

*I. ÕPIK***ELECTRICITY OR OIL FROM ESTONIAN OIL SHALE —
AN OLD PROBLEM***И. П. ЭПИК***СТАРАЯ ПРОБЛЕМА: ЭСТОНСКИЕ ГОРЮЧИЕ СЛАНЦЫ —
СЖИГАТЬ ИЛИ ПЕРЕРАБАТЫВАТЬ?**

Since the foundation of the oil shale and shale oil industry in Estonia in the early twenties there has been disputable the question, what will be more profitable — combustion of oil shale to generate electric power or processing it to get oil and gas.

The oil shale utilization in Estonia has been developed in both directions, although between the 1960—1975 the generation of electricity was preferably enhanced. The energy prices in the U.S.S.R. which determined the sale of Estonian shale products at the post-war period were conventional and did not express the real export values of electricity and shale oil in the Baltic region.

This review presents a comparison of values of Estonian oil shale products with the import prices of fuel and electricity in Finland during the period 1960—1989. As Finland is situated in the neighbourhood of Estonia it can be regarded as a potential consumer of electricity which can be transferred by DC-link across the Gulf of Finland as well as shale fuel oil can be transported by tankers.

Unupgraded Estonian oil shale has on the average a water content of 9.5 %, lower heat value 8.6 MJ/kg and the laboratory oil yield from dry shale (Fisher Assay) 18.2 wt.%. The average price of Estonian oil shale in 1991 is SUR 16.7 per tonne.

Net production of electric power with 200 MW units (steam pressure 135 at, temperatures of steam preheat and reheat 775—790 K) is 0.65 MWh per tonne of burnt oil shale. Commercial oil yield from the similar oil shale by retorting is on the average 130 kg raw shale oil per tonne of retorted shale.

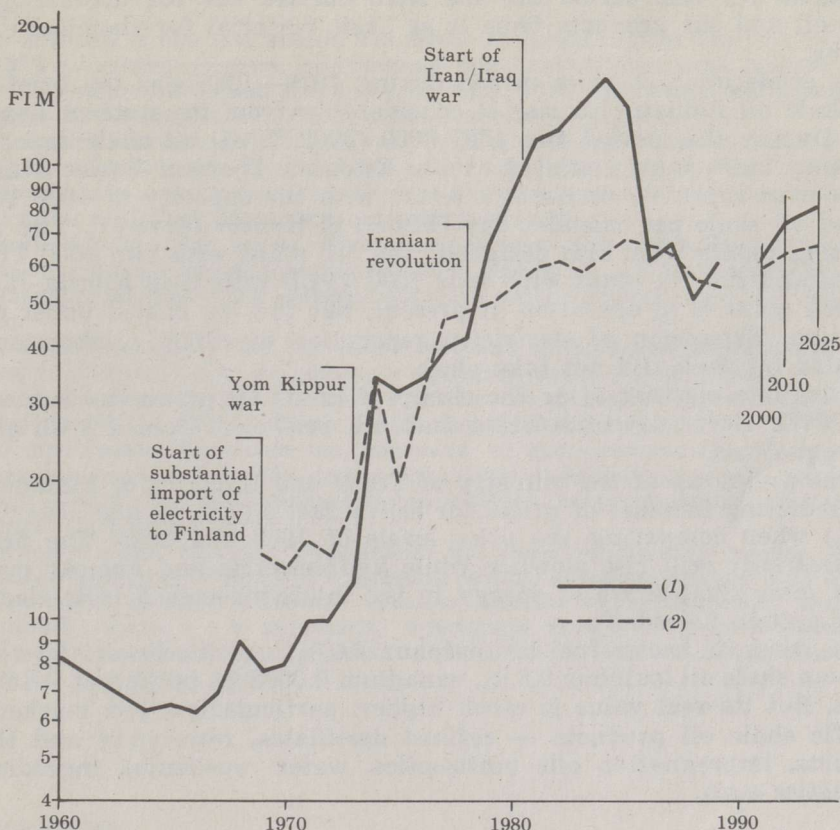
Estonian shale oil without the expensive upgrading is not to be used as synthetic crude oil (syncrude) in existing oil refineries. Because of the high summary content of oxygen, nitrogen and sulphur compounds in the raw shale oil the treatment costs of upgrading will be very high, estimate more than US\$ 10 bbl. Therefore the shale oil is not sold as a synthetic crude but is used without the upgrading for specific purposes. The raw shale oil, for example, after separation of the gasoline fractions (3—6 wt.% from the oil of internal combustion retorts, 10—16 wt.% by retorting in indirect heated units) gives fuel oil of

Shale oil, also electric power from 1 t Estonian oil shale evaluated in heavy fuel oil and electricity import prices in Finland during 1960—1989

Стоимость вырабатываемых из 1 т эстонского сланца-кукерсита электроэнергии и сланцевой смолы в ценах импорта в Финляндию соответственно электроэнергии и топочного мазута в период 1960—1989 гг.

Year	Arabian light crude oil official world-market price (1 bbl = 0.138 т)			Average import price in Finland, FIM			Value of the production, FIM, from 1 t oil shale as:	
	\$/bbl	FIM/\$	FIM/t	Crude oil, per/t	Heavy fuel oil, per/t	Electric power, per/MWh	0.13 t fuel oil	0.65 MWh electric power
1960	1.86	3.207	43	63	69	15	8	10
61	1.80			58	60	11	8	7
62	1.80			56	56	—	7	—
63	1.80			54	51	6	7	4
64	1.80			51	48	6	6	4
1965	1.66	3.223	39	51	50	7	6	5
66	1.53			49	48	8	6	5
67	1.50			51	53	10	7	7
68	1.45			63	67	11	9	7
69	1.40			64	60	22	8	14
1970	1.35	4.180	41	65	62	20	8	13
71	1.75	4.174	53	86	80	23	10	15
72	1.90	4.146	57	89	80	21	10	14
73	1—6	2.17	60					
	7—12	3.10	86	110	95	28	12	18
74	1—6	9.12	249					
	7—12	10.00	274	327	261	54	34	35
1975		10.46	279	320	244	30	32	20
76		11.51	324	350	265	50	34	32
77	1—6	12.09	353					
	7—12	12.70	371	400	313	69	40	45
78		12.70	379	412	324	74	42	48
79	1—6	14.81	418					
	7—12	20.86	589	583	524	77	68	50
1980	1—6	27.99	757					
	7—12	20.77	561	903	685	84	88	55
81	1—6	32.75	1024					
	7—12	33.58	1050	1156	880	92	114	60
82	1—6	33.62	1174					
	7—12	33.40	1167	1169	932	95	120	62
83	1—6	34.00	1372					
	7—12	29.00	1170	1219	1064	91	137	59
84		29.00	1282	1270	1195	98	154	64
1985	1—3	29.00	1304					
	4—12	28.00	1259	1252	1040	106	134	69
86		28.00	1030	681	473	105	61	68
87	1—3	21.10	673					
	4—12	17.52	559	596	515	99	67	64
88		17.52	532	455	392	88	51	57
89		17.52	545	573	475	85	62	55

quality with 0.8 % sulphur and low vanadium contents and the pour-point temperature about -15°C . Its minimum price is on a level with that of the high-quality heavy fuel oil derived from the crude oil. There exist also shale oil constituents that are not used for combustion but are sold at higher prices than fuel oil.



Export value of two kinds of production from 1 tonne Estonian oil shale calculated in Finnish average annual import prices: (1) — 0.13 tonnes shale oil as heavy fuel oil; (2) — 0.65 MWh electricity. 2000—2025 — based on the prognosis of the Ministry of Trade and Industry, Finland [2]

Экспортная стоимость продуктов, получаемых из 1 т эстонского сланца-кукерсита, выраженная в среднегодовых ценах финского импорта: 1 — 0,13 т сланцевой смолы как топочного мазута; 2 — 0,65 МВт·ч электроэнергии. 2000—2025 гг. — данные базируются на прогнозе Министерства торговли и промышленности Финляндии [2]

The Table below is compiled on the data of the “Finnish Energy Statistics” and is presenting the Finland’s import prices of crude oil, heavy fuel oil and electricity for the period of 1960—1989 and corresponding prices of 0.13 t heavy fuel oil and 0.65 MWh of electricity, both produced from 1 t Estonian oil shale. The data given in the table are plotted in the Figure.

Up to the end of the seventies the electric power generated from Estonian oil shale by its combustion (0.65 MWh/t) was evaluated much higher than the oil (130 kg/t), yielded from the same amount of oil

shale. At this period two large power stations were built in Estonia for the direct combustion of oil shale in pulverized condition, both with the capacity of 1.6 GW. The foundation of oil shale plants was stopped except the pilot retorting plant in Kiviõli — a solid heat carrier retort UTT-500 with oil shale throughput 500 t per single day (TPSD).

Notable for this period are the R&D carried out for utilization of shale oil and the products from it as basic material for chemical engineering.

The crude oil high-price period during 1979—1985 was too brief for the shale oil industry to rise it considerably from its state of depression. During this period two UTT-3000 (3000 TPSD oil shale capacity) retorting units were installed at the Estonian Thermal Power Station and a pilot internal combustion retort with the capacity of 1000 t upgraded oil shale per calendar day (TPCD) in Kohtla-Järve [1]. Two new retorting plants were also designed: the 6th plant with two 1000 TPCD retorts and the 7th plant with four 1500 TPCD retorts in Kohtla-Järve. The 6th plant is in operation at present, but the 7th is still under construction. Expansion of electricity generation by direct combustion of Estonian oil shale did not take place.

In the late eighties after the slump of crude oil prices the values of 0.65 MWh electricity and 0.13 t fuel oil, produced from 1 t oil shale were equalized.

Some prognoses of the Ministry of Trade and Industry of Finland [2] are predicting increase of prices for heavy fuel oil (61 %) and electricity (18 %) when comparing the price levels of 1988 and 2025. The prices for electricity will rise slower while hydroelectric and nuclear power plants give great share of energy in the interconnected Nordic electric power system "Nordel".

The prices of heavy fuel oil (sulphur 3.0 %) are the lowest level for Estonian shale oil (sulphur 0.8 %, vanadium 0.0002 %, pourpoint —15 °C) prices. But its real value is much higher, particularly when marketing specific shale oil products — refined distillates, resorcinols and their products, impregnation oils (antiseptics, water repellents), ingredients of mastics a.s.o.

РЕЗЮМЕ

Одновременно с зарождением в начале 20-х гг. сланцедобывающей и сланцеперерабатывающей промышленности в Эстонии встал и вопрос о том, что выгоднее: сжигать кукерсит, чтобы получать тепловую или электрическую энергию, или подвергать его термической переработке для получения сланцевой смолы и газа. Этот вопрос не утратил актуальности и по сей день.

Однако найти ответ не так-то просто, поскольку цены, по которым Эстония продавала свою электроэнергию и продукты сланцепереработки после Второй мировой войны, как и большая часть цен в Советском Союзе, были весьма условными и не соотносились с реальной стоимостью этих товаров в Балтийском регионе.

В публикуемом обзоре цены на электроэнергию и сланцевую смолу в виде топочного мазута сопоставляются со среднегодовыми ценами, по которым Финляндия импортировала названные продукты начиная с 1960 г.

За основу берется 1 т необогащенного эстонского сланца-кукерсита. Выработка товарной электроэнергии в сланцевых энергоблоках мощностью 200 МВт при средней теплоте сгорания необогащенного сланца составляет 0,65 МВт·ч/т, а выход товарной смолы при термической переработке такого же сланца — в среднем 130 кг/т.

Без дорогостоящей гидрогенизации (порядка 10 долларов США за баррель) сырью сланцевую смолу нельзя использовать в качестве искусственной (син-

тетической) нефти, в таком виде смола непригодна для переработки на обычных нефтеперерабатывающих предприятиях. Однако и негидрогенизированная смола находит покупателя. Так, получаемое после отделения от сырой смолы 3—6 % бензиновых фракций, сланцевое топочное масло, которое содержит 0,8 % серы (против 3 % в нефтяном мазуте) и имеет температуру застывания —15 °С, является более качественным топливом, чем топочный мазут.

Из таблицы и рисунка видно, что почти до самого конца 70-х гг., особенно до 1972 г., электроэнергия, получаемая при сжигании сланца, стоила больше, чем сланцевая смола. Именно в те годы в Эстонии были сооружены две мощные ТЭС (каждая по 1,6 ГВт), работающие на сланце.

В области сланцепереработки этот период был временем научных исследований и опытно-конструкторских работ. Разрабатывались новые и совершенствовались имеющиеся технологии получения и использования сланцевой смолы и других продуктов сланцепереработки.

Арабо-Израильская война, Иранская революция, а затем Ирано-Иракская война обусловили резкое повышение цен на нефть, но для настоящего подъема сланцеперерабатывающей промышленности этого времени оказалось недостаточно.

Во второй половине 80-х гг., после того как ОПЕК ввела предельные цены на нефть, а затем квоты на добычу и продажу, нефть упала в цене, и в конце 80-гг. стоимости полученных из 1 т эстонского сланца-кукерсита 0,65 МВ·ч электроэнергии и 0,13 т смолы, практически сравнялись.

По прогнозам Министерства торговли и промышленности Финляндии, в будущем цены на оба эти товара возрастут: к 2025 г. стоимость топочного мазута — на 61 % по сравнению с уровнем 1988 г., тогда как стоимость электроэнергии — лишь на 18 %.

Остается лишь еще раз напомнить, что цена топливного мазута — это минимум цены для эстонской сланцевой смолы, которая обладает рядом преимуществ, например, содержит гораздо меньше серы. Истинная ценность сланцевой смолы — в частности, благодаря таким ее компонентам, как фенолы, пластификаторы резины, антисептики, водоотталкивающие соединения, — гораздо выше.

REFERENCES

1. I. Opik. Scaleup risk of developing oil shale processing units // *Oil Shale*, 1991. V. 8, No. 1. P. 67.
2. Finnish energy economy up to 2025; some development paths. Sarja B :70. KTM, Energiaosasto. Helsinki, 1991.

Estonian Academy of Sciences
Tallinn

Академия наук Эстонии
Таллинн

Received 25.05.91

Поступила в редакцию
25.05.91