

<https://doi.org/10.3176/hum.soc.sci.1956.2.04>

## УСТАНОВЛЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИ ОПТИМАЛЬНОГО СОДЕРЖАНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В СЛАНЦЕ, ПЕРЕРАБАТЫВАЕМОМ В ТУННЕЛЬНЫХ ПЕЧАХ И ШАХТНЫХ ГЕНЕРАТОРАХ

Д. Т. КУЗНЕЦОВ,

кандидат экономических наук

И. З. КАГАНОВИЧ, Х. Р. МИЙЛЬ

### Постановка вопроса

Содержание органического вещества в сланце, добываемом и перерабатываемом на предприятиях Эстонской ССР союзного подчинения, в настоящее время ограничено весьма узкими пределами от 34 до 36 процентов в соответствии с ГОСТ. Экономическое обоснование целесообразности добычи и переработки сланца именно такого качества отсутствует, хотя извлечение из недр только богатого сланца сопряжено с большими потерями ископаемого.

Более полное использование залежей имеет непосредственное экономическое значение для сланцевых шахт как фактор увеличения добычи, роста производительности труда рабочих и снижения себестоимости сланца.

Вместе с тем бережное использование природных богатств не сводится к улучшению показателей добычи ископаемого, а предполагает также обеспечение наиболее рационального и экономичного использования сланца на всем его пути от недр земли до потребителя продуктов переработки.

Если, например, затраты на переработку бедного ископаемого при данном уровне развития техники оказываются больше экономии, полученной в процессе добычи бедного сланца, то снабжение промышленности таким сырьем не является оправданным.

Сланец с более высоким содержанием органического вещества может быть получен не только путем разработки богатых залежей или породотборки непосредственно в забое, но и путем обогащения сланца на поверхности. Для этого случая необходимо установить экономически рациональную степень обогащения, которая зависит от характеристик обогащаемой горной массы, развития техники и технологии обогащения, производительности труда рабочих обогатительных цехов и типа сланцеперерабатывающего аппарата.

При определении оптимального содержания органического вещества в сланце, поступающем на переработку, показатели добычи, обогащения и переработки сланца должны рассматриваться в комплексе, с точки зрения конечных экономических результатов.

Вопрос об оптимальном качестве сланца является остродискуссионным на протяжении всех послевоенных лет. Предпринимавшиеся попытки его исследования, не давшие окончательного ответа, в общей сложности создали предпосылки для решения этого вопроса.

Наиболее положительный вклад в разработку проблемы об оптимальном качестве сланца сделан на сланцехимическом комбинате «Кивиыли» Министерства местной и сланцехимической промышленности Эстонской ССР. Это вполне естественно, так как комбинат имеет в своем составе и шахту, и перегонный завод. Себестоимость продукции завода непосредственно зависит как от затрат на переработку, так и в еще большей степени от себестоимости добычи сланца. Иное положение на Кохтла-Ярвском комбинате Министерства нефтяной промышленности СССР, который получает сланец по отпускной цене от треста «Эстонсланец» Министерства угольной промышленности СССР.

В числе наиболее важных исследований, проводившихся на комбинате «Кивиыли», следует отметить балансовые испытания туннельных печей на бедном сланце, проведенные в 1952 году под руководством доцента Московского Института химического машиностроения В. В. Шелоумова, опытные работы туннельных печей на богатом сланце в конце 1954 года под руководством главного инженера комбината С. Л. Эпштейна и инженера Г. А. Николеева, балансовые испытания генераторов на бедном сланце в 1954 году под руководством заведующего сектором технологии сланцев Института химии Академии наук Эстонской ССР М. Я. Губергрица, опытные работы на шахте «Кивиыли» по выявлению зависимости экономических показателей добычи сланца от степени породотборки в забое и на поверхности.<sup>1</sup>

В 1953 году Всесоюзный научно-исследовательский институт по переработке сланцев (ВНИИПС) осуществил на сланцеперерабатывающем комбинате в г. Кохтла-Ярве исследования по переработке бедного сланца (включая слой *F*) в камерных печах и генераторах.

В задачу настоящей работы входит:

- 1) экономическое обоснование целесообразности переработки в туннельных печах обогащенного и в генераторах бедного сланца;
- 2) установление конкретного уровня, до которого целесообразно обогащение сланца для переработки в туннельных печах и оптимальной величины содержания органического вещества в сланце для генераторов.

Исходными данными для разрешения указанных вопросов послужили как результаты ранее выполненных исследований, так и материалы опытных работ, проведенных летом 1955 года комбинатом «Кивиыли», институтами Химии и Экономики Академии наук Эстонской ССР, Московским Институтом химического машиностроения и Проектным и научно-исследовательским институтом Министерства местной и сланцехимической промышленности Эстонской ССР. Руководили опытными работами на туннельных печах В. В. Шелоумов, на генераторах — М. Я. Губергриц.

Помимо экспериментальных данных, в работе использован массовый материал ежедневного производственно-технического учета показателей работы туннельных печей комбината «Кивиыли» и генераторов комбината в Кохтла-Ярве.

<sup>1</sup> Д. Т. Кузнецов, И. З. Каганович, Х. Р. Мийль, Зависимость экономических показателей добычи сланца от степени породотборки в забое и на поверхности. Известия АН ЭССР, т. IV, № 3, 1955.

Оценка вариантов переработки сланца с различным содержанием органического вещества производится с точки зрения получаемого при этом экономического эффекта. При этом учитывались следующие элементы экономического эффекта: объем выпуска продукции и размеры снижения затрат живого и овеществленного труда на единицу продукции.

### Издержки обогащения сланца на поверхности

Отправным пунктом исследования эффективности переработки сланца с различным содержанием органического вещества является установление зависимости себестоимости сланца от степени его обогащения.

Добыча на шахте комбината «Кивийли» сланца с большим, чем в настоящее время, содержанием органического вещества за счет углубления породотборки в лаве сопряжена с излишними затратами в сравнении с себестоимостью сланца равного качества, но обогащенного на поверхности. Поэтому следует исходить из того, что себестоимость технологического сланца складывается из затрат на добычу сланца определенного качества плюс дополнительные издержки на его обогащение до заданного предела на поверхности.

Экономически целесообразной является такая степень обогащения, при которой в сланцеперерабатывающем агрегате, при прочих равных условиях, обеспечиваются минимальные затраты на производство тонны смолы. Обогащение выше этого уровня повлечет за собой издержки, не возмещаемые экономией при переработке сланца.

Величина издержек обогащения сланца зависит прежде всего от выхода концентрата (продукта обогащения) из обогащаемой массы, а также от величины эксплуатационных расходов на обогащение.

Установление выходов концентрата при различной степени обогащения сланца произведено по следующей формуле:

$$x = 100 - \frac{(a_n - a_0) 100}{a_n - y},$$

где:  $x$  — выход концентрата из обогащаемой массы (в %);  $a_n$  и  $a_0$  — содержание органического вещества в концентрате и исходной массе (в %);  $y$  — процентное содержание органического вещества в отходах обогащения (хвостах).

Размеры потерь органического вещества в хвостах при заданной глубине обогащения определены на основании данных опытных работ 1955 года.

Полученная с помощью этой формулы линия зависимости выхода концентрата от содержания в нем органического вещества изображена на рисунке 1. В одном случае исходное содержание органического вещества в добытом сланце принято равным 30,9 процента — применительно к существующему качеству сланца, предназначенного для туннельных печей. Вторая линия построена исходя из начального содержания органического вещества в 28 процентов (приближается к качеству сланца, перерабатываемого в генераторах). В цехе туннельных печей условия породотборки гораздо менее благоприятны, чем в генераторном, в связи с чем величина потерь органического вещества в хвостах в печном цехе выше, чем в генераторном.

По мере углубления породотборки выход концентрата из обогащаемого вещества значительно уменьшается (рис. 1). При доведении содержания органического вещества с 31 до 38 процентов он равен 67,9 процента, а с 28 до 38—61,5 процента.

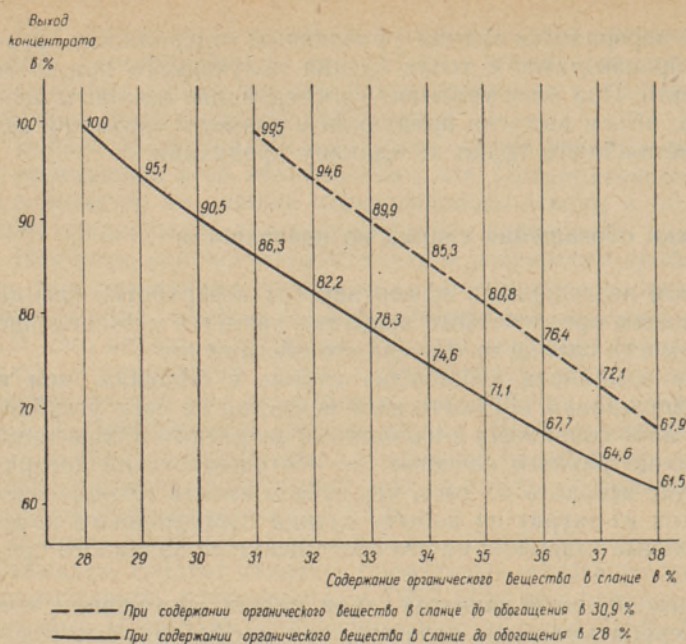


Рис. 1.  
Выход концентрата в зависимости от степени обогащения сланца.

Отсортированная часть добытой горной массы в основном состоит из минеральных веществ, но включает и потери органического вещества.

Потери органического вещества, в том числе и заключенного в чистом сланце, весьма значительно возрастают по мере увеличения степени обогащения (табл. 1). Однако они намного ниже потерь отбитого сланца при породотборке в забое, которые превышают 20 процентов.<sup>2</sup>

Таблица 1

Потери органического вещества в зависимости от степени обогащения сланца \*

Содержание органического вещества в концентрате в %	Потери в % к массе органического вещества в добыче	
	всего	в том числе потери чистого сланца**
31	0,1	—
32	1,2	0,16
33	2,4	0,38
34	3,7	0,68
35	5,1	1,06
36	6,6	1,55
37	8,2	2,15
38	9,9	2,85

\* Расчет потерь сделан применительно к условиям опытных работ на туннельных печах «Кивныли» в 1955 г.

\*\* Некоторое количество органического вещества содержится также в известняковых включениях сланцевого пласта.

Отходы обогащения в настоящее время не используются, в связи с чем затраты на добычу исходной массы сланца ложатся целиком на продукт

<sup>2</sup> Д. Т. Кузнецов, И. З. Каганович, Х. Р. Мийль, Зависимость экономических показателей добычи сланца от степени породотборки в забое и на поверхности. Известия АН ЭССР, т. IV, № 3, 1955.

обогащения — концентрат. Допустим, например, что затраты на добычу 100 т рядового сланца равны 4000 руб. и в результате его обогащения отсортировано 20 т хвостов. В таком случае эти 4000 руб. относятся на 80 т концентрата и составляют на тонну концентрата 50 руб., вместо 40 руб. себестоимости исходного сланца. Эта разница, в данном примере в 10 руб., представляет собой главную часть издержек обогащения. Второй, значительно меньшей их частью являются эксплуатационные расходы на обогащение, т. е. расходы на заработную плату породовыборщиков, электроэнергию, амортизацию и т. п.

Эксплуатационные расходы по увеличению содержания органического вещества в технологическом сланце на 1 процент составляют 20 коп. на тонну обогащаемой горной массы (по данным опытных работ).

Величина издержек обогащения сланца с начальным содержанием органического вещества в 30,9 процента, при различной степени обогащения показана в таблице 2.

Таблица 2

Издержки обогащения сланца на тонну концентрата и его себестоимость в зависимости от степени обогащения \*

Содержание органического вещества в сланце после обогащения в %	Издержки обогащения в руб.	Себестоимость тонны сланца в руб.**
30,9	—	35.00
31,0	0.20	35.20
32,0	2.20	37.20
33,0	4.40	39.40
34,0	6.70	41.70
35,0	9.30	44.30
36,0	12.20	47.20
37,0	15.20	50.20
38,0	18.70	53.70

\* Содержание органического вещества до обогащения 30,9 процента.

\*\* Приводимые цифры себестоимости здесь и в дальнейшем условны.

Приведенные экономические результаты обогащения сланца позволяют установить некоторые общие положения о зависимости затрат сланца на тонну смолы от степени его обогащения.

Себестоимость тонны органического вещества обогащенного сланца при всех обстоятельствах дороже, чем необогащенного. Это обусловлено тем, что при обогащении неизбежны потери органического вещества и что само обогащение требует определенных затрат. Рост себестоимости тонны органического вещества сланца при обогащении ведет к тому, что затраты на сырье в себестоимости смолы при перегонке обогащенного сланца всегда выше, чем при переработке бедного сланца. Эта закономерность действительно независимо от типа сланцеперерабатывающего аппарата и от того, снижается ли по мере уменьшения калорийности сланца процент выхода смолы от органического вещества или он остается постоянным.<sup>3</sup>

Основным фактором, компенсирующим повышение себестоимости смолы за счет сырьевой составляющей при переработке обогащенного сланца может явиться увеличение общего количества вырабатываемой смолы и вызванное этим снижение всех элементов постоянных затрат в себестоимости.

<sup>3</sup> Имеется в виду, что выход смолы из органического вещества при переработке обогащенного сланца не может быть выше, чем при переработке бедного.

При прочих равных условиях удельный вес затрат сырья в себестоимости смолы зависит от степени переработки сланца, т. е. от полноты извлечения из него органического вещества. Глубокая переработка сырья снижает долю сырьевой составляющей.

Во-первых, такая переработка сопряжена с повышенными эксплуатационными затратами, удельный вес которых повышается, в то время как удельный вес расходов на сырье снижается.

Во-вторых, уменьшение удельного расхода сырья действует в том же направлении, что вызвано ростом выхода из него полезных продуктов.

Из сказанного следует, что при неквалифицированной переработке сырья обогащение последнего в равных условиях всегда экономически менее эффективно, чем при квалифицированной переработке, так как в первом случае рост сырьевой составляющей за счет издержек обогащения будет оказывать на себестоимость продукта большее влияние, чем во втором.

Это принципиальное положение предопределяет различие в решении вопроса об оптимальном содержании органического вещества в сланце для туннельных печей и генераторов.

Очень значительный удельный вес сырьевых затрат в себестоимости генераторной смолы (55 процентов) является фактором, говорящим в пользу переработки в шахтных генераторах бедного сланца. В смоле туннельных печей доля сырьевых затрат меньше (40 процентов), вследствие чего при обогащении сланца воздействие роста сырьевой составляющей на себестоимость смолы не столь значительно, как в генераторах. Дальнейший ход исследования требует привлечения конкретных технико-экономических показателей переработки сланца в туннельных печах и генераторах.

#### **Технико-экономические показатели переработки сланца в туннельных печах в зависимости от содержания в нем органического вещества**

Между содержанием органического вещества в сланце и выходом смолы при переработке сланца существует определенная зависимость, которую в неискаженном посторонними факторами виде можно проследить лишь по данным, полученным в лабораторных условиях.

В промысленных условиях на процент выхода смолы оказывает влияние, помимо содержания органического вещества, целый ряд факторов, подчас не поддающихся прямому учету и элиминированию. Тем не менее, рост выхода смолы от сланца по мере его обогащения органическим веществом был подтвержден и измерен в применении к туннельным печам с помощью серии опытных работ.

На рисунке 2 представлены данные о выходе смолы из сланца, полученные в результате следующих опытных работ:

а) экспериментальное исследование работы туннельных печей на бедном сланце, проведенное с 1 по 18 апреля 1952 года (содержание органического вещества в сланце 27,2 процента, выход смолы от сланца 16,82 процента<sup>4</sup>);

б) опытная работа туннельных печей типа III на богатом сланце, проведенная с 21 по 31 декабря 1954 года (содержание органического вещества 34,3 процента, выход смолы 21,35 процента);

в) опытная работа туннельных печей на богатом сланце с 4 по 10

---

<sup>4</sup> В пересчете на сланец влажностью 9,5%.

июля 1955 года<sup>5</sup> (содержание органического вещества 32,7 процента, выход смолы 20,25 процента).

Указанные три точки (рис. 2) являются сопоставимыми, так как они получены в условиях опытных работ, которым предшествовала определенная техническая подготовка печей и осуществлялся весьма тщательный учет расхода сланца и производства смолы.

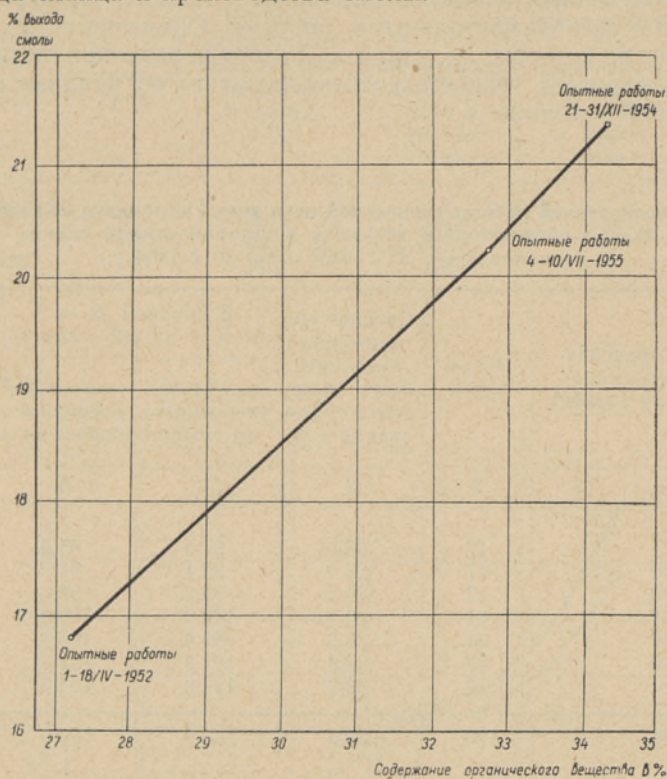


Рис. 2. Выход смолы от сланца влажностью 9,5% в туннельных печах комбината «Кивийли» в зависимости от содержания органического вещества (по данным опытных работ на печах типа III).

Как видно из графика, все три точки расположены на одной прямой.

Объем производства смолы связан с процентом ее выхода из сланца и с пропускной способностью аппарата. Поэтому важно установить зависимость от содержания органического вещества в сланце не только первого, но и второго показателя.

Характер зависимости пропускной способности туннельных печей от содержания органического вещества в сланце предыдущими экспериментальными исследованиями не был установлен. В настоящей работе делается попытка изучить этот вопрос на основании анализа массовых эксплуатационных данных и результатов испытаний, произведенных летом 1955 года.

В таблице 3 приведены итоги одной из разработок, составленной на основании данных ежедневной регистрации показателей работы туннельной печи типа I в 1953 году. Эти данные сгруппированы по признаку содержания органического вещества в переработанном сланце.

<sup>5</sup> Поскольку в декабре 1954 г. работа проводилась на печах типа III, во всех трех случаях взяты данные по печам этого типа.

Как видно из таблицы, изменение процента выхода смолы (графа 6) от первой группы к последней характеризуется закономерным ростом этого показателя по мере обогащения сланца органическим веществом.

Однако диапазон значений выхода — от 18,5 до 19,1 процента при содержании органического вещества в сланце, соответственно, в 26,8 и 33,3 процента, полученный в эксплуатационных условиях, оказывается узким в сравнении с экспериментальными данными. Объясняется это действием ряда факторов, которых не удалось элиминировать при группировке, а также недостаточной точностью самих результатов анализа сланца при существующей методике.

Таблица 3

Зависимость показателей работы туннельной печи типа I комбината «Кивийли» от содержания органического вещества в переработанном сланце (по данным с 29 I 1953 г. по 30 I 1954 г.)

Группы по проценту органического вещества (на сухой сланец)	Число суток	Среднее содержание органического вещества в сухом сланце в %	В среднем за час (в % к общей средней)		Выход смолы от сланца в %
			пропускная способность по сланцу	съем смолы (без газбензина)	
1	2	3	4	5	6
менее 28	17	26,8	97,5	95,6	18,50
от 28 до 29	17	28,5	98,1	97,5	18,77
от 29 до 30	22	29,5	99,2	97,8	18,65
от 30 до 31	41	30,4	100,2	100,3	18,90
от 31 до 32	51	31,5	100,4	100,7	18,90
от 32 до 33	28	32,4	101,2	101,8	18,95
33 и более	14	33,3	102,8	104,0	19,10
Всего	190	30,6	100,0	100,0	18,84

Наибольший интерес в таблице может представить графа 4, содержащая данные о пропускной способности печи в зависимости от процента органического вещества в сланце (см. также рис. 3). Динамика этих цифр позволяет сделать весьма важное с точки зрения экономических показателей работы туннельных печей предположение, что обогащение сланца органическим веществом не только не ведет к уменьшению пропускной способности туннельных печей, но, наоборот, увеличивает ее с 97,5 процента к средней в первой группе до 102,8 процента в последней. Таким образом, судя по данным группировки, рост содержания органического вещества в сланце создает оптимальные условия для производительности печей (табл. 3, графа 5), которая растет под влиянием увеличения обеих определяющих ее величин: выхода смолы на тонну сланца и пропускной способности печи.

Зависимость пропускной способности туннельных печей от содержания органического вещества подтверждена также результатами опытных работ на комбинате «Кивийли» в июне—июле 1955 года. В целях получения более массового материала привлечены также показатели работы печей за май 1955 года. Все данные по печам за анализируемый период сведены в три общие группы по содержанию органического вещества. Средние показатели по этим группам приведены в таблице 4.



Влияние содержания органического вещества в сланце на пропускную способность и производительность туннельных печей комбината «Кивийли»  
(по данным за период с 1 V по 10 VII 1955 г.)

Группы по содержанию органического вещества в сланце в %	Число печей	Среднее содержание органического вещества в сланце в %	Среднесуточные показатели за время работы		
			пропускная способность печи в тоннах сланца	производительность печи в тоннах смолы	выход смолы от сланца в %
менее 32	44	30,9	322,8	65,33	20,2
32—34	67	32,8	325,2	65,43	20,1
34 и более	12	34,5	328,4	68,61	20,8

Пропускная способность  
и производительность  
(в % к средней)

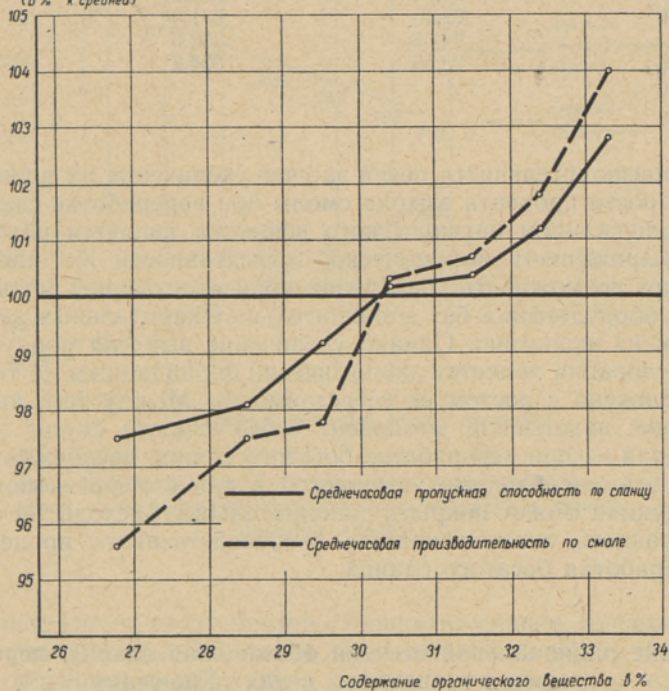


Рис. 3. Зависимость пропускной способности и производительности туннельной печи типа I комбината «Кивийли» от содержания органического вещества в переработанном сланце (по данным с 29 I 1953 г. по 30 I 1954 г.).

Полученные в период опытных работ показатели зависимости пропускной способности печей от содержания органического вещества в сланце (табл. 4) согласуются с результатами статистического анализа вопроса.

Исходя из охарактеризованного экспериментального материала и предположения о линейной зависимости технического выхода смолы и пропускной способности печи от калорийности сланца в рассматриваемых пределах, составлена таблица 5, цифры которой положены в основу последующих расчетов.

Таблица 5

Технико-экономические показатели работы туннельных печей «Кивиыли» в зависимости от содержания органического вещества в сланце

Содержание органического вещества в %	Процент выхода смолы от сланца влажностью 9,5 %	Пропускная способность печи в сутки в тоннах сланца	Производительность печи в сутки в тоннах смолы
29,0	18,00	320,2	57,7
30,0	18,60	321,7	59,9
31,0	19,25	323,2	62,3
32,0	19,90	324,8	64,7
33,0	20,55	326,4	67,1
34,0	21,20	328,0	69,6
35,0	21,80	329,5	71,9
36,0	22,40	331,0	74,2
37,0	23,05	332,6	76,7
38,0	23,65	334,2	79,1

Рост производительности печей за счет увеличения их пропускной способности и роста процента выхода смолы при переработке сланца с повышенным содержанием органического вещества является наиболее существенным выражением экономической эффективности обогащения сланца. Это означает возможность увеличения производственной мощности существующего оборудования без дополнительных капитальных затрат и, следовательно, их экономии. Однако увеличение выпуска продукции с единицы оборудования является экономически оправданным до тех пор, пока это не сопряжено с ростом ее себестоимости. Между тем, как было показано выше, важнейший компонент себестоимости смолы — сырьевая составляющая — при переработке богатого сланца неизбежно возрастает. В связи с этим необходимо установить, в какой мере экономия за счет роста продукции может покрыть дополнительные расходы на сырье и тем самым оправдать интенсификацию производственного процесса посредством переработки богатого сланца.

#### Установление рациональной степени обогащения сланца, перерабатываемого в туннельных печах «Кивиыли»

Затраты на тонну смолы туннельных печей при различном содержании органического вещества в технологическом сланце представлены в таблице 6 (см. также рис. 4). В ней вместе с сырьевой составляющей показана сумма остальных эксплуатационных затрат на тонну смолы с учетом экономии за счет роста продукции при обогащении сланца.

В основу расчетов положены цифры таблицы 5 и рисунка 1. В этих условиях снижение эксплуатационных затрат перекрывает рост сырьевой составляющей при доведении содержания органического вещества в сланце до 34 процентов. Дальнейшее обогащение сланца сопряжено с ро-

стом себестоимости смолы, так как издержки обогащения настолько возрастают, что превышают сумму экономии за счет постоянных расходов.

Таким образом, оптимальным уровнем содержания органического вещества в сланце для туннельных печей является, при данных условиях, 34 процента. При переработке сланца, обогащенного до такой степени, объем производства смолы увеличивается на 12 процентов в сравнении с результатами переработки необогащенного сланца с содержанием органического вещества в 31 процент (табл. 5) и себестоимость смолы является минимальной.

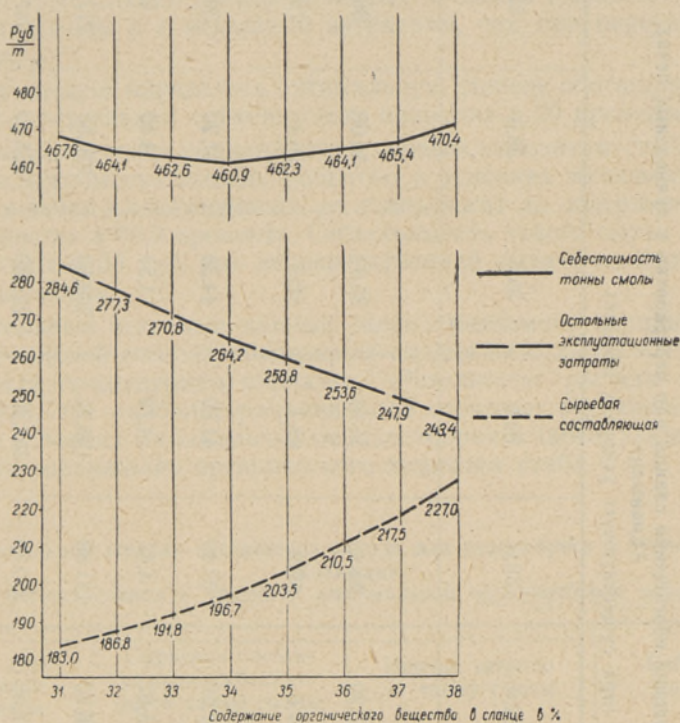


Рис. 4. Зависимость себестоимости смолы туннельных печей от содержания органического вещества в переработанном сланце.

В настоящее время на комбинате «Кивиыли» сланец, предназначенный для переработки в туннельных печах, после выдачи из шахты подвергается некоторому обогащению на главном подъеме и в староподготовительном цехе. Содержание органического вещества в технологическом сланце доводится благодаря этому с 31 процента до 31,5—32 процентов.

Предлагаемое повышение степени обогащения сланца до 34 процентов содержания органического вещества позволит при прочих равных условиях увеличить выработку смолы на 7—10 процентов, а также снизить ее себестоимость на 3—5 руб.

Рассмотренный вариант определения рационального уровня обогащения сланца построен применительно к существующим условиям добычи сланца. Однако, как было установлено в результате опытных работ на шахте «Кивиыли» летом 1954 года, эти условия не являются экономически

Расчет рациональной степени обогащения сланца для переработки в туннельных печах  
«Кививили»

(при существующих условиях добычи)

Содержание органического вещества в сланце в %	31,0	32,0	33,0	34,0	35,0	36,0	37,0	38,0
Наименование показателей								
1. Себестоимость тонны горючей массы с затратами на ее обогащение в руб.	35,00	35,20	35,40	35,60	35,80	36,00	36,20	36,40
2. Выход концентрата (технологического сланца) в %	99,5	94,6	89,9	85,3	80,8	76,4	72,1	67,9
3. Себестоимость тонны технологического сланца (1:2) в руб.	35,20	37,20	39,40	41,70	44,30	47,20	50,20	53,70
4. Расход сланца на тонну смолы в т	5,19	5,02	4,87	4,72	4,59	4,46	4,34	4,23
5. Стоимость сланца на тонну смолы (4 × 3) в руб.	183,00	186,80	191,80	196,70	203,50	210,50	217,50	227,00
6. Прочие затраты на тонну смолы в руб.	284,60	277,30	270,80	264,20	258,80	253,60	247,90	243,40
7. Себестоимость тонны смолы (5 + 6) в руб.	467,60	464,10	462,60	460,90	462,30	464,10	465,40	470,40

оптимальными. В период указанных опытных работ минимальные потери и лучшие экономические показатели давала добыча сланца с содержанием органического вещества в 29,2 процента (в пересчете на технологический сланец, т. е. за вычетом III класса). В обычных условиях в 1954 году из шахты выдавался сланец для туннельных печей с содержанием органического вещества в 31,4 процента, а в 1955 году, как указывалось, 30,9 процента.

Уже на основании показателей, приведенных в таблице 6, можно заключить, что непосредственная переработка бедного сланца в туннельных печах нецелесообразна, как бы ни была низка его себестоимость, так как обогащение этого сланца до определенных пределов позволяет вырабатывать больше смолы и с меньшими затратами, чем при переработке бедного сланца.

Поэтому следует определить оптимальную степень обогащения сланца, добытого с содержанием органического вещества в 29 процентов.

С целью обеспечения сравнимости с первым вариантом (табл. 6) определяется себестоимость сланца, добытого в условиях минимальной породыотборки в забое и обогащенного на поверхности до содержания органического вещества в 30,9 процента. Себестоимость такого сырья составляет 34,20 руб. против 35 руб. при непосредственной выдаче из шахты сланца такого же качества.

Все остальные исходные данные рассматриваемого варианта определения оптимальной степени обогащения сланца не отличаются от использованных для предыдущего варианта. Результаты расчета свидетельствуют о том, что наиболее рациональной степенью обогащения сланца, добытого в условиях минимальной породыотборки в забое, также является 34 процента содержания органического вещества (табл. 7).

Таблица 7

Расчет рациональной степени обогащения сланца для переработки в туннельных печах «Кивийли»  
(при добыче сланца в условиях минимальной породыотборки в забое)

Содержание органической массы в обогащенном сланце в %	Сырьевая составляющая себестоимости сырой смолы	Прочие затраты на тонну смолы	Себестоимость тонны смолы
31,0	178,50	284,60	463,10
32,0	182,60	277,30	459,90
33,0	187,50	270,80	458,30
34,0	192,80	264,20	457,00
35,0	199,00	258,80	457,80
36,0	206,00	253,60	459,60
37,0	213,00	247,90	460,90
38,0	222,00	243,40	465,40

Если сравнить эти результаты с полученными ранее для сланца, добытого с содержанием органического вещества в 30,9 процента, то вариант с добычей более бедного сланца оказывается экономически предпочтительнее. Минимальная породыотборка в забое позволяет, прежде всего, резко уменьшить потери отбитого сланца и поднять его добычу. Полученное при этом снижение себестоимости сырья обеспечивает, кроме того, экономию почти в 4 руб. на тонну смолы при переработке в том и другом случае сланца с содержанием органического вещества в 34 процента. В срав-

нении с существующими условиями переработки сланца (обогащение его с 30,9 процента до 31,5—32 процентов) экономия составит 7—9 руб. на тонну смолы.

### Технико-экономические показатели работы шахтных генераторов при различном содержании органического вещества в сланце

Зависимость технико-экономических показателей работы генераторов от содержания органического вещества в сланце носит иной характер, чем в туннельных печах. В туннельных печах оба фактора, обуславливающие их производительность — выход смолы и пропускная способность печей — увеличиваются с ростом содержания органического вещества в сланце. В генераторах один из этих факторов — пропускная способность, наоборот, снижается по мере обогащения сырья органическим веществом. Указанное обстоятельство было установлено во время испытаний генераторов сланцеперегонного комбината в Кохтла-Ярве на бедном сланце в 1953 году. О том же свидетельствуют сравнительные данные опытных работ, проведенных в генераторном цехе комбината «Кивийэли» в 1954 и 1955 годах.

В мае 1955 года при переработке богатого сланца с содержанием органического вещества в 33,5 процента среднесуточная пропускная способность одного генератора составила 101,2 т, а в мае 1954 года при содержании органического вещества в 28,8 процента — 109,2 т в сутки.

О том же говорит и анализ массового статистического материала ежедневной регистрации показателей работы цеха стотонных генераторов комбината в Кохтла-Ярве.

Соответствующие данные за 1953 и 1954 годы сгруппированы по признаку содержания органического вещества в переработанном сланце (табл. 8). Несмотря на недостаточную точность данных о качестве сланца-

Таблица 8

Группировка суточных данных о работе генераторов 5-ой ГГС комбината в Кохтла-Ярве по содержанию органического вещества в переработанном сланце (с 1 I 1953 г. по 15 IX 1954 г.)

Группы по содержанию органического вещества в сланце в %	Число суток	Среднее содержание органического вещества в %	За один генераторо-час работы в % к общей средней			Выход от сланца	
			пропускная способность генератора по сланцу	съем смолы	съем газа	смолы в %	газа в м <sup>3</sup> /т
менее 28	24	26,7	107,9	101,0	104,8	14,0	630
от 28 до 31	66	29,6	102,5	99,0	102,6	14,4	648
от 31 до 34	169	32,5	99,6	99,5	100,3	15,0	653
от 34 до 37	185	35,2	98,8	99,2	100,3	15,1	659
от 37 до 40	141	38,2	99,3	99,1	96,5	15,2	629
40 и более	22	40,9	96,8	100,9	93,4	15,3	625
Всего	607	34,5	100,0	100,0	100,0	15,0	648

(малое число ежедневно отбираемых проб), результаты группировки подтверждают, что по мере обеднения сланца органическим веществом пропускная способность генераторов увеличивается. Это является вполне за-

кономерным, так как при снижении содержания органического вещества в сланце скорость переработки данной массы сланца в генераторе увеличивается. Условия схода бедного сланца в шахте генератора несравненно лучше, чем богатого, ввиду отсутствия явлений спекания сланца и перехода его в вязкое состояние, снижающего интенсивность процесса полукоксования в генераторе при переработке богатого сланца.

Управление технологическим процессом при переработке богатого сланца усложняется, и нарушения нормального хода процесса, вызывающие простои генераторов, становятся более частыми. Поэтому худшее в сравнении с комбинатом «Кивиыли» использование календарного времени работы генераторов на комбинате в Кохтла-Ярве следует в большой степени поставить в связь с переработкой на нем значительно более богатого сланца. В 1954 году коэффициент экстенсивной нагрузки на комбинате в Кохтла-Ярве составил 87,7 процента, а на комбинате «Кивиыли» — 95,2 процента.

Возвращаясь к таблице 8, можно, далее, заключить, что величина производительности генераторов по газу при росте содержания органического вещества в сланце не увеличивается. По данным опытных работ на комбинате «Кивиыли» производительность генераторов по газу при переработке богатого сланца хотя и возрастает, но весьма незначительно. При переработке более богатого сланца, судя по таблице 8, часовая производительность генератора по смоле не увеличивается или даже несколько падает в силу того, что выход смолы от сланца растет медленнее, чем снижается пропускная способность генератора. Это также говорит в пользу переработки в генераторах бедного сланца. Однако следует иметь в виду, что данные таблицы о производительности генераторов по смоле и, соответственно, о проценте выхода смолы от сланца не являются вполне достоверными ввиду большой неточности суточных итогов производства смолы, использованных при группировке.

Экспериментальные исследования не дают сколько-нибудь определенной картины зависимости выхода генераторной смолы из сланца от содержания в нем органического вещества. Так, во время опытной работы генераторов «Кивиыли» на богатом сланце в мае 1955 года имело место даже снижение процента выхода смолы в сравнении с результатами балансовых испытаний, проведенных в 1954 году на бедном сланце, с 12,15 процента до 11,84 процента, что может быть объяснено лишь неосвоенностью технологии переработки богатого сланца.

Следует считать закономерным, что при переработке в генераторах богатого сланца использование органического вещества, в сравнении с переработкой бедного сланца, ухудшается.

Однако, если даже исходить из того, что степень извлечения органического вещества из бедного и богатого сланца при переработке в генераторах одинакова, то результаты роста выхода смолы от богатого сланца будут в значительной степени уравновешены снижением пропускной способности генераторов, в результате чего их производительность по смоле возрастет незначительно.

Это будет иметь место даже в том случае, если снижение пропускной способности генераторов при работе на обогащенном сланце происходит в минимальном размере, о чем свидетельствуют приведенные выше сравнительные данные опытных работ на комбинате «Кивиыли».<sup>6</sup>

---

<sup>6</sup> Данные о темпе снижения пропускной способности генераторов при перегонке богатого сланца оценены как минимальные по той причине, что переработка сланца в генераторах во время опытных работ на богатом сланце была чрезмерно форсированной. Этим в большой степени объясняется имевший место низкий выход смолы от сланца.

Для подтверждения невозможности существенного увеличения производительности генераторов при перегонке богатого сланца произведен ориентировочный расчет (табл. 9).

Таблица 9

Ориентировочный расчет зависимости производительности генератора по смоле от содержания органического вещества в переработанном сланце

Содержание органического вещества в %	Пропускная способность по сланцу в тоннах	Выход смолы от сланца в %			Производительность генератора по смоле в тоннах		
		Варианты			Варианты		
		I	II	III	I	II	III
26	113,9	11,70	11,38	11,21	13,4	13,0	12,8
28	110,5	12,10	12,08	12,06	13,4	13,4	13,4
30	107,1	12,50	12,78	12,91	13,4	13,7	13,8
32	103,7	12,90	13,48	13,76	13,4	14,0	14,3
34	100,3	13,30	14,18	14,51	13,4	14,2	14,6
36	96,9	13,70	14,88	15,36	13,3	14,4	14,9
38	93,5	14,10	15,58	16,21	13,2	14,6	15,2

В качестве исходных данных о пропускной способности генераторов взято ее снижение по мере обогащения сырья в том же темпе, что и при опытных работах на комбинате «Кивийли» (рис. 5).

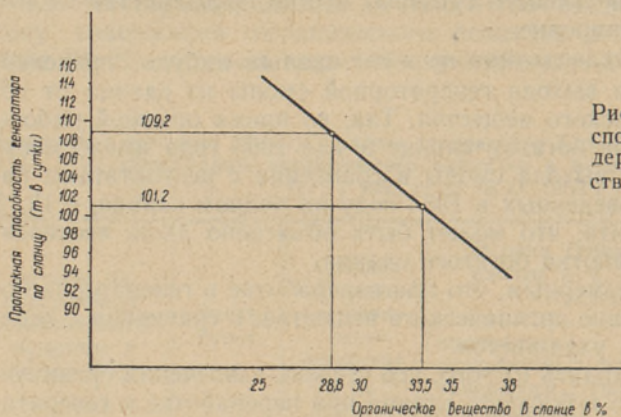


Рис. 5. Зависимость пропускной способности генератора от содержания органического вещества в технологическом сланце.

Выход смолы от сланца взят в трех вариантах:

- 1) обычный (рис. 6, линия I) — по предположению соответствующий обычным эксплуатационным условиям;
- 2) оптимальный (рис. 6, линия II) — при росте выхода смолы от сланца по мере его обогащения в темпе, имеющем место в лабораторных условиях;
- 3) предельный (рис. 6, линия III) — при равном извлечении органического вещества из богатого и бедного сланца.

Расчет показывает, что даже в условиях предельного, в генераторах практически неосуществимого повышения выхода смолы от сланца, рост содержания органической массы в сланце с 26 до 38 процентов, т. е. почти



наполовину (на 46 процентов), сопровождался бы увеличением производительности генераторов лишь на 19 процентов. Это значит, что на 1 процент увеличения содержания органической массы приходится в среднем 0,41 процента роста производительности генератора по смоле. Для туннельных печей этот показатель превышает 1,2 процента (табл. 5). Второй вариант расчета дает увеличение производительности генераторов в том же интервале на 12,5 процента в целом или 0,27 процента на один процент роста содержания органической массы. Первый, наиболее реальный вариант, вообще не обнаруживает роста выпуска продукции при переработке богатого сланца.

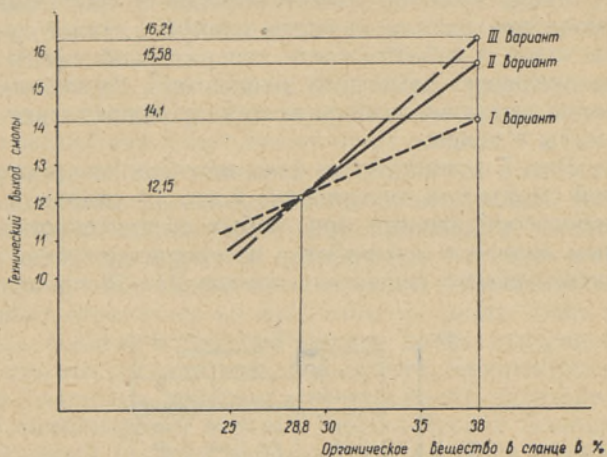


Рис. 6. Зависимость технического выхода генераторной смолы от содержания органического вещества в переработанном сланце.

Следовательно, если при переработке богатого сланца и имеет место возможность увеличения производительности генератора по смоле, то оно не может быть сколько-нибудь значительным, так как в итоге весь этот рост за календарный период будет сведен на нет худшим использованием генераторов во времени. С другой стороны, дальнейшее совершенствование и интенсификация работы генераторов на бедном сланце с доведением их пропускной способности по органическому веществу до такого же уровня, как при переработке богатого сланца, сделает работу генераторов на бедном сланце более производительной, чем на богатом.

Таким образом, говоря о важнейшей составляющей экономического эффекта — выпуске продукции, следует констатировать, что переработка богатого сланца в генераторах в этом отношении преимуществ не представляет.

### Зависимость себестоимости генераторной смолы от содержания органического вещества в перерабатываемом сланце

Первоначальная сравнительная оценка экономичности переработки в генераторах бедного и богатого сланца произведена в границах, близких к существующим условиям. Содержание органического вещества в бедном сланце принято равным 28,8 процента (аналогично условиям опытных работ в мае 1954 года) и в богатом — 33,5 процента (применительно к опытным работам мая 1955 года).

Расчет показывает, что переработка в шахтных генераторах сланца с содержанием органического вещества, превышающим 28,8 процента, не оказывается экономичнее. Следовательно оптимальная граница может лежать еще ниже.

Себестоимость генераторной смолы определена в широком интервале значений содержания органического вещества в сланце (от 25 до 38 про-

центов) и по той же методике, которая была применена для определения себестоимости смолы туннельных печей. Расчет произведен в трех вариантах, соответствующих трем вариантам зависимости выхода смолы и производительности генераторов от содержания органического вещества (табл. 9).

Результаты расчета представлены на рис. 7. Сырьевые затраты на тонну смолы, как показывает рисунок, являются минимальными в III варианте расчета при 28—30 процентах содержания органического вещества, во II варианте — при 27—28 процентах и в I варианте — при 26 процентах.

Ввиду незначительного изменения производительности генераторов по смоле при разном качестве сланца и малого удельного веса постоянных расходов в себестоимости генераторной смолы динамика этих расходов не оказывает заметного воздействия на экономический результат. Изменение сырьевой составляющей предопределяет изменение себестоимости смолы в целом.

Рис. 7 иллюстрирует факт неизбежного роста себестоимости генераторной смолы при переработке богатого сланца и убедительно говорит о ее нецелесообразности при любых обстоятельствах. Наиболее целесообразным является переработка в генераторах бедного сланца с содержанием органического вещества порядка 27—28 процентов.

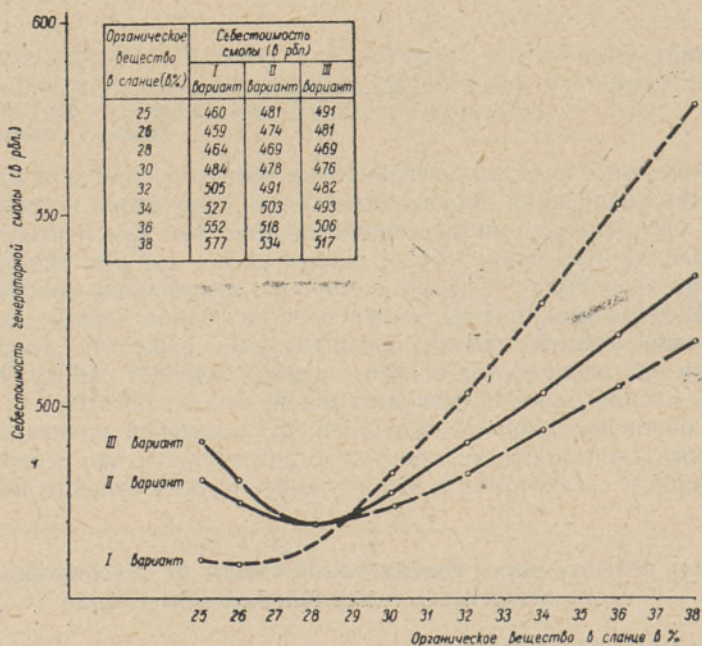


Рис. 7. Зависимость себестоимости генераторной смолы от содержания органического вещества в переработанном сланце.

Вместе с тем рисунок дает характеристику пределов, в которых может колебаться себестоимость смолы при переработке сланца с данным содержанием органического вещества. Он показывает, что даже при наиболее благоприятных для богатого сланца обстоятельствах (вариант III) увеличение содержания органического вещества с 30 до 36 процентов повышает себестоимость смолы на 26 руб. (т. е. на 5,5 процента). Еще более резко возрастает себестоимость в условиях II и I вариантов расчета.

Экономичность переработки бедного сланца в генераторах не опровергается и суммарным расчетом по смоле и газу на основе их теплотворной способности. Расчеты показывают, что при переработке бедного сланца себестоимость 1 миллиона ккал тепловой энергии была бы 30,90 руб., а при переработке богатого сланца 33 руб. или на 6,5 процента выше (содержание органического вещества, соответственно, 28,8 и 33,5 процента). Выводы о неэкономичности переработки в генераторах богатого сланца, полученные на основании изучения данных комбината «Кивиыли», действительные также для условий сланцеперерабатывающих комбинатов в городах Кохтла-Ярве и Сланцы, хотя оптимальное содержание органического вещества здесь может быть и несколько иным (разрабатываемая часть промпачки на шахтах треста «Эстонсланец» богаче органическим веществом, чем на шахте «Кивныли»).

В этой связи следует отметить, что основной фактор удорожания смолы, получаемой из богатого сланца, лежит за пределами сферы переработки сланца на этих предприятиях и не зависит от их работы.

Дело в том, что этим фактором, как указывалось, являются издержки обогащения сланца. Обогащение же сланца до определенного уровня, требуемого ГОСТ, входит в функции добывающей промышленности. Следовательно, то, что народное хозяйство теряет на переработке в генераторах богатого сланца, проявляется в неоправданном завышении себестоимости сланца на шахтах. Это может отразиться на себестоимости смолы лишь в том случае, если оценивать бедный и богатый сланец не по отпускной цене, а по себестоимости, как это сделано в данной работе. Неудивительно, что в настоящее время главными поборниками изыскания оптимального качества сланца для комбинатов в городах Кохтла-Ярве и Сланцы являются работники добывающей промышленности. Что касается комбината в Кохтла-Ярве, то его подход к указанному вопросу с народнохозяйственных позиций экономически не стимулируется существующим ГОСТ и отпускной ценой на сланец. При данной цене всегда прибыльнее перерабатывать сланец лучшего качества. Чтобы ликвидировать почву для узковедомственного отношения к выбору оптимального качества сланца, в ГОСТ следует предусмотреть дифференциацию допустимой калорийности сланца и установить в прејскурантах соответствующую шкалу цен. В этом случае богатый органическим веществом сланец использовался бы только там, где это экономически оправдано, а в генераторах с наибольшим эффектом перерабатывался бы бедный сланец.

Характерно, что сланцеперерабатывающий комбинат в городе Сланцы предпочитает перерабатывать в генераторах местный сланец, уступающий эстонскому по калорийности, но зато и более дешевый (отпускная цена на ленинградские сланцы по прејскуранту 1955 года установлена в 32,25 руб., а на эстонские — 50,15 руб.).

## Выводы

1. При установлении оптимального содержания органического вещества в технологическом сланце технико-экономические показатели добычи, обогащения и переработки сланца должны рассматриваться в комплексе с точки зрения конечных экономических результатов — объема производства продукции за календарный период и затрат на единицу продукции.

2. Производительность туннельных печей по смоле с обогащением перерабатываемого в них сланца повышается, причем не только за счет роста выхода смолы от сланца, но и благодаря увеличению пропускной способности печей по сланцу.

Производительность генераторов (по общему количеству выработанной смолы) при переработке бедного и богатого сланца следует считать примерно одинаковой, так как более высокий выход смолы сочетается при переработке богатого сланца с уменьшением пропускной способности и худшим использованием генераторов во времени.

3. Сырьевые затраты на тонну смолы при переработке богатого сланца всегда выше, чем при необогащенном сырье. Повышение себестоимости смолы за счет сырьевой составляющей может быть компенсировано лишь при условии соответствующего увеличения объема выпуска продукции и экономии постоянных затрат на тонну смолы.

Для компенсации увеличения затрат сырья при переработке богатого сланца необходим тем больший рост продукции, чем выше удельный вес сырьевой составляющей в себестоимости смолы, т. е. чем менее квалифицированной и глубокой является переработка сланца.

4. Наиболее рациональным уровнем содержания органического вещества в сланце, перерабатываемом в туннельных печах комбината «Кивийли», является 34 процента. При переработке сланца, обогащенного до этого уровня, имеет место рост производительности туннельных печей в сравнении с переработкой необогащенного сланца при минимальных затратах на тонну смолы.

5. Экономически оптимальной для шахтных генераторов комбината «Кивийли» является переработка бедного сланца со средним содержанием органического вещества в 27—28 процентов.

Переработка в генераторах богатого сланца экономически не целесообразна. Она не сопровождается или почти не сопровождается ростом выпуска смолы и приводит к ее значительному удорожанию.

6. Основные выводы настоящей работы об экономичности переработки обогащенного сланца в туннельных печах и бедного сланца — в генераторах комбината «Кивийли» относятся и к сланцеперерабатывающим комбинатам в городах Кохтла-Ярве и Сланцы. Однако оптимальное содержание органического вещества в сланце, перерабатываемом на этих комбинатах, может быть несколько отлично от установленного для комбината «Кивийли».

Переход на переработку бедного сланца в генераторах комбинатов в Сланцах и в Кохтла-Ярве требует пересмотра ГОСТ на сланец. Должна быть установлена градация сортов технологического сланца, различающихся по калорийности, и соответствующая шкала цен.

7. С точки зрения конечных экономических результатов использования сланца не вызывает сомнения целесообразность разработки всей промышленной пачки сланца, включая слой *F*, при отказе от тщательной породотборки в забое. Калорийность добываемого сланца будет в этом случае оптимальной для переработки в генераторах.

Содержание органического вещества в сланце для переработки в туннельных печах может быть доведено до оптимального уровня посредством обогащения на поверхности.

Экономический эффект перехода к указанной схеме добычи и переработки сланца выразится не только в снижении себестоимости смолы, но и в экономии капитальных вложений на тонну добываемого сланца и резком снижении его потерь.

# TUNNELAHJUDES JA ŠAHT-GENERAATORITES UTETAVA PÕLEVKIVI ÕKONOOMILISELT OPTIMAALSE ORGAANILISE AINE SISALDUSE MÄÄRAMINE

D. KUZNETSOV,

majandusteaduste kandidaat

I. KAGANOVITS, H. MIIL

*Resüme*

Uttepõlevkivi orgaanilise aine sisalduse määr avaldab märgatavat mõju utmise ökonoomilisusele. Orgaanilise aine poolest rikkam põlevkivi osutub esiteks tunduvalt kallimaks kui vähem orgaanilist ainet sisaldav põlevkivi. See kajastub otseselt utteproduktide omahinnas, kus kulutused toorainele — põlevkivile — on põhiliseks osaks. Teiselt poolt annab aga orgaanilise aine poolest rikkam põlevkivi rohkem peamist utteprodukti — õli. See omakorda tingib, vastupidi eeltoodule, utteproduktide omahinna alanemise. Ühtlasi tõuseb orgaanilise aine sisalduse poolest rikkama põlevkivi utmisel vastava agregaadid (tunnelahju) jõudlus.

Põlevkivi orgaanilise aine sisalduse optimaalne piir, mis utmisel annab kõige ökonoomsemad tulemusi, tuleb seega määrata komplekselt, arvesse võttes kõiki mõjuavaldavaid tegureid; esmajoones tuleb silmas pidada kulusid põlevkivi tootmisel, selle rikastamisel ühe või teise astmeni ja utmisel.

1954. ja 1955. aastal viidi mitmete teaduslike uurimisinstituutide, nende hulgas ka Eesti NSV Teaduste Akadeemia Keemia Instituudi ja Majanduse Instituudi, samuti „Kiviõli” kombinadi töötajate poolt kõnesoleva küsimuse lahendamiseks läbi katsed orgaanilise aine erineva sisaldusega põlevkivi utmiseks „Kiviõli” kombinadi tunnelahjudes ja šaht-generaatorites. Tehnilis-ökonoomiliste arvestuste aluseks, mille põhjal anti hinnang mitmesuguse orgaanilise aine sisaldusega põlevkivi utmise ökonoomilisusele, kasutati ka eelmistel aastatel „Kiviõli” kombinadis teostatud katsete andmeid, samuti rikkalikke andmeid „Kiviõli” ja „Kohtla-Järve” kombinatide aruannetest.

Lähtekohaks mitmesuguse orgaanilise aine sisaldusega põlevkivi utmise majandusliku efektiivsuse uurimisel on seose määramine põlevkivi orgaanilise aine sisalduse astme ja tema omahinna vahel. Arvestuste järgi kujuneb põlevkivi omahind erineva rikastamisastme juures järgnevalt (protsentides 31%-lise orgaanilise aine sisaldusega põlevkivi omahinnast): 31% — 100, 34% — 119, 36% — 134, 38% — 153. Põlevkivi kallinemine orgaanilise aine sisalduse tõusmisel on seotud peamiselt põlevkivi koguse (kontsentraadi) vähenemisega rikastamisel, samuti orgaanilise aine kadudega, mis on eriti suured kõrgemal rikastamisastmel.

Mitmesuguse orgaanilise aine sisaldusega põlevkivi utmise tehnilis-ökonoomilised näitajad on tunnelahjudes ja šaht-generaatorites erisugused. Tunnelahjudes tõuseb rikkama põlevkivi utmisel märgatavalt agregaadid õli-tootlikkus. See on tingitud niihästi õli tehnilise väljatuleku kõrgemast protsendist kui ka tunnelahjudes suuremast põlevkivi läbilaskevõimest. Seevastu on aga õlitootlikkus šaht-generaatorites nii orgaanilise aine poolest vaese kui ka rikka põlevkivi utmisel ligilähedalt ühel ja samal tasemel. See seletub asjaoluga, et šaht-generaatorite märgatavalt suurem põlevkivi läbilaskevõime orgaanilise aine poolest vaesema põlevkivi utmisel, samuti võimalus teatavas ulatuses vähendada agregaadid seisakuaegasid, kompenseerivad selle õlitoodangu suurenemise, mida põhjustab õli tehnilise väljatuleku kõrgem protsent orgaanilise aine poolest rikkama põlevkivi utmisel.

Samuti ei suurene oluliselt ka generaatorigaasi toodang orgaanilise aine poolest rikkama põlevkivi utmisel; selle kalorsus on ainult ebaoluliselt (2—3%) kõrgem kui orgaanilise aine poolest vaesema põlevkivi utmisel.

Tunnelahjudes on kõige ökonomisem utta 34%-lise orgaanilise aine sisaldusega põlevkivi. Õli omahind on sel juhul kõige madalam. Rohkem orgaanilist ainet sisaldava põlevkivi utmisel suurenevad kulutused toorainele juba sellises ulatuses, et seda ei kompenseeri enam õlitoodangu suurenemisega kaasnev püsivkulude alanemine.

Kombinaadi „Kiviõli” šaht-generaatorites utetava põlevkivi orgaanilise aine sisalduse optimaalne tase on aga märgatavalt madalam — 27 kuni 28%. Rohkem orgaanilist ainet sisaldava põlevkivi utmine šaht-generaatorites ei õigusta end majanduslikult. Näiteks tuleb šaht-generaatorites toodetud õli omahind 38% orgaanilist ainet sisaldava põlevkivi utmisel vähemalt 15% kõrgem kui 28% orgaanilist ainet sisaldava põlevkivi utmisel. Nimetatud suhe jääb kehtima ka siis, kui arvestada šaht-generaatori toodangut summaarselt gaasi ja õli kalorsuse alusel.

Kombinaadi „Kiviõli” tunnelahjude ja šaht-generaatorite töö alusel tehtud üldised järeldused orgaanilise aine poolest rikkama ja vaesema põlevkivi utmise ökonomika küsimustes on kehtivad ka „Kohtla-Järve” ja rajatava „Ahtme” kombinaadi kohta. Küll võib seal aga põlevkivi orgaanilise aine sisalduse täpne optimaalne piir olla mõnevõrra teistsugune.

Üleminek „Kohtla-Järve” kombinaadi generaatorites orgaanilise aine poolest vaesema põlevkivi utmisele nõuab praeguste põlevkivi GOCT-ide ja hindade põhjalikku muutmist. Põlevkivi hinnad tuleb diferentseerida vastavalt põlevkivi kalorsusele.

Vaesema põlevkivi tarbimine utmiseks šaht-generaatorites võimaldab võtta kasutusele seni maa alla jäetava põlevkivi F-kihi. Seega avaldub vastav majanduslik efekt mitte üksnes utmisproduktide omahinna alanemises, vaid ka praeguste suurte põlevkivikadude olulises vähenemises.

Eesti NSV Teaduste Akadeemia  
Majanduse Instituut

Saabus toimetusse  
29. III 1956

## DETERMINATION OF ECONOMICALLY OPTIMUM ORGANIC MATTER CONTENT OF OIL SHALES RETORTED IN TUNNEL OVENS AND SHAFT GENERATORS

D. KUZNETSOV, I. KAGANOVITSH, H. MIIL

### Summary

The degree of content of organic matter of retorted oil shale has a marked influence on the economy of distillation. A number of scientific research institutes, among them the Institute of Chemistry and the Institute of Economy of the Estonian SSR Academy of Sciences as well as some workers of the „Kiviõli” combine carried through experiments in assaying oil shale with a different content of organic matter in tunnel ovens and shaft generators of the „Kiviõli” combine. These experiments and the calculations made on their basis gave the following estimation of the economically optimum limit of organic matter content of retorted oil shale.

The cost price of the manufactured oil shale at different grades of concentration would be as follows: (in percentages from the cost price of oil shale containing 31% of organic matter) 31% — 100, 34% — 119, 36% — 134, 38% — 153. The higher cost price of oil shale richer in orga-

nic matter, when compared with the cost price of poorer oil shale, has a prevailing influence on the final result of calculations, the expenses for raw material — oil shale — being an important item of the cost price of distillation products.

The technical-economic statements on the retorting of oil shales with a different content of organic matter are different for oil shale retorted in tunnel ovens and in shaft generators.

In retorting richer oil shale in tunnel ovens the oil-yield of the aggregate rises markedly: in the first line there is a rise of the percentage of the technical oil-yield, but there is also a certain increase of the oil shale throughput capacity of the aggregate. On the contrary in shaft generators the oil-yield remains approximately on the same level: the percentage of technical oil-yield is higher when retorting richer oil shale, but this is compensated by a larger throughput of the poorer oil shale as well as by shorter stoppages of the aggregate. There is also no increase in the production of generator gas when retorting richer oil shale and its calorificity rises but inessentially (2—3%) higher than when retorting poorer oil shale.

On the basis of the carried out calculations it follows that the most economic way is to retort in tunnel ovens oil shales with a 34% content of organic matter, while the oil shale retorted in gas generators should contain 27—28% of organic matter (in conditions of the „Kiviõli” combine).

The above mentioned general conclusions are also valid for the „Kohtla-Järve” — as well as for the newly founded „Ahtme” combine, though it is possible that in the latter the exact optimum of organic matter content may be somewhat different.

The introduction of a distillation of poorer shales in the shaft generators of these combines requires a revision of the present prices and GOST's (standards of the USSR); oil shale prices should be differentiated according to oil shale calorificity.

*Academy of Sciences of the Estonian SSR,  
Institute of Economy*

Received  
March 29, 1956