

<https://doi.org/10.3176/hum.soc.sci.1973.3.03>

Н. БАРАБАНЕР

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ОПТИМАЛЬНОГО КАЧЕСТВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СЛАНЦА

Современный этап развития народного хозяйства характеризуется интенсивным расходом природных ресурсов. В связи с напряженным топливным балансом и возрастающим спросом на топливно-химическое сырье вопрос рационального его использования приобретает особую актуальность.

В топливном балансе Северо-Запада страны существенная роль принадлежит горючему сланцу. Высокая доля сырьевых затрат в общей сумме издержек на термическую переработку сланца определяет важность улучшения технико-экономических характеристик добычи и обогащения сланца для повышения рентабельности его переработки. Поэтому проблема выбора оптимального качества в сланцевой промышленности дискутируется на протяжении всей истории ее существования [1-5].

Термической переработке может быть подвергнут сланец различной теплоты сгорания, которая служит основным показателем его качества. Механическое обогащение сланца позволяет удовлетворить практически любые требования потребителей. Однако повышение теплоты сгорания сопровождается ростом потерь сланца с отходами обогащения, поэтому требования к качеству сланцевого сырья должны согласовываться с задачей экономически целесообразного его использования.

В Институте экономики АН Эстонской ССР выполнены расчеты по определению оптимальной степени механического обогащения сланца применительно к технологическим особенностям сланцеперерабатывающего агрегата. В настоящей статье излагаются основные принципы и результаты расчетов оптимального качества сланца для тех из них, которые считаются перспективными: шахтных генераторов мощностью 1000 т сланца и установок с твердым теплоносителем (УТТ) мощностью 3000 т сланца в сутки.

Условия добычи, обогащения и переработки сланца оказывают разностороннее воздействие на уровень оптимального качества, которое в конечном счете проявляется в экономических результатах данного комплекса производств. В связи с этим в основу определения оптимального качества сланца положен принцип суммарного учета приведенных затрат этого комплекса, включая транспорт. В качестве критерия оптимальности качества технологического сланца принят минимум этих затрат на единицу продукции комплекса, в данном случае — на гигакалорию тепла в продуктах термического разложения сланца.

Текущие и капитальные затраты на добычу и обогащение сланца различной теплоты сгорания исчислены на основе выведенных в результате опытных работ на шахте «Виру» треста «Эстонсланец» зависимостей выхода концентрата, а также количества и калорийности породных остатков от степени обогащения сланца в тяжелых средах [6].

Для исчисления затрат на термическую переработку сланца различной степени обогащения проанализирована зависимость показателей технологического процесса от качества сырья. Теплота сгорания влияет на выпуск продуктов переработки как непосредственно, так и косвенно, через другие технологические параметры: химический к. п. д. процесса и производительность агрегата по сырью. Характер этого влияния, однако, исследован недостаточно. Относительно пропускной способности агрегатов по сырью

сложилось определенное представление, согласно которому процесс переработки обогащенного сланца протекает медленнее, чем необогащенного. По поводу химического к. п. д. мнения весьма противоречивы: по одним данным, с повышением теплоты сгорания химический к. п. д. растет [7], по другим — падает, по третьим — не зависит от качества сырья [2, 8].

В нашей методике сделана попытка учесть существенную неопределенность исходной информации, т. е. всю совокупность имеющихся данных о характере влияния качества сырья на технологические параметры переработки. Этот подход основан на варьировании их значений в широких пределах, что позволяет установить границы, в которых может заключаться оптимальная теплота сгорания сырья с учетом различных тенденций изменения показателей переработки в зависимости от степени его обогащения. Величины прироста химического к. п. д. и производительности агрегата по сланцу на каждые дополнительные 100 ккал/кг теплоты сгорания задаются тремя значениями, одно из которых получено путем обработки экспериментальных данных или соответствует сложившимся представлениям, а два других предназначены для оценки устойчивости результатов расчета.

На основании анализа взаимосвязей между качеством сланца и показателями его добычи, обогащения и переработки построена математическая модель в виде функциональной зависимости приведенных затрат на единицу конечной продукции производственного комплекса от качества технологического сланца:

$$Z = \alpha(Q, r) \left[\frac{S_g \lambda + S_o m + \Gamma \lambda}{\gamma_k(Q)} + S_T + e + Y_q(Q, l) + f \omega(Q) \right] + B + \alpha(Q, r) E \left[\frac{K_g \lambda + K_o m}{\gamma_k(Q)} + K_a q(Q, l) \right] + EK_r, \quad (1)$$

где

$$\alpha = \frac{1000}{\eta Q (1 - W^p)}; \quad (2)$$

$$\gamma_k = \frac{Q_r - Q_m \gamma_m + Q_n \gamma_n - Q_p}{Q_k - Q_p}; \quad (3)$$

$$\eta = \eta_{ст.} + 0,01r(Q - Q_{ст.}); \quad (4)$$

$$П = П_{ст.} + 0,01l(Q - Q_{ст.}). \quad (5)$$

Условные обозначения: Z — приведенные затраты на добычу, обогащение, геологическую разведку, транспорт и переработку сланца, руб/Гкал; α — удельный расход сланца фактической влажности на единицу тепла в продуктах переработки т/Гкал; S_g , S_o и Γ — текущие затраты соответственно на добычу, обогащение и геологоразведку на 1 т горной массы, руб.; λ и m — приходящаяся на технологический сланец доля затрат, соответственно, на его добычу и обогащение; γ_k и γ_m — соответственно выход технологического сланца и мелочи на 1 т горной массы; W^p — относительная влажность рабочего сланца; Q — высшая теплота сгорания сухого сланца, ккал/кг; Q_r , Q_m и Q_p — соответственно высшая теплота сгорания горной массы, мелочи и породы, ккал/кг; η — химический к. п. д. процесса; $П$ — суточная пропускная способность агрегата по рабочему сланцу, т; r — изменение значения к. п. д. (рост +; падение —) на каждые 100 ккал/кг повышения теплоты сгорания сланца; l — снижение суточной пропускной способности агрегата по сырью на каждые 100 ккал/кг повышения теплоты сгорания сланца, т; S_T — транспортные расходы на 1 т сланца, руб.; e — удельные затраты на переработку сланца, пропорциональные количеству сырья, руб/т; B — удельные затраты на переработку сланца, пропорциональные количеству продукции, руб/Гкал; y — условно-постоянные расходы на 1 т стандартного сланца, руб.; q — отношение производительности агрегата по стандартному сланцу к его производительности по сланцу рассматриваемого качества; f — затраты на вывоз 1 т золы ф

отвал автотранспортом, руб.; ω — дополнительное количество золы на 1 т рассматриваемого сланца по сравнению с стандартным, т; K_g и K_o — соответственно капитальные затраты на добычу и обогащение на 1 т горной массы, руб.; K_a — удельные капитальные затраты на сланцеподачу, термическое разложение и золоудаление, руб/т; K_r — удельные капитальные затраты на конденсацию, руб/Гкал; E — коэффициент эффективности капитальных вложений, равный 0,12. Индекс ст. обозначает стандартное качество.

Таким образом, в выражении (1) две группы затрат, зависящих от качества сланца и технологических параметров переработки: текущие $C(Q, r, l)$ и капитальные $EK(Q, r, l)$. Текущие затраты включают стоимость сырья (с геологоразведочными работами), затраты на транспортировку и термическую переработку. Последние складываются из затрат, пропорциональных количеству сланца (энергетические затраты, заработная плата и амортизационные отчисления, связанные непосредственно с переработкой сланца),

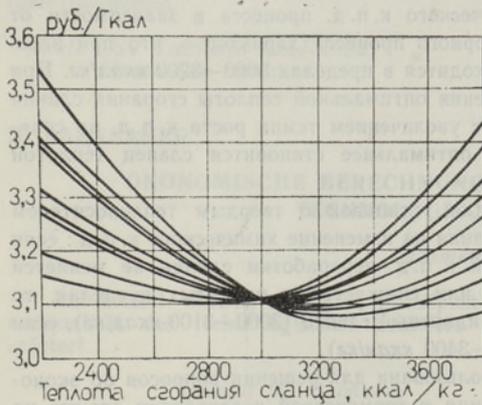


Рис. 1. Приведенные затраты на единицу продукции переработки сланца в УТТ-3000 в зависимости от их производительности по сырью, химического к.п.д. и теплоты сгорания.

условно-постоянных расходов, дополнительных расходов на удаление золы (при переработке низкокалорийного сланца) и затрат, пропорциональных количеству продукции (на конденсацию и очистку первичных продуктов переработки сланца). В группу капитальных входят затраты на добычу и обогащение сланца, перерабатывающие агрегаты и конденсационную аппаратуру.

Для достижения сопоставимости вариантов все затраты исчислены на заданный объем продуктов термического разложения сланца.

Экономическая оценка добычи и переработки сланца различной степени обогащения выполнена на основании анализа результатов решения задачи оптимизации качества сланца по изложенной методике. Значение функции (1) зависит от теплоты сгорания сланца, химического к.п.д. процесса и производительности агрегата по сырью. Для каждого агрегата рассчитано необходимое количество вариантов технологического режима с соответствующими параметрами. Вариант с минимальным значением приведенных затрат фиксируется как оптимальный (см. рис. 1).

В связи с варьированием технологических параметров переработки, вызванным неопределенностью исходной информации, результаты решения задачи на минимум

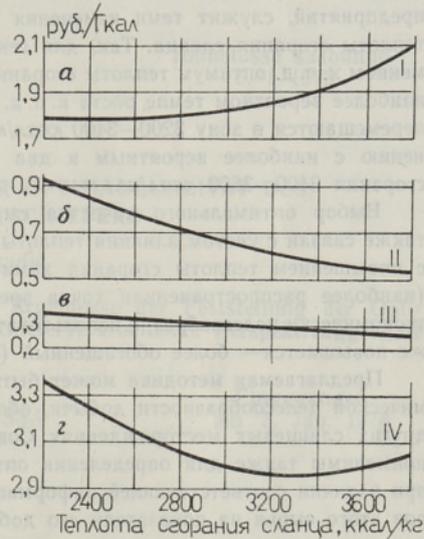


Рис. 2. Приведенные затраты на добычу, обогащение и переработку сланца в 1000-тонных генераторах на единицу тепла в продуктах переработки: а — текущие и капитальные затраты на добычу; б — текущие затраты на переработку; в — капитальные затраты на переработку; г — приведенные затраты на добычу, обогащение и переработку.

функции (1) выражаются не точкой, а интервалом значений теплоты сгорания сланца, в пределах которого они равноэкономичны.

Значения оптимальной теплоты сгорания сланца колеблются в зависимости от заданных условий ее влияния на технологические параметры переработки в пределах 3000—3600 ккал/кг для генераторного процесса и 3000—3400 ккал/кг для процесса с твердым теплоносителем. При наиболее вероятных показателях оптимальным для генераторов оказывается сланец теплотой сгорания 3200—3400 ккал/кг, для установок с твердым теплоносителем — 3000—3100 ккал/кг.

На рис. 2 показано изменение затрат в зависимости от теплоты сгорания перерабатываемого сырья при наиболее вероятных технологических параметрах генераторного процесса. Результирующая кривая приведенных затрат в границах оптимальной зоны (линия IV) весьма полого, что подтверждает вывод о равной экономичности использования сланца в этом интервале значений теплоты его сгорания. По результатам анализа основным фактором, опосредующим влияние качества сланца на экономические показатели производственного комплекса в составе добывающих и перерабатывающих предприятий, служит темп изменения химического к. п. д. процесса в зависимости от теплоты сгорания сланца. Так, для генераторного процесса характерно, что при неизменном к. п. д. оптимум теплоты сгорания находится в пределах 3000—3200 ккал/кг. При наиболее вероятном темпе роста к. п. д. значения оптимальной теплоты сгорания сланца перемещаются в зону 3200—3400 ккал/кг, а с увеличением темпа роста к. п. д. по сравнению с наиболее вероятным в два раза оптимальнее становится сланец теплотой сгорания 3400—3600 ккал/кг.

Выбор оптимального качества сырья для установок с твердым теплоносителем также связан с учетом влияния теплоты сгорания на изменение химического к. п. д.: если с повышением теплоты сгорания химический к. п. д. переработки сланца не меняется (наиболее распространенная точка зрения) или снижается в принятых пределах, то экономически целесообразно использовать стандартный сланец (3000—3100 ккал/кг), если же повышается — более обогащенный (3200—3400 ккал/кг).

Предлагаемая методика может быть использована для решения вопросов об экономической целесообразности добычи, обогащения и термической переработки сланца на других сланцевых месторождениях Советского Союза. Основные положения методики применимы также для определения оптимального качества иного минерального сырья при наличии соответствующей информации о влиянии изменения качественных параметров этого сырья на показатели его добычи и использования.

ЛИТЕРАТУРА

1. И. З. Каганович, Сравнительная экономическая оценка переработки в камерных печах сланца различной теплотворной способности. Горючие сланцы, 1961, 4.
2. И. З. Каганович, Д. Т. Кузнецов, Х. Р. Мийль, Результаты работы по определению оптимальной теплотворной способности технологического сланца с точки зрения его добычи и переработки. В кн.: Сборник материалов конференции по итогам развития сланцедобывающей промышленности Эстонской ССР за 1958—1959 гг. и перспективам дальнейшего технического прогресса. Йыхви, 1961.
3. Р. Х. Мийль, Выбор оптимального содержания органического вещества в сланце для шахтных генераторов. В кн.: Вопросы техники и экономики промышленного полукочкования горючих сланцев. Л., 1957.
4. В. В. Шелоумов, К вопросу о выборе качества сланца для сланцевых газогенераторов. В кн.: Химия и технология горючих сланцев и продуктов их переработки, вып. 9. Л., 1960.
5. В. А. Жуков, Р. Г. Осина, О методике установления оптимального содержания органического вещества в технологическом сланце. В кн.: Труды ЛИЭИ им. П. Тольятти. Химия и химические производства, вып. 9, Изд. Ленинградского университета, 1955.
6. Н. Барабанер, Зависимость себестоимости сланца от степени его обогащения. Горючие сланцы, 1972, 2.
7. В. Ефимов, Э. Пийк, О выходе смолы и химическом к. п. д. процесса в зависимости от качества перерабатываемого в газогенераторах сланца. Горючие сланцы, 1972, 4.

8. М. Я. Губергриц, А. А. Мильк, Л. П. Паальме, Результаты балансовых испытаний шахтных генераторов системы «Кивийли». В кн.: Вопросы техники и экономики промышленного полукоксования горючих сланцев. Л., 1957.

*Институт экономики
Академии наук Эстонской ССР*

Поступила в редакцию
5/1 1973

N. BARABANER

**TEHNOLOGILISE PÕLEVKIVI OPTIMAALSE KVALITEEDI
MAJANDUSLIK HINDAMINE**

Resüme

Artiklis esitatakse põlevkivi optimaalse kvaliteedi määramise põhiprintsiibid põlevkivi töötlemiseks perspektiivsetes agregaatides ja kasutatud meetodika põhjal tehtud arvutuste tulemused.

*Eesti NSV Teaduste Akadeemia
Majanduse Instituut*

Toimetusse saabunud
5. I 1973

N. BARABANER

**ÖKONOMISCHE BERECHNUNG DER OPTIMALQUALITÄT DES
TECHNOLOGISCHEN SCHIEFERS**

Zusammenfassung

Im Artikel werden die Hauptprinzipien und Ergebnisse der Feststellung der Optimalqualität des technologischen Schiefers für schieferverarbeitende Perspektivaggregate erörtert.

*Institut für Ökonomie
der Akademie der Wissenschaften der Estnischen SSR*

Eingegangen
am 5. Jan. 1973