Ордена Октябрьской Революции и ордена Трудового Красного Знамени
ИНСТИТУТ ГОРНОГО ДЕЛА
имени
А. А. Скочинского

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОГНОЗИРОВАНИЮ РАЗВИТИЯ СЛАНЦЕДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

МОСКВА
1984

gost.e-ecolog.ru

Министерство угольной промышленности СССР
Академия наук СССР
Ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени
Институт горного дела им. А. А. Скочинского
Эстонский филиал

Утверждены
заместителем начальника
производственно-технологического
управления Западуголь
Минуглепрома СССР
А. П. Петровым
29 февраля 1984 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОГНОЗИРОВАНИЮ РАЗВИТИЯ СЛАНЦЕДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ



Москва
1984

УДК 622.337.2"313"(047.3)

"Методические указания по прогнозированию развития сланцедобывающей промышленности" предназначены для выполнения прогнозных оценок в стадии технико-экономического обоснования (ТЭО) освоения новых месторождений или новых участков освоенных бассейнов горючих сланцев (разделы 1 и 2), а также в стадии разработки Генеральной схемы развития и размещения сланцевой промышленности в освоенном бассейне (разделы 3 и 4). Выполнение прогнозных оценок предполагает широкое применение для расчетов пакетов программ, введенных в действие в Эстонском филиале ИГД им. А.А.Скочинского и ИВЦ ПО "Эстонсланец". В связи с этим приложены соответствующие инструктивные материалы.

"Методические указания" могут быть использованы специалистами научных и проектных институтов, тематических партий геологоразведочных организаций, главными специалистами экономических и технических служб производственных объединений, а также аспирантами и студентами горных и горно-экономических специальностей.

"Методические указания" разработаны к.т.н. Э.Я.Рейноалу. В работе принимали участие к.э.н. Г.Н.Тишкина, инж. С.Н.Кузнецова, инж. Х.И.Сито, математики-программисты О.В.Пихква, М.И.Сарв и Н.Ф.Шилняева.

© Институт горного дела им. А. А. Скочинского (ИГД им. А. А. Скочинского), 1984

I. Оценка перспективности месторождений горючих сланцев

I.I. Перспективность (народнохозяйственная ценность, общественная полезность) месторождений горючих сланцев зависит от трех факторов: экономико-географических условий бассейна, горно-геологических условий эксплуатации месторождений, качества горючих сланцев.

I.2. Экономико-географические условия бассейна горючих сланцев оцениваются по плотности населения, замыкающим затратам на твердое топливо и общим геологическим запасам горючих сланцев в данном экономическом районе.

I.3. Горно-геологические условия эксплуатации сланцевых месторождений характеризуются основными показателями - глубиной залегания и мощностью пластов сланца - и дополнительными - условиями залегания пластов (угол падения и его изменчивость), устойчивостью вмещающих пород (в первую очередь непосредственной кровли), газоносностью, обводненностью и нарушенностью массива горных пород.

I.4. Основными показателями качества горючих сланцев являются удельная теплота сгорания, выход смолы и содержание общей серы.

I.5. Характеристики экономико-географических и горно-геологических условий месторождений и показатели качества горючих сланцев позволяют выполнять относительную оценку: ранжировать месторождения или сравнивать их с промышленно освоенными районами сланцевых бассейнов. Для этого в табл. I.I приводятся оценочные баллы по всем перечисленным в пп. I,2-I.4 характеристикам и показателям.

I.6. При разбросе значений показателей более 30% и при наличии отрицательно действующих дополнительных характеристик горно-геологических условий (см. п. I.3) следует снизить оценку на один балл.

Таблица I.I

Оценочные баллы перспективности сланцевых месторождений

Факторы перспективности	Показатели	Оценочные баллы				
		I	2	3	4	5
Экономико-географические условия	Плотность населения, чел/км^2	Менее 2 Более 200	2-2,5 I00-200	2,6-4 50-99	4,I-I2 26-49	I3-25
	Замыкающие затраты, руб/т	Менее I6	I7-2I	22-26	27-32	Более 33
	Общие геологические запасы, млрд.т	Менее I	I-2,5	2,6-6	7-20	Более 20
Горно-геологические условия	Отношение глубины залегания пласта к его вынимаемой мощности, м/м	Более I000	I00-I000	I0-I00	I-I0	Менее I
Качество сланца	Удельная теплота сгорания: МДж/кг ккал/кг	Менее 5 Менее I200	5-7,5 I200-I790	7,6-I0 I800-2390	I0,I-I2,5 2400-3000	Более I2,5 Более 3000
	Выход смолы, %	Менее 5	5-I0	II-I5	I6-20	Более 20
	Содержание общей серы, %	Более I5	I2-I5	9-II	6-8	Менее 6

Примечания: I. Удельная теплота сгорания определяется с помощью калориметрической бомбы и пересчитывается на сухую массу, выход смолы - по Фишеру (в пересчете на сухую массу); содержание общей серы выражается в процентах от условно горящей массы (с вычетом из сухой массы золы и углекислоты карбонатов). 2. Замыкающие затраты приведены в табл. УI.I [I], при необходимости шкалу следует откорректировать.

I.7. Ранг месторождения определяется по среднему арифметическому баллу, отдельно по факторам перспективности или суммарно. Качественная оценка отдельных факторов перспективности или месторождения в целом выполняется по следующей шкале:

Средний балл	Качественная оценка
I-I,5	Неблагоприятные горно-геологические условия, низкое качество сланца
I,5-3,5	Средние горно-геологические условия, среднее качество сланца
3,5-5	Благоприятные горно-геологические условия, высокое качество сланца

2. Оценка уровня приведенных затрат на добычу горючих сланцев

2.I. Оценка уровня приведенных затрат на добычу сланца выполняется по проекту-аналогу, которым может служить проект или технико-экономическое обоснование (ТЭО) строительства сланцевой или угольной шахты (разреза) в аналогичных или близких горно-геологических условиях. Выполнять оценку по параметрам действующего предприятия-аналога не рекомендуется.

2.2. При выборе проекта-аналога следует учесть изменения во времени в стоимости строительно-монтажных работ (СМР) и оборудования. При разнице во времени между оценкой и утверждением проекта-аналога (освоением проектной мощности предприятием-аналогом) больше одного года необходимо внести в суммы капиталовложений и амортизационных отчислений соответствующие поправки. Поправочный коэффициент определяется по формуле

$$K_{вр} = (1 + K_t)^t,$$

где K_t – коэффициент изменения стоимости СМР и оборудования; для очистного оборудования K_t составляет 0,05, для проходческого – 0,025, для транспортного – 0,02 [2];

t – разница во времени между моментами утверждения проекта-аналога и выполнения оценки в годах (целое число).

Для проектов и ТЭО сланцевых шахт, выполненных с I976 по I98I г., K_t = 0,I8.

В целях повышения точности оценки в качестве проекта-аналога следует выбирать самые современные проекты и ТЭО.

2.3. Оценка производственной себестоимости C (руб/м^3) выполняется по формуле

$$C = \left(\frac{H}{H_a}\right)^{0,1} \left(\frac{h_a}{h}\right)^{0,65} \left(\frac{D_a}{D}\right)^{0,08} \left(\frac{\tau_a}{\tau}\right)^{0,05} C_a ,$$

где H и H_a – глубина залегания пласта соответственно для оцениваемого предприятия и для проекта-аналога, м;

h и h_a – вынимаемая мощность пласта соответственно для оцениваемого предприятия и для проекта-аналога, м;

D и D_a – годовой объем добычи по горной массе (в массиве) соответственно для оцениваемого предприятия и проекта-аналога, млн.м^3;

τ и τ_a – годы работы оцениваемого предприятия и предприятия-аналога с момента освоения проектной мощности; если сравниваются проект и проект-аналог, то

$$\tau = \tau_a = 1 \quad \text{и} \quad (\tau_a/\tau)^{0,05} = 1;$$

C_a – себестоимость добычи горной массы (рядового сланца или угля) по проекту-аналогу с учетом поправочного коэффициента $K_{бр}$ на амортизационные отчисления, руб/м^3.

При определении D, D_a и C_a замена кубических метров тоннами допустима, однако это приводит к снижению точности результата, выражающегося в этом случае в рублях на тонну сланца. При наличии нескольких промышленных пластов принимается среднее арифметическое значение их вынимаемой мощности.

2.4. Оценка удельных капитальных вложений $Ф$ (руб/м^3) выполняется по аналогичной формуле

$$Ф = \left(\frac{H}{H_a}\right)^{0,31} \left(\frac{h_a}{h}\right)^{0,37} \left(\frac{D_a}{D}\right)^{0,2} \left(\frac{\tau_a}{\tau}\right)^{0,47} Ф_a ,$$

где $Ф_a$ – удельные капитальные затраты на годовой объем добычи горной массы (рядового сланца или угля) по проекту-аналогу с учетом коэффициента поправки $K_{бр}$, руб/м^3; в случае оценки по действующему предприятию-аналогу $Ф_a$ – фондоемкость с учетом коэффициента поправки $K_{бр}$, руб/м^3.

2.5. Удельные приведенные затраты на добычу горной массы (рядового сланца) $З$ (руб/т) определяются по формуле

$$З = (С + E_н Ф)/10^{-3}\gamma_{гм},$$

где $E_н$ – нормативный коэффициент приведения капитальных затрат;

$\gamma_{гм}$ – средняя плотность горной массы (рядового сланца) в массиве, кг/м^3.

2.6. Удельные приведенные затраты на товарный сланец $З_т$ (руб/т) определяются по формуле

$$З_т = З/\delta_т ,$$

где $\delta_т$ – удельный выход товарного сланца (см. п. 3.3).

2.7. Удельные приведенные затраты в пересчете на условное топливо $З_{у.т}$ (руб/т) определяются по формуле

$$З_{у.т} = 7000 З_т/Q_т^р = 29,9 З_т/Q_т^р ,$$

где 7000 ккал/кг или 29,3 МДж/кг – удельная теплота сгорания условного топлива; $Q_т^р$ – удельная теплота сгорания товарного сланца при рабочей влажности, МДж/кг (см. п. 3.3).

3. Оценка параметров качества горючего сланца Прибалтийского бассейна

3.1. Основными параметрами качества горючего сланца-кукерсита Прибалтийского бассейна, необходимыми для прогнозных оценок, являются удельный выход и удельная теплота сгорания (МДж/кг, ккал/кг, Мкал/кг) товарного, энергетического и технологического (кускового) сланца.

3.2. Параметры качества горючего сланца-кукерсита определяются по горно-геологическим и горно-технологическим исходным данным расчетными методами. Для полной оценки качества сланца предназначен комплекс программ "Модель оценки параметров сланца" (МОПС), содержащий специальную программу "Расчет качества сланца" (РКС). Программы внедрены на ЭВМ Наири 4/АРМ, правила пользования МОПС и РКС приведены в приложении.

3.3. Оценка удельного выхода и удельной теплоты сгорания товарного сланца производится экспресс-методом. Удельный выход товарного сланца определяется по формуле

$$\delta_т = a_0 Q_{гм}^{a_1} Q_{сл}^{a_2} e^{a_3 \pi^{a_4}},$$

где $a_0 \ldots a_4$ – параметры, определяемые по табл. 3.1;

$Q_{гм}$ – удельная теплота сгорания горной массы, Мкал/кг;

$Q_{сл}$ – удельная теплота сгорания слоев сланца, Мкал/кг;

ε – показатель интенсивности разрушения пласта; при комбайновом способе внемки равен глубине стружки, мм; при буровзрывном способе определяется по формуле $\varepsilon = 0{,}82\, q / Q_{вв}$, в которой q – удельный расход применяемого ВВ, кг/м^3; $Q_{вв}$ – теплота взрыва ВВ, Мкал/кг; для аммонита ПЖВ-20 $Q_{вв}$ = 0,82 Мкал/кг;

π – глубина обогащения, мм.

Таблица 3.1

Параметры качества сланца	Способ выемки	a_0	a_1	a_2	a_3	a_4
Удельный выход $\delta_т$	БНР	27,2	0,81	0	0,075	0,075
	Комбайновый	72	0,37	-0,29	-0,071	0,088
Удельная теплота сгорания $Q_т$	БНР	9,7	0,37	0,17	-0,059	-0,06
	Комбайновый	4,85	0,63	0,34	0,043	-0,064

Удельная теплота сгорания сухого товарного сланца $Q_т$ (МДж/кг) определяется по формуле

$$Q_т = a_0 Q_{гм}^{a_1} Q_{сл}^{a_2} \varepsilon^{a_3} \pi^{a_4}.$$

Удельная теплота сгорания товарного сланца $Q_т^р$ (МДж/кг) при расчетном значении рабочей влажности 11% определяется по формуле

$$Q_т^р = 0{,}837 Q_т - 0{,}444.$$

Результаты расчета параметров товарного сланца экспресс-методом могут быть использованы только для ориентировочных расчетов, в том числе для оценки уровня приведенных затрат на единицу товарного сланца и условного топлива, согласно пп. 2.6 и 2.7.

3.4. Параметры качества горючего сланца-кукерсита для выполнения прогнозных оценок новых технологий, параметров новых шахт и разрезов, для оптимизации структуры добычи сланца должны быть определены по комплексу программ МОПС (см. приложение).

4. Оптимизация структуры добычи сланца

4.1. Под структурой добычи подразумевается сочетание шахт, разрезов и обогатительных фабрик, обеспечивающее потребителей необходимым количеством сланца (по видам) при заданном его качестве. Оптимальной считается структура добычи, которая при заданных ограничениях на количество и качество продукции и на экономические, социальные и природные ресурсы характеризуется минимумом (максимумом) заданного критерия – приведенных затрат, производственных затрат, затрат труда, капиталовложений, потерь полезного ископаемого, объема и качества добычи (суммарно или по какому-то виду) и т.д. Если по шахтам, разрезам и обогатительным фабрикам оптимизируется сочетание различных возможных технологий, то в результате получается оптимальная структура технологии добычи.

4.2. В настоящих методических указаниях рассматривается оптимизация по одному свободно выбираемому критерию. Использование векторных (комплексных) критериев и метода итеративной оптимизации по ним во многом зависит от постановки задачи и требует индивидуального подхода [3].

4.3. Для оптимизации используется пакет прикладных программ линейного программирования (ЛП2) на ЭВМ единой серии, работающих в системе ДОС [4].

4.4. По всем шахтам и разрезам оптимизируемой системы подготавливаются исходные данные согласно табл. 4.1, в которой в качестве примера представлены данные по шахте "Эстония". Табл. 4.1 является фрагментом матрицы переменных, которая должна охватывать все предприятия оптимизируемой системы. Совокупности столбцов (технологий) и строк (целевых функций и ограничений) могут быть дополнены или сокращены в зависимости от постановки задачи.

4.5. Идентификаторами столбцов являются сокращенные названия предприятий и технологий. В табл. 4.1 ЭСТКАМ – шахта "Эстония", камерная система разработки со столбчатыми целиками; по аналогии ЭСТМЛ – шахта "Эстония", механизированные лавы; ЭСТКВ – шахта "Эстония", комбайновая валовая выемка пласта; ЭСТКЧ – шахта "Эстония", комбайновая частичная выемка пласта (слоев А–С); ЭСТКД – шахта "Эстония", комбайновая двухслоевая выемка пласта (слоев $A–C+E–F_в$). Примеры других идентификаторов: ЛЕНКД – шахта

"Ленинградская", камера-лава; СИРВО - разрез "Сиргала", валовая выемка пласта с обогащением горной массы.

Таблица 4.I

№	Идентификаторы переменных	ЭСТКАМ	ЭСТМЛ	ЭСТКВ	ЭСТКЧ	ЭСТКД
I	ДОБЫЧА	I	I	I	I	I
2	МОЩЭСТ	I,5	I,5	I,I5	I,2	I,I
3	СЫРЬЕ	0,35	0,37	0,I3	0,I	0,I2
4	ТЕПЛОТ1	0	0	0	0	0
5	ТЕПЛОТ2	0,07	0,2	0,I6	0,3	0,26
6	ТЕПЛОЗ	-0,03	0,38	-I,49	-0,34	-I,62
7	ЗАТРАТЫ	3,5	3,3	3,I	2,7	2,9
8	КАПИТАЛ	0	0,7	2,I	0	2,I
9	ПЗ	3,5	3,38	3,35	2,7	3,I5
I0	ТРУД	385	390	260	290	3I0
II	ПОТЕРИЗ	0,33	0,27	0,28	I,I	0,II

4.6. Идентификаторы строк и методика определения соответствующих коэффициентов следующие:

4.6.I. Аргументом модели оптимизации является объем добычи товарного сланца (млн.т) по предприятиям и технологиям, поэтому коэффициентами уравнения добычи (ДОБЫЧА) являются единицы.

4.6.2. Производственная мощность шахты определяется пропускной способностью внутришахтного транспорта, подъема и обогатительной фабрики, поэтому коэффициентами уравнения мощности (в табл. 4.I МОЩЭСТ) являются коэффициенты горной массы:

$$\kappa_{n.i.j} = 1/\delta_{r.i.j},$$

где n - индекс уравнения (строки);

i - индекс предприятия (шахты);

j - индекс технологии.

Производственная мощность разреза определяется производительностью вскрышного оборудования, которая для данной системы измеряется годовой вскрышей в квадратных километрах. Поэтому

$$\kappa_{n.i.j} = 1/\rho_{i.j},$$

где i - индекс предприятия (разреза);

$\rho_{i.j}$ - производительность пласта по товарному сланцу, т/м^2.

4.6.3. Коэффициентами уравнения добычи технологического (кускового) сланца (СЫРЬЕ) являются доли этого вида продукции в общей добыче товарного сланца ($\delta_{тех.i.j}$) по предприятиям и технологиям.

4.6.4. Коэффициенты уравнения удельной теплоты сгорания технологического сланца шахт Ленинградского месторождения (ТЕПЛОТ1) определяются по формуле

$$к_{п.i.j} = (Q_{тех.i.j} - Q_{гост} - Q_{зап})\delta_{тех.i.j},$$

где $Q_{тех.i.j}$ – теплота сгорания технологического сланца для i-го предприятия и j-й технологии, МДж/кг;

$Q_{гост}$ – соответствующая минимально допустимая удельная теплота сгорания по ГОСТ, рекомендуемое значение – 12,14 МДж/кг;

$Q_{зап}$ – "запасная" удельная теплота сгорания, рекомендуемое значение – 0,42 МДж/кг (100 ккал/кг).

4.6.5. Коэффициенты уравнения удельной теплоты сгорания технологического сланца Эстонского месторождения (ТЕПЛОТ2) определяются по формуле п.4.6.4, рекомендуемое значение – 12,98 МДж/кг.

4.6.6. Коэффициенты уравнения удельной теплоты сгорания энергетического сланца (ТЕПЛОЭ) определяются по формуле

$$к_{п.i.j} = (Q_{эн.i.j} - Q_{эн})(1 - \delta_{тех.i.j}),$$

где $Q_{эн.i.j}$ – удельная теплота сгорания энергетического сланца для i-го предприятия и j-й технологии, МДж/кг;

$Q_{эн}$ – минимально допустимый уровень удельной теплоты сгорания энергетического сланца, средний по всем предприятиям добычи, рекомендуемое значение 11,08 МДж/кг.

4.6.7. Коэффициентами уравнения производственных затрат (ЗАТРАТЫ) является себестоимость товарного сланца (производственная, коммерческая или с учетом транспорта до потребителя), руб/т.

4.6.8. Коэффициентами уравнения капиталовложений (КАПИТАЛ) являются удельные капитальные затраты на товарный сланец, руб/т, на новое строительство и реконструкцию с учетом капитальных затрат на поддержание мощности или без них, при необходимости с дисконтированием – в зависимости от постановки задачи.

4.6.9. Коэффициенты уравнения приведенных затрат (ПЗ) на товарный сланец определяются прямым подсчетом по индивидуальным значениям себестоимости (ЗАТРАТЫ) и удельных капиталовложений

(КАПИТАЛ). Рекомендуемый коэффициент приведения $E_н$ составляет 0,12.

4.6.10. Коэффициенты уравнения затрат труда (ТРУД) (чел/мин.т) определяются по формуле

$$к_{п.i.j} = Ч_{i.j} / D_{i.j},$$

где $Ч_{i.j}$ – численность работающих (промышленно-производственного персонала по добыче или других категорий) по фактическим или проектным данным, по технико-экономическим оценкам, чел.;

$D_{i.j}$ – годовая добыча предприятия по товарному сланцу, млн.т.

4.6.11. Коэффициенты уравнения эксплуатационных потерь (ПОТЕРИЗ) определяются по формуле

$$к_{п.i.j} = П_{i.j} / (100 - П_{i.j}),$$

где $П_{i.j}$ – эксплуатационные потери сланца на i-м предприятии при j-й технологии, %.

4.7. Для оптимизации структуры технологии добычи из совокупности уравнений (идентификаторов строк) выбирается целевая функция, которая минимизируется (максимизируется). Остальные уравнения будут выступать в роли ограничений, для них устанавливаются предельно допустимые значения. Пример установления ограничений приводится в табл. 4.2. В примере в качестве минимизируемой целевой функции выбраны суммарные приведенные затраты (ПЗ).

Таблица 4.2

Д	Идентификаторы уравнений	Ограничения		Мнемоника типа ограничений[1)]
		мини-мум	макси-мум	
I	ДОБЫЧА	40	∞	G
2.n-I	МОЩЛЕН	0	7	UP
2.n	МОЩОСТ	9	I0	FX
2.n+I	МОЩВОС	0	0	UP
3	СЫРЬЕ	II	I2	FX
4	ТЕПЛОТ1	0	∞	G
5	ТЕПЛОТ2	0	∞	G
6	ТЕПЛОЭ	0	∞	G
7	ЗАТРАТЫ	0	∞	G, PL
8	КАПИТАЛ	0	I000	FX, UP
9	ПЗ	Минимизируется		
I0	ТРУД	0	20000	FX, UP
II	ПОТЕРИЗ	0	I3,3	FX, UP

1) Требуется на стадии программирования.

4.8. Пределы ограничений устанавливаются исходя из следующих соображений:

4.8.I. Для всех предприятий и технологий устанавливается минимально допустимый предел общего объема добычи товарного сланца (в примере 40 млн.т в год). Поскольку минимизируются суммарные приведенные затраты (млн. руб. в год), установления максимального предела не требуется.

4.8.2. Максимально допустимая производственная мощность по горной массе для всех шахт устанавливается с учетом практики или проектных расчетов. Для новых шахт ее рекомендуется принимать равной 9 млн.т в год. Если максимально допустимую мощность шахты принять равной нулю, предприятие не участвует в оптимизируемой системе. Если минимально допустимую мощность принять равной нулю, то при невысоких технико-экономических показателях этого предприятия его доля в общей добыче уменьшится настолько, что встанет вопрос о закрытии предприятия. При необходимости стабильного участия предприятия в оптимизируемой системе требуется установление достаточно высокого нижнего предела производственной мощности. Пределы производственных мощностей разрезов ($км^2$ в год) определяются на основе производительности действующего или проектного экскаваторного парка.

4.8.3. Для общего объема добычи технологического сланца устанавливается минимально допустимый предел в миллионах тонн в год. Максимально допустимый предел может быть установлен, но ввиду высоких затрат на добычу кускового сланца практического смысла он не имеет.

4.8.4. Согласно структуре уравнений ТЕПЛОТ1, ТЕПЛОТ2 и ТЕПЛОЭ их предельно допустимыми границами являются 0 и ∞.

4.8.5. Сумма, рассчитанная по уравнению производственных затрат, представляет собой годовые издержки на добычу сланца в миллионах рублей. Поэтому максимально допустимый предел для уравнения ЗАТРАТЫ устанавливается исходя из конкретных соображений, вытекающих из условий поставленной задачи. Однако если минимизируются приведенные затраты (ПЗ), основной составляющей которых являются производственные затраты, уравнение последних можно не ограничивать, задавая пределы от 0 до ∞ (табл. 4.2). В таком случае результат вычислений по уравнению ЗАТРАТЫ покажет суммарные годовые производственные затраты при оптимальной структуре технологии добычи.

4.8.6. Аналогично уравнение капитальных вложений КАПИТАЛ покажет суммарные капитальные затраты на обеспечение заданного количества и качества сланца при оптимальной структуре технологии добычи. Максимально допустимый предел устанавливается также исходя из конкретной ситуации.

4.8.7. Уравнение приведенных затрат ПЗ в данном примере является минимизируемой целевой функцией. Если роль целевой функции присваивается какому-то другому уравнению (например, максимизируется ТЕПЛОЭ), для приведенных затрат устанавливается максимально допустимый предел.

4.8.8. По уравнению затрат труда ТРУД суммируется численность работающих по предприятиям и технологиям, полученная сумма ограничивается максимально допустимым пределом.

4.8.9. По уравнению эксплуатационных потерь ПОТЕРИЭ суммируются потери сланца в миллионах тонн. Поэтому максимально допустимый предел для них определяется по формуле

$$П_{доп} = Д_{доп} П/(100-П),$$

где $Д_{доп}$ – минимально допустимая добыча, млн.т; ограничение уравнения ДОБЫЧА в нашем примере составляет 40 млн.т;

$П$ – максимально допустимй процент эксплуатационных потерь сланца, задается при постановке задачи. Принимая для примера $П$ = 25%, получим $П_{доп}$ = 13,3 млн.т.

4.9. В результате расчетов по программе ЛП2 определяется оптимальная структура технологии добычи, представленная конкретными объемами продукции (млн.т) по всем предприятиям и технологиям, суммарными объемами (млн.т) общей добычи, в том числе технологического сланца, и эксплуатационными потерями сланца, суммарными затратами материальных ресурсов (млн.руб.), общими затратами труда (чел.). Результатом расчетов по уравнениям ТЕПЛОТ1, ТЕПЛОТ2 и ТЕПЛОЭ является установление дополнительного количества тепла $Q_{д.к}$ (МДж), которое позволяет определить среднюю удельную теплоту сгорания $К$-го вида товарного сланца (энергетического, технологического):

$$Q_к = Q_{гост} + Q_{зап} + Q_{д.к}/Д_к,$$

где $Q_к$ – средняя удельная теплота сгорания, МДж/кг;

$Д_к$ – суммарная добыча соответствующего вида товарного сланца, млн.т.

4.10. Дополнительную информацию об условиях достижения оптимальной структуры технологии добычи дают двойственные оценки [4]. Они отражают затраты минимизируемого ресурса (например, приведенных затрат) на единицу каждого ограничения, или, другими словами, характеризуют экономический эффект добывающей отрасли от ослабления установленных ограничений.

4.11. Оптимизацию структуры добычи рекомендуется выполнять с вариацией пределов основных ограничений и с различными целевыми функциями. Помимо приведенных затрат, рекомендуется минимизировать затраты труда и капиталовложения. Окончательное решение принимается в результате сравнения наиболее осуществимых оптимальных структур технологии добычи.

4.12. Методика оптимизации структуры технологии добычи сланца апробирована в ходе прогнозирования научно-технического прогресса в области открытой и подземной добычи сланца.

Дополнительные методические источники

1. Макаров А. А., Вигдорчик А. Г. Топливно-энергетический комплекс. – М.: Наука, 1979. – 279 с.

2. Временная методика определения плановых и фактических показателей экономической эффективности внедрения научно-технических мероприятий в угольной промышленности. – М.: ЦНИЭуголь, 1983. – 148 с.

3. Рейнсалу Э. Я., Кальювее Э.Г., Фрайман Я. Б. Экономико-математические модели прогнозирования развития добычи горючих сланцев. – М.: Наука, 1983. – 96 с.

4. Пакет прикладных программ "Линейное программирование 2" (ППП ЛП2). Калинин: Центрпрограммсистем, 1975 (6 книг).

АНКЕТА
исходных данных для МОПС (EMOPS/LMOPS)

I. По (Эстонскому, Ленинградскому) месторождению выполнить (полный, неполный) РКС, используя (средние, усредненные) горно-геологические данные. Способ выемки (буровзрывная, комбайновая, импульсная) (ненужное зачеркнуть).

2. Слои и прослои (ненужные вычеркнуть):

$F_в$	$F_н$	E	E/D	D	D/C	C	C/B	B	$B/A_в$	$A_в$	$A_в/A_н$	$A_н$
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3
ЛК	I	СП	МЕ	ПЛ	П	КУ	Ш	СИ	IУ			

3. Выборочно корректируемые параметры:

№	Параметр	Стандартное значение	Задаваемое значение
I	Предел обогащения, мм	30,0	
2	Нижний предел крупности технологического сланца, мм	25,0	
3	Верхний предел крупности технологического сланца, мм	I25,0	
4	Удельный расход ВВ при буровзрывной выемке, кг/м³	I,0	
	Площадь сечения среза при комбайновой выемке, см²	5,0	
	Глубина стружки при импульсной выемке, мм	I20,0	
5	Коэффициент селективного разрушения соответственно при буровзрывной, комбайновой и импульсной выемке	0,85	
		0,20	
		0,75	
6	Теплота взрыва, Мкал/кг	0,82	

4. Условные координаты точек:

№			№			№			№		
I			I4			27			40		
2			I5			28			4I		
3			I6			29			42		
4			I7			30			43		
5			I8			3I			44		
6			I9			32			45		
7			20			33			46		
8			2I			34			47		
9			22			35			48		
I0			23			36			49		
II			24			37			50		
I2			25			38					
I3			26			39					

5. Вычислить средние значения (да, нет) и (или) построить карту изолиний (да, нет) следующих параметров качества (отметить нужные среди I-22):

№	Параметр	Удельная теплота сгорания разделения, Мкал/кг		
		I,I	I,2	I,3
I	Мощность комплекса пород пласта, м		I	
2	Удельная теплота сгорания комплекса пород, Мкал/кг		2	
3	Удельная теплота сгорания слоев сланца:			
	Мкал/кг		3	
	МДж/кг		4	
4	Выход товарного сланца, %	5	6	7
5	Удельная теплота сгорания товарного сланца:			
	Мкал/кг	8	9	I0
	МДж/кг	II	I2	I3
6	Производительность пласта, т/м	I4	I5	I6
7	Удельная теплота сгорания энергетического сланца:			
	Мкал/кг	I7	I8	I9
	МДж/кг	20	2I	22

ИНСТРУКЦИЯ
по заполнению анкеты для EMOPS/LMOPS

I.I. Условные обозначения:

MOPS - модель оценки параметров сланца;
EMOPS - то же для Эстонского месторождения;
LMOPS - то же для Ленинградского месторождения;
РКС - расчет качества сланца (является частью MOPS).

I.2. Неполный РКС включает расчет параметров пласта и расчет параметров выемаемого комплекса пород пласта (параметры до отбойки).

Полный РКС включает, кроме расчета параметров пласта и расчета параметров выемаемого комплекса пород пласта, также расчет параметров отбитой горной массы и теоретический баланс обогащения (включая оптовую цену товарного сланца).

I.3. Средние горно-геологические данные являются средними по квадрату 4x4 км или по условно-однородному блоку, в пределах которого находится забой; усредненные данные вычисляются для данного забоя по трем соседним квадратам (блокам) с учетом линейного тренда.

2. Допускается любая комбинация слоев и прослоев. Для Ленинградского месторождения: ЛК - ложная кровля, СП - Спутник, МЕ - Мергель, ПЛ - Плита, КУ - Кулак, СИ - Синюха.

3. Если заказчик не сообщает "задаваемых значений", расчеты выполняются со "стандартными значениями". Если заказчик задает свои значения параметров, соответствующее "стандартное значение" в расчетах не применяется.

4. Условные координаты точек устанавливаются с помощью специальной схемы бассейна.

5.I. Программа позволяет вычислить средние значения или вычертить карту изолиний 7 параметров качества сланца (перечислены в п. 5 приложения), при этом теплота сгорания может быть выражена в мегаджоулях на килограмм или в мегакалориях на килограмм.

5.2. Удельная теплота сгорания разделения сростков на концентрат и отходы характеризует интенсивность обогащения (плотность суспензии). Нормальная интенсивность обеспечивается при I,2 Мкал/кг, при переходе на I,I Мкал/кг возрастает доля известняка в концентрате, при переходе на I,3 Мкал/кг - доля сланца в отходах.

6. Масштаб карты рекомендуется выбирать от I : 50000 до I : 200 000. Шаг изолиний выбирают так, чтобы на карте было не более I0 основных изолиний. Между основными может быть 3 дополнительные изолинии. Дополнительные изолинии дробят шаг основных изолиний. Например, при шаге 0,I Мкал/кг и при трех дополнительных уровнях изолиний основные уровни вычерчиваются через 0,I Мкал/кг, а вспомогательные - через 0,025 Мкал/кг.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Оценка перспективности месторождений горючих сланцев 3
2. Оценка уровня приведенных затрат на добычу горючих сланцев . . . 5
3. Оценка параметров качества горючего сланца Прибалтийского бассейна 7
4. Оптимизация структуры добычи сланца 9
Список дополнительных методических источников 16
Приложение 16

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ПРОГНОЗИРОВАНИЮ РАЗВИТИЯ
СЛАНЦЕДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Редактор З.В.Полякова
Художественный редактор Л.Н.Захарьящева.

Подписано к печати 21.09.84. Т-17988
Формат 62,5х80 1/16. Бум. для маш. аппар.
Печать офсетная
Уч.-изд.л. 1,25. Тираж 200.
Изд. № 9070. Тип. зак. 1876
Цена 15 к.

Институт горного дела им. А.А.Скочинского,
140004, г. Люберцы Московской обл.

Типография Минуглепрома СССР,
140004, г. Люберцы Московской обл.

gost.e-ecolog.ru