

К. Л. ТЕННО

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОИЗВОДСТВА ИСКУССТВЕННОГО ЖИДКОГО ТОПЛИВА ИЗ ПРИБАЛТИЙСКИХ ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ

В рамках Всесоюзной целевой комплексной программы по созданию и освоению экономичных процессов и способов комплексной переработки канско-ачинского угля и других нефтяных видов горючих ископаемых в облагороженные твердые, жидкие, газообразные виды топлива и химическое сырье (далее — ЦКП) и Республиканской научно-технической программы по комплексному использованию горючих сланцев, в Институте экономики АН Эстонской ССР проведен ряд исследований экономически оптимального использования органического вещества прибалтийских горючих сланцев, в том числе по вопросу производства искусственного жидкого топлива (ИЖТ) при термической переработке прибалтийского сланца-кукерсита [1—3]. В настоящей статье дается краткая характеристика принципов, на которых основано проведение этих работ, анализируется проблема производства ИЖТ из прибалтийского сланца, исходя из специфики сланца-кукерсита и получаемой из него смолы, дается сравнительная прогнозная оценка производства ИЖТ из сланцевой смолы и альтернативных видов сырья, а также оценка сланцевой смолы как комплексного химико-топливного сырья.

Естественно, необходимость в такой ЦКП обусловлена напряженностью топливно-энергетического баланса, явлениями энергетического кризиса, повышением цен на мировом нефтяном рынке. В частности, после 1975 г., когда темпы роста добычи нефти в СССР стали снижаться, актуальность проблем производства жидкого топлива из углей и других видов твердых топлив, в том числе прибалтийских сланцев, повысилась.

Однако объем производства жидкой продукции из прибалтийских сланцев составляет всего около 0,1 % от объема добычи нефти в СССР и при реальных прогнозах развития этих отраслей не превысит в перспективе 0,3 %. Поэтому в наших работах сланцевая смола лишь условно рассматривается как ресурс жидкого топлива, поскольку фактически она является комплексным химико-топливным сырьем. В то же время в работах всесоюзных институтов все еще высказывается точка зрения, что развитие Прибалтийского сланцевого бассейна целесообразно форсировать в целях энерготехнологического использования горючего сланца [4, 5]. Даже при разработке данной ЦКП Всесоюзный научно-исследовательский институт комплексных топливно-энергетических проблем (ВНИИКТЭП) стремился показать, что при крупномасштабном развитии добычи и переработки прибалтийского сланца можно получить дешевое жидкое топливо, по затратам не уступающее нефтяному мазуту.

Поскольку сланцевая смола является комплексным химико-топливным сырьем, для ее экономического сравнения с другими видами жидкого сырья затраты на ее производство сопоставляются с затратами на добычу нефти и получение сырой каменноугольной смолы. Расчеты ведутся на 1 т нефтяного эквивалента (НЭ) (1 т НЭ = 1,4 т у. т.). Прямые затраты на сланцевую смолу рассчитаны применительно к усовершенствованным генераторам, сооружаемым в качестве основных агрегатов при реконструкции и техническом перевооружении сланцеперерабатывающей промышленности Прибалтики. Суммарные затраты на генераторный процесс распределяются между получаемыми смолой и газом пропорционально их теплосодержанию (81 % на смолу, 19 % на газ). Затраты на каменноугольную смолу рассчитаны в двух вариантах для прямой гидрогенизации канско-ачинского угля и для высокоскоростного пиролиза угля со сжиганием пиролизного газа на электростанции в составе энерготехнологического комплекса (ЭТК).

Следует отметить, что, во-первых, при подобных экономических сравнениях необходимы некоторые упрощения и, во-вторых, варианты рассматриваются в идеальных условиях. К тому же за исходное положение прогнозных расчетов принимается принцип неопределенности. Неопределенность в самом широком понятии проявляется в непредсказуемости природных и социально-экономических условий, направлений технического прогресса, а также иных внешних условий рассматриваемой системы.

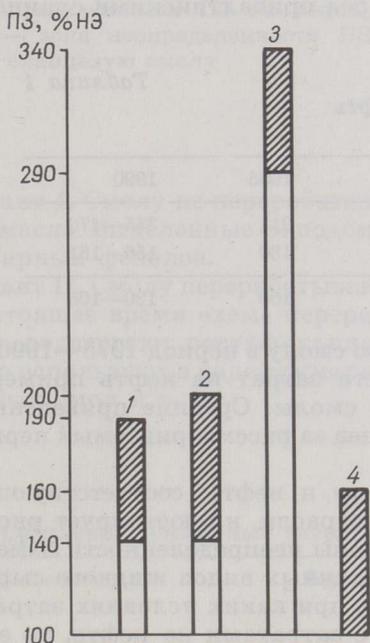


Рис. 1
 Диаграмма сравнительных приведенных затрат (ПЗ) на нефть (1), сланцевую смолу (2) и каменноугольную смолу, полученную при гидрогенизации (3) и высокоскоростном пиролизе в энерготехнологическом комплексе (4) угля Канско-Ачинского бассейна; заштрихованные части отражают неопределенность исходной информации

Неопределенность связана и с ошибками проектно-конструкторских работ, погрешностями и неточностью расчетов, другими случайными факторами. Все это приводит к неоднозначности, неустойчивости данных, используемых для технико-экономических расчетов и сравнительных оценок. Неопределенность параметров может быть выражена в виде вероятностных величин, а также интервалов варьирования этих параметров. В данной работе параметры задаются границами интервалов их возможного изменения.

Затраты на сланцевую смолу являются прежде всего функцией изменения затрат на сланец. Последние определяют исходя из прогноза

(сценария) развития сланцевого бассейна. Если форсированного роста добычи сланца не требуется, средние затраты на сланец возрастут меньше, чем при значительном росте добычи с переходом на новые участки бассейна.

Прогнозные затраты на добычу нефти тоже неопределенны. Несмотря на снижение темпов роста объема добычи в последние годы, затраты на добычу непрерывно растут. Повышение темпов развития отрасли было бы сопряжено с еще большим ростом затрат на разведку и подготовку запасов. Однако в результате принятия различных мер экономии нефтяного топлива, внедрения новых технологий и углубления переработки сырья возможно и некоторое удешевление нефти.

Наиболее неопределенны затраты на производство каменноугольной смолы, поскольку затраты на канско-ачинские угли по различным прогнозам весьма различны, а технологические и экономические параметры процессов переработки этих углей находятся в стадии опытной разработки и на практике не проверены.

На диаграмме сравнительных приведенных затрат (рис. 1) заштрихованные части отражают неопределенность исходной информации, учтенную согласно изложенным выше принципам. Видно, что наиболее дорогой вариант производства ИЖТ — это гидрогенизация угля. Затраты же на каменноугольную смолу, получаемую при высокоскоростном пиролизе угля в составе ЭТК, примерно одинаковы с затратами на сланцевую смолу. Поскольку ресурсы канско-ачинских углей и прибалтийских сланцев по масштабам не сравнимы, преимущество канско-ачинских углей как источника ИЖТ перед прибалтийскими сланцами бесспорно.

Таблица 1

Динамика приведенных затрат на нефть и сланцевую смолу, %

Показатель	1975	1980	1985	1990
Нефть	100	134	211	345—470
Сланцевая смола	100	115	130	156—161
То же, % к нефти	260	225	160	120—105

Динамика затрат на нефть и сланцевую смолу в период 1975—1990 гг. свидетельствует (табл. 1), что темп роста затрат на нефть примерно вдвое больше, чем в случае сланцевой смолы. Средние приведенные затраты на добычу прибалтийских сланцев за рассматриваемый период возрастут примерно в два раза.

Изменения затрат на сланцевую смолу и нефть, соответствующие принятым сценариям развития каждой отрасли, иллюстрирует рис. 2. Заштрихованные площади обозначают зоны неопределенности изменения приведенных затрат на 1 т НЭ для данных видов жидкого сырья. Общая часть этих площадей показывает, при каких условиях затраты на сланцевую смолу могут сравняться с затратами на нефть, то есть в каких условиях производство ИЖТ из прибалтийских сланцев равноэкономично с его получением из нефти. Несмотря на то, что рост затрат на нефть опережает рост затрат на сланцевую смолу, эти производства равноэкономичны в очень ограниченных условиях: когда верхняя граница развития Прибалтийского сланцевого бассейна по размеру добычи сланца находится на уровне примерно 40 млн. т в год. Этим наглядно подтверждается нецелесообразность крупномасштабного развития Прибалтийского сланцевого бассейна в целях производства жидкого топлива для большой энергетики (энерготехнологии).

Всесторонняя экономическая оценка сланцевой смолы как комплексного сырья и выбор эффективных направлений ее использования воз-

можны, строго говоря, лишь в случае использования метода математического моделирования взаимосвязанной системы по цепочке производство—потребление, причем в систему должны быть включены альтернативные виды сырья, сопряженные производства и т. д. Для таких расчетов в настоящее время отсутствует единая информационная база.

В качестве упрощенного подхода для решения проблемы проведены варианты расчеты. Альтернативные варианты сформированы в виде расчетных комплексов, рассчитанных на равный объем переработки сланца и включающих полукоксование сланца (в генераторах) и переработку смолы с варьированием глубины вторичных процессов, соотношения доли топливной и химической продукции, направлений использования получаемых фенолов и т. д. Рассмотрено три варианта.

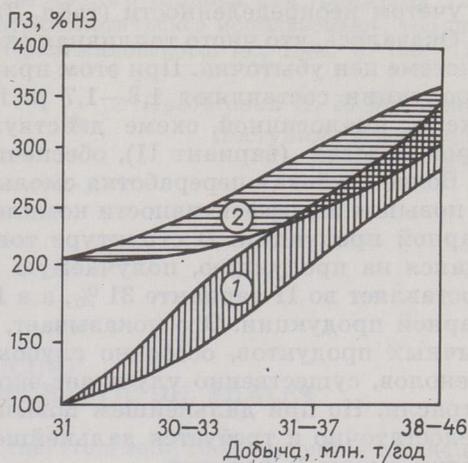


Рис. 2

Изменение приведенных затрат (ПЗ) на жидкое топливо по сценариям развития Прибалтийского сланцевого бассейна: 1 — зона неопределенности ПЗ на нефть; 2 — зона неопределенности ПЗ на сланцевую смолу

Вариант I. Смолу не перерабатывают, а используют в качестве топливного масла. Выделенные из подсмольной воды фенолы реализуют в виде суммарных фенолов.

Вариант II. Смолу перерабатывают по схеме, аналогичной действующей в настоящее время схеме переработки. Водорастворимые фенолы частично подвергают ректификации для выделения узких фракций, частично используют в виде суммарных фенолов для выработки дубителей, клеевых смол и т. д.

Таблица 2

Сравнение суммарных затрат по вариантам

Показатель	Вариант I	Вариант II, % к варианту I	Вариант III, % к варианту II
Сырье-сланец	100	100	100
Затраты на переработку	100	210—208	113—115
Себестоимость	100	132—124	107—105
Капитальные вложения	100	146—134	110—107
Приведенные затраты	100	131—124	107—105
Товарная продукция	100	205	118
Годовая прибыль	Нет	100	139—157
Прибыль на 1 р. капитальных вложений	Нет	100	130—150
Приведенные затраты на 1 р. товарной продукции	100	61—59	91—89

Вариант III. Смолу в полном объеме подвергают дистилляции. Выделенные фракции используют в качестве химических продуктов или для дальнейшей переработки. Только ту часть смолы, которая непригодна для дальнейшей переработки, реализуют в виде топливного масла. Фенолы подвергают четкой ректификации с дальнейшей переработкой узких фракций. Схему завершает выработка на базе 5-метилрезорцина комплекса модификаторов шинных резин.

Варианты сравнивают по суммарным затратам, рассчитанным как сквозные по технологической цепочке без попередельного распределения между продуктами. Этим устраняются ошибки и неточности, вызванные недостатками различных методов калькулирования себестоимости продукции при комплексных производствах. Расчеты проведены с учетом неопределенности (табл. 2).

Оказалось, что чисто топливная схема (вариант I) при существующей системе цен убыточна. При этом приведенные затраты на 1 р. товарной продукции составляют 1,3—1,7 р. Переработка смолы и фенолов по схеме, аналогичной схеме действующего сланцеперерабатывающего производства (вариант II), обеспечивает прибыльность производства.

Более глубокая переработка смолы и фенолов (вариант III) приведет к повышению эффективности комплекса и снижению затрат на 1 р. товарной продукции. В структуре товарной продукции доля, приходящаяся на продукцию, получаемую непосредственно на базе фенолов, составляет во II варианте 31 %, а в III варианте 42 % от стоимости товарной продукции. Это показывает, что химическая переработка первичных продуктов, особенно глубокая переработка водорастворимых фенолов, существенно улучшает экономику сланцеперерабатывающей отрасли. Но при дальнейшем повышении затрат на сланец этого уже недостаточно и требуется дальнейшее углубление химической переработки смолы и фенолов.

Проведенный анализ позволяет заключить, что небольшие ресурсы прибалтийских сланцев и экономическая убыточность их переработки по чисто топливной схеме не позволяют рассчитывать на крупномасштабное производство из них жидкого топлива. Его получение из прибалтийских сланцев в рамках комплексной химико-топливной схемы переработки смолы может иметь лишь местное значение.

Напротив, химическая продукция из сланцевой смолы и фенолов занимает важное место на общесоюзном рынке. За счет водорастворимых фенолов существенно покрывается общесоюзная потребность в данном виде продукции. Сланцевый 5-метилрезорцин заменяет дорогостоящий дефицитный синтетический резорцин во многих областях использования. Химическая переработка смолы обеспечивает рентабельность схемы, причем углубление химической переработки смолы и фенолов приводит к повышению эффективности комплекса. Поэтому проблемы переработки прибалтийских сланцев не замыкаются на производстве жидкого топлива, а должны решаться в первую очередь с точки зрения расширения сырьевой базы сланцехимии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Барабанер Н., Тенно К. Направления развития сланцевой промышленности Эстонской ССР // Горючие сланцы. 1984. Т. 1. № 1. С. 51—57.
2. Тенно К. Сравнительная экономическая оценка разрабатываемых процессов термической переработки сланца // Там же. № 3. С. 307—312.
3. Тенно К. Экономическая оценка производства жидкого топлива и химической продукции из прибалтийских сланцев // Анализ экономических и экологических систем. Таллин, 1986. С. 74—89.
4. Тягунов Б. И., Стельмах Г. П., Чукул В. И. и др. Современное состояние и перспективы использования горючих сланцев в энергетике и технологии // Химия тв. топлива. 1982. № 3. С. 26—34.
5. Тягунов Б. И., Чукул В. И., Петров М. С. Использование продуктов переработки горючих сланцев в качестве чистого топлива для городских ТЭЦ европейской части СССР // Энерготехнологическое использование топлив: Сб. науч. тр. / ЭНИН им. Г. М. Кржижановского. М., 1984. С. 103—110.

Представил И. З. Каганович

Институт экономики
Академии наук Эстонской ССР
г. Таллин

Поступила в редакцию
10.07.1987

K. L. TENNO

ECONOMIC ESTIMATION OF PRODUCING SYNTHETIC LIQUID FUEL FROM THE BALTIC OIL SHALES

Problems of producing synthetic liquid fuel from solid fuels, including oil shales, are, first of all, associated with an intensive fuel-power balance and price fluctuations on the world oil market. However, due to the low resources of the Baltic shales as well as their specific composition, the oil produced from them cannot serve as a resource of liquid fuel. It is considered a complex chemical-fuel raw material. Therefore, economic comparisons with the other fuel types are carried out calculating on 1 t of oil equivalent.

In calculations uncertain economic-technical conditions are taken into account. Calculations showed that shale oil expenses are comparable with those for oil only in a narrow range of development of the Baltic oil-shale basin: oil shale production should not exceed 40 million tons of shale a year.

For economic estimation of shale oil as a complex chemical-fuel raw material calculations have been performed according to variants. They demonstrate that only chemical processing of shale oil and phenols guarantees the profitability of shale processing, but extension of raw material chemical processing leads to an increase in the economic efficiency of the whole complex.

Academy of Sciences of the Estonian SSR,
Institute of Economics
Tallinn