24	23,39	20,46
В бензине газбензина	23,40	24,82	26,47	13,85	10,75
В бензине тяжелого бензина	76,60	75,18	73,53	86,15	89,25

Вышеуказанным методом был определен индивидуальный состав тяжелого бензина. Индивидуальный состав всего бензина рассчитывался на основе результатов анализа газбензина и тяжелого бензина. Коэффициенты расчета приведены в табл. 4.

Результаты расчета химического состава бензинов туннельных печей приведены в табл. 5. Результаты определения углеводов методом расчета хроматограмм имеют различную точность.

Таблица 5

Индивидуальный состав бензинов туннельных печей
Кивныли и Кохтла-Ярве в весовых процентах

№	Соединения	Кивныли IV печь				Кивныли I печь	Кохтла- Ярве
		проба 12. V 1962	проба 19. V 1962	проба 25. V 1962	средний результат		
1	2	3	4	5	6	7	8

Парафиновые углеводороды

1.	Этан	0,05	—	—	0,02	—	—
2.	Пропан	0,14	0,15	0,16	0,15	0,08	—
3.	Бутан	0,49	1,07	1,26	0,91	0,74	0,28
4.	Пентан	1,81	2,88	3,92	2,88	3,03	1,69
5.	Гексан	3,82	3,86	4,06	3,92	4,41	3,81
6.	Гептан	4,86	3,72	3,19	3,92	4,78	4,98
7.	Октан	4,23	3,66	3,72	3,87	4,11	4,59
8.	Нонан	3,66	3,00	3,09	3,25	2,44	2,71
9.	Декан	1,55	1,50	1,84	1,63	1,31	1,54
10.	Ундекан	1,00	0,68	0,96	0,88	0,87	1,07
11.	Додекан	0,31	0,23	0,07	0,21	0,17	0,27
Всего		21,92	20,75	22,27	21,64	21,94	20,94

Изопарафиновые углеводороды

12.	2-Метилбутан	0,12	0,25	0,42	0,26	0,20	—
13.	2-Метилгексан	0,02	0,02	—	0,01	—	—
14.	2-Метилгептан	0,04	0,08	0,01	0,04	—	—
15.	2-Метиллоктан	0,10	0,12	0,10	0,11	0,04	0,12
16.	2-Метилнонан	0,18	0,22	0,22	0,21	0,21	0,17
17.	2-Метилдекан	0,08	0,08	0,04	0,07	0,10	0,07
18.	2-Метилундекан	0,04	0,01	—	0,02	—	—
Всего		0,38	0,78	0,79	0,72	0,55	0,36

1	2	3	4	5	6	7	8
Циклопарафиновые углеводороды							
19.	Циклопентан	0,13	0,15	0,26	0,18	0,31	0,19
20.	Метилциклопентан	1,04	0,95	0,79	0,93	0,90	0,81
21.	Циклогексан	0,09	0,17	0,25	0,17	0,21	0,12
22.	Метилциклогексан	0,73	0,31	0,52	0,52	0,60	0,68
23.	Этилциклогексан	0,79	0,53	0,42	0,59	0,71	1,26
24.	Пропилциклогексан	0,36	0,35	0,38	0,36	0,24	0,31
25.	Бутилциклогексан	0,30	0,31	0,27	0,29	0,12	0,36
Всего		3,44	2,78	2,89	3,04	3,09	3,73
Неустановленные изопарафиновые и циклопарафиновые углеводороды							
Всего		0,77	0,23	0,51	0,50	0,17	0,27
Сумма предельных углеводородов		26,71	24,54	26,46	25,90	25,75	25,30
Олефиновые углеводороды							
26.	Пропен	0,12	0,12	0,13	0,12	0,06	0,01
27.	Бутен-1	0,53	0,62	0,71	0,62	0,51	0,26
28.	Бутен-2 (транс)	0,19	0,32	0,40	0,30	0,19	0,08
29.	Бутен-2 (цис)	0,14	0,22	0,34	0,24	0,17	0,07
30.	Пентен-1	1,83	2,61	3,23	2,56	2,60	1,29
31.	Пентен-2 (транс)	1,07	1,19	1,32	1,19	1,25	0,87
32.	Пентен-2 (цис)	0,66	0,75	0,69	0,70	0,68	0,63
33.	Гексены	7,31	7,89	6,72	7,31	8,29	6,20
34.	Гептены	11,14	12,61	7,65	10,47	12,23	11,47
35.	Октены	10,54	8,50	10,25	9,77	11,51	10,93
36.	Нонены	5,04	4,81	6,83	5,56	4,37	5,11
37.	Децины	3,52	2,48	3,60	3,20	2,43	3,07
38.	Ундецины	1,53	1,05	2,50	1,69	0,87	0,52
39.	Додецины	0,69	0,45	0,81	0,65	0,17	0,27
Всего		44,31	43,62	45,18	44,38	45,33	41,78
Изоолефиновые углеводороды							
40.	Изобутен	0,09	0,09	0,11	0,10	0,05	—
41.	2-Метилбутен-1	0,16	0,17	0,13	0,15	0,06	—
42.	2-Метилбутен-2	0,17	0,20	0,26	0,21	0,13	—
Всего		0,42	0,46	0,50	0,46	0,24	—
Циклоолефиновые углеводороды							
43.	Циклопентен	0,71	1,05	1,06	0,94	1,03	1,29
44.	Метилциклопентен	—	0,15	—	0,05	0,61	0,54
45.	Циклогексен	1,53	1,80	1,47	1,60	2,10	1,96
46.	Метилциклогексен	2,14	2,10	1,98	2,07	2,44	1,69
47.	Этилциклогексен	0,84	0,68	1,03	0,85	0,26	0,54
48.	Пропилциклогексен	—	0,83	0,22	0,35	—	0,36
49.	Бутилциклогексен	—	0,23	0,15	0,13	—	0,27
Всего		5,22	6,84	5,91	5,99	6,44	6,65
Диолефиновые углеводороды							
50.	Бутадиен-1,3	0,05	0,07	0,08	0,07	0,04	0,01
51.	Пентадиен-1,3 (транс)	0,40	0,35	0,40	0,38	0,19	0,22
52.	Пентадиен-1,3 (цис)	0,18	0,20	0,21	0,20	0,10	0,06
53.	Циклопентадиен	0,07	0,08	0,24	0,13	0,12	0,03
Всего		0,70	0,70	0,93	0,78	0,45	0,32
Неустановленные олефиновые углеводороды							
Всего		2,76	4,13	2,14	3,00	3,40	2,23
Сумма непредельных углеводородов		53,41	55,75	54,66	54,61	55,86	50,93

1	2	3	4	5	6	7	8
Ароматические углеводороды							
54.	Бензол	1,00	0,90	1,03	0,98	1,14	1,51
55.	Метилбензол	2,06	1,73	2,06	1,95	2,62	2,48
56.	Этилбензол	0,77	0,53	0,96	0,75	0,79	0,98
57.	1,4-Диметилбензол	0,77	0,75	0,88	0,80	0,87	0,89
	1,3-Диметилбензол						
58.	Пропилбензол	0,46	0,38	0,66	0,50	0,52	0,54
59.	1,2-Диметилбензол	1,45	1,35	1,62	1,47	1,49	1,79
60.	1-Метил-4-этилбензол и 1-метил-3-этил- бензол	0,31	0,23	0,29	0,28	0,26	0,27
61.	1-Метил-2-этилбен- зол	0,61	0,60	0,88	0,70	0,61	0,89
62.	1,3,5-Триметилбензол	0,23	0,23	0,29	0,25	0,26	0,27
63.	1,2,4-Триметилбензол	0,61	0,45	0,44	0,50	0,61	0,71
64.	1,2,3-Триметилбензол	0,30	0,30	0,37	0,32	0,26	0,45
65.	Индан	0,61	0,53	0,44	0,53	0,52	0,71
	Неустановленные аро- матические углево- дороды	0,92	1,73	0,96	1,20	0,87	1,34
	Сумма ароматических углеводородов	10,10	9,71	10,88	10,23	10,82	12,83
Сернистые соединения							
66.	Метилтиофены	0,84	0,83	0,81	0,83	0,87	0,98
	Неустановленные сер- нистые соединения	2,03	2,42	2,16	2,20	2,08	2,25
	Сумма	2,87	3,25	2,97	3,03	2,95	3,24
	Потери в хроматогра- фии	6,91	6,75	5,03	6,23	4,62	7,65
	Итого	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Пики парафиновых углеводородов с нормальной цепью представлены четко и результаты расчета по ним можно считать вполне надежными. Содержание циклопарафиновых углеводородов нуждается в дополнительном исследовании, так как они на хроматограммах частично совпадают с пиками олефиновых углеводородов. Количество изопарафиновых углеводородов в бензине мало, поэтому и связанные с их определением поправочные коэффициенты незначительны.

Содержание олефинов с нормальной цепью во фракциях выше C_6 дано суммарно в связи с тем, что в намеченных условиях не всегда удавалось отличить 2- и 3-олефины от 1-олефинов.

Идентифицирован ряд моноалкилциклоолефинов, характерные пики которых ясно отличаются от пиков других олефиновых углеводородов.

Из числа диолефиновых и изоолефиновых углеводородов идентифицированы соединения до C_5 .

Наиболее точно определены ароматические углеводороды.

Результаты анализа показывают, что составы бензинов туннельных печей очень близки несмотря на то, что пробы брались в разный период полукоксования и из разных печей.

Характерной группой при сравнении химического состава являются ароматические углеводороды, количество которых составляет в бензине туннельных печей Кивиилы 10—11% и туннельных печей Кохтла-Ярве 12—13%. Наиболее низким является содержание ароматических углеводородов в бензине туннельных печей в середине ра-

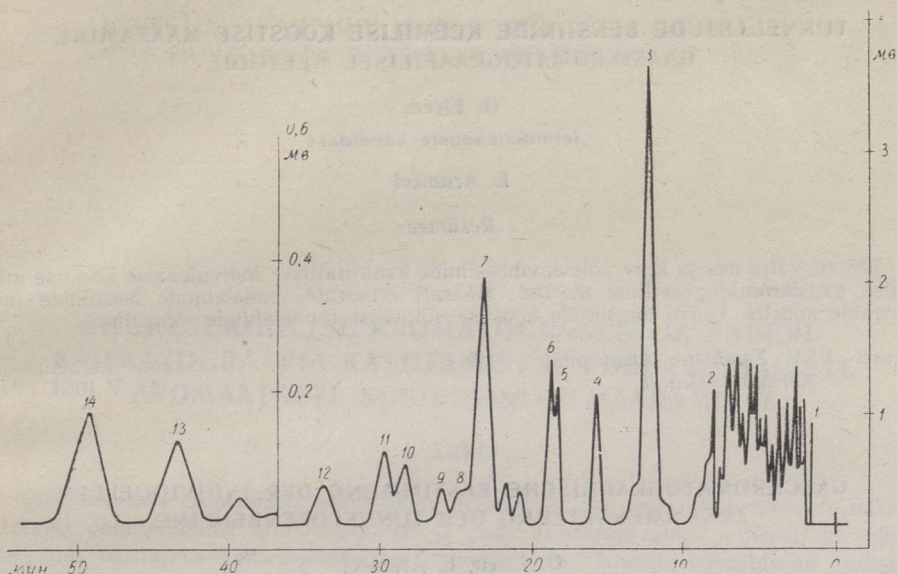


Рис. 5. Хроматограмма фракции ароматических углеводородов. Жидкая фаза: полиэтиленгликоль.
 1 — воздух; 2 — бензол; 3 — метилбензол; 4 — метилтиофен; 5 — этилбензол;
 6 — 1,3- и 1,4-диметилбензолы; 7 — 1,2-диметилбензол; 8 — пропилбензол; 9 — 1-метил-3-этилбензол; 10 — 1,3,5-триметилбензол; 11 — 1-метил-2-этилбензол;
 12 — 1,2,4-триметилбензол; 13 — 1,2,3-триметилбензол; 14 — индан.

бочего цикла (IV туннельная печь). В начале и конце рабочего периода содержание ароматических углеводородов немного выше. По сравнению с данными IV печи содержание ароматических углеводородов несколько выше в бензине I туннельной печи Кивиыли. Выход смолы I туннельной печи Кивиыли ниже чем IV туннельной печи.

Можно предполагать, что минимальное повышение содержания ароматических углеводородов в бензинах I туннельной печи Кивиыли и туннельных печей Кохтла-Ярве обусловлено технологическим режимом, повлекшим за собой повышенный крекинг продуктов полукоксования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ранг С. А. Об индивидуальном составе эстонского сланцевого бензина. Автореферат, АН ЭССР, Таллин, 1961.
2. Николаев Г. А., Шелоумов В. В., Тянав И. В. Вопросы техники и экономики промышленного полукоксования горючих сланцев. Сб. второй, 1959, стр. 246.
3. Шелоумов В. В., Николаев Г. А., Валландер Б. В. В том же сборнике, стр. 223.
4. Липпмаа Э. Т. Тр. Таллинск. политехн. ин.-та. Сер. А, 1962, № 195, стр. 109.
5. Топчиев А. В., Исхакова Э. Х., Мусаев И. А., Гальперн Г. Д. Химия и технология топлива и масел, т. 11, № 26, 1957.
6. Tenney H. M. *Analyt. Chem.*, vol. 30, No. 1, 1958, p. 2.
7. Ta Chuang Lo Chang, Clarence Karr. *Analyt. Chim. Acta*, № 21, 1959, p. 274.

**TUNNELAHJUDE BENSIINIDE KEEMILISE KOOSTISE MÄÄRAMINE
GAASIKROMATOGRAAFILISEL MEETODIL****O. Eisen,**

tehnikateaduste kandidaat

E. Arumeel*Resümee*

Töötati välja uus ja kiire põlevkivibensiinide kvantitatiivse individuaalse koostise määramise gaasikromatograafiline meetod. Määrati erinevate tunnelahjude bensiinide individuaalne koostis. Uuriti bensiinide koostise sõltuvust tunnelahjude töörežiimist.

*Eesti NSV Teaduste Akadeemia
Keemia Instituut*Saabus toimetusse
23. V 1963**GASCHROMATOGRAPHISCHE BESTIMMUNG DER INDIVIDUELLEN
ZUSAMMENSETZUNG DER TUNNELOFENBENZINE****O. Eisen, E. Arumeel***Zusammenfassung*

Es wurde eine neue schnelle gaschromatographische Methode für die Bestimmung der individuellen quantitativen Zusammensetzung der Brennschieferbenzine ausgearbeitet.

Durch die beschriebene Methode wurde in den Benzin der Tunnelöfen von Kiviõli und Kohtla-Järve die individuelle Zusammensetzung quantitativ identifiziert. Es wurden Zusammenhänge zwischen dem Arbeitsregime der Tunnelöfen und der chemischen Zusammensetzung der Benzine untersucht.

*Institut für Chemie
der Akademie der Wissenschaften der Estnischen SSR*Eingegangen
am 23. Mai 1963