

О.В. Грачёв, А.Н. Мирша

**АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ МИНИМАЛЬНОЙ И
МАКСИМАЛЬНОЙ ГРАНИЧНОЙ ЗОЛЬНОСТИ НА
УСТОЙЧИВОСТЬ МОДЕЛИ ОПИСАНИЯ
ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА УГЛЯ**

Аннотация. Предлагаются анализ экспериментальных данных для оценки влияния минимальной и максимальной граничной зольности на устойчивость модели описания фракционного состава угля.

Ключевые слова: фракционный состав, устойчивость, минимальная граничная зольность.

Уменьшение числа и массы проб, что обосновано значительными материальными затратами на проведение фракционного анализа, значительно снижают достоверность определяемых характеристик угля [1]. С другой стороны, решение задач углеобогащения требует наличие достоверной информации о фракционном составе угля [2]. Таким образом, актуальной является не только задача восстановления информации о фракционном составе, но и анализ устойчивости моделей ее описания.

Ввиду того, что предлагаемая модель [3] имеет стохастическую природу, как и метод идентификации параметров модели [4], необходимо проанализировать влияние ошибок различной природы на устойчивость модели в целом. Для этого проведем численный эксперимент в окрестности точки оптимального значения параметров минимальной и максимальной граничной зольности.

Модель фракционного состава угля можно описать такой системой уравнений [5]:

$$\Gamma(\rho) = \frac{1}{1 + (a_0 + a_1 t_p) \sqrt{\frac{1}{t_p} - 1}}, \quad t_p = \left(\frac{\rho - \rho_{01}}{\rho_{k1} - \rho_{01}} \right)^2,$$

$$F(\lambda) = \frac{1}{1 + (b_0 + b_1 t_\lambda) \sqrt{\frac{1}{t_\lambda} - 1}}, \quad t_\lambda = \left(\frac{\lambda - \lambda_{01}}{\lambda_{k1} - \lambda_{01}} \right)^2,$$

$$U(\rho_{i-1}, \rho_i) = \frac{\Lambda(\Gamma_i(\rho_i)) - \Lambda(\Gamma_{i-1}(\rho_{i-1}))}{\Gamma_i(\rho_i) - \Gamma_{i-1}(\rho_{i-1})},$$

$$\Lambda(\Gamma) = \int_0^\Gamma \lambda(\Gamma) d\Gamma,$$

где: a_0, a_1, b_0, b_1 – параметры модели, получаемые по экспериментальным данным, λ_0, λ_1 – соответственно минимальная и максимальная граничная зольность.

Из описания модели видно, что изменение минимальной и максимальной граничной зольности оказывает влияние на вычисление средней зольности и не оказывает влияния на вычисление значений выходов узких фракций.

Рассмотрим экспериментальные данные о фракционном составе угля шахты Бажанова, проведем идентификацию параметров (Табл.1-2) модели описания фракционного состава и сравним экспериментальные и теоретические результаты (Табл.3).

Таблица 1

Параметры модели

a_0	a_1	b_0	b_1
0,45789431	0,19644532	0,42728046	1,6371409

Таблица 2

Параметры модели

ρ_0	ρ_1	λ_0	λ_1	$\beta_{k_{\text{exp}}}$	β_k
1,28396	2,40061	0,06333000	0,94540927	59,026	59,026

Таблица 3

Сравнение теоретических и экспериментальных данных описания фракционного состава угля (шахты Бажанова)

$\gamma_{\text{exp}}, \%$	$\gamma_{\text{teor}}, \%$	$ \Delta\gamma $	$A^d_{\text{exp}}, \%$	$A^d_{\text{teor}}, \%$	$ \Delta A^d $
41,4	41,4	0	17,2	17,3112	0,1112
13,1	13,1	0	74,6	74,1563	0,4437
45,5	45,5	0	92,6	92,6297	0,0297

Из результатов сравнения (Табл.3) видно, что относительная погрешность определения выхода и средней зольности угля узких фракций не превышает погрешности получения экспериментальных данных.

Пусть

$$E_1 = \max_{1 \leq i \leq n} \left| A_{i \text{ exp}}^d - A_{i \text{ teor}}^d \right| - \text{оценка относительной погрешности}$$

определения зольностей в описании фракционного состава,

$$E_2 = \max_{1 \leq i \leq n} \left| \frac{A_{i \text{ exp}}^d - A_{i \text{ teor}}^d}{A_{i \text{ exp}}^d} \right| - \text{оценка относительной погрешно-}$$

сти определения средней зольности в описании фракционного состава;

$$E_3 = \sum_{i=1}^n \left(A_{i \text{ exp}}^d - A_{i \text{ teor}}^d \right)^2 - \text{сумма квадратов отклонений золь-}$$

ностей узких фракций,

$$E_4 = \sum_{i=1}^n \left(\frac{A_{i \text{ exp}}^d - A_{i \text{ teor}}^d}{A_{i \text{ exp}}^d} \right)^2 - \text{сумма квадратов отклонений}$$

средних зольностей узких фракций,

где $A_{i \text{ exp}}^d, A_{i \text{ teor}}^d$ – соответственно средняя зольность i -й узкой фракции по экспериментальным и теоретическим данным.

Проведем численный эксперимент в окрестности $[0,0156;0,1123]$ оптимального значения минимальной граничной зольности λ_0 . Анализ результатов численного эксперимента показал, что оценка относительной погрешности определения выходов узких фракций (Рис.2) не превышает 0,3, а сумма квадратов отклонений в промежутке $[0,06;0,07]$ (Рис.4) близка к нулю.

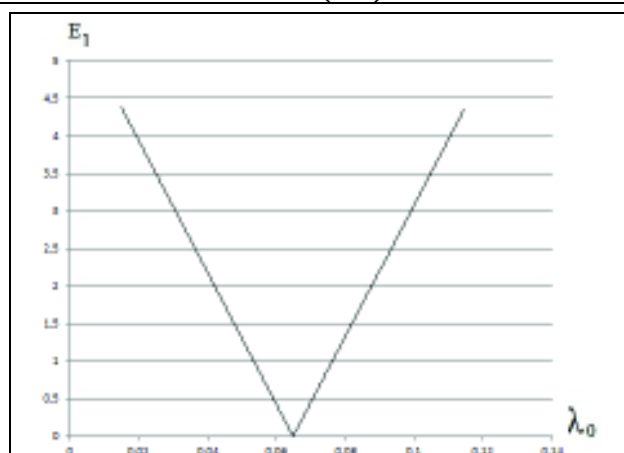


Рисунок 1 - Зависимость оценки абсолютной погрешности определения средних зольностей от минимальной граничной зольности

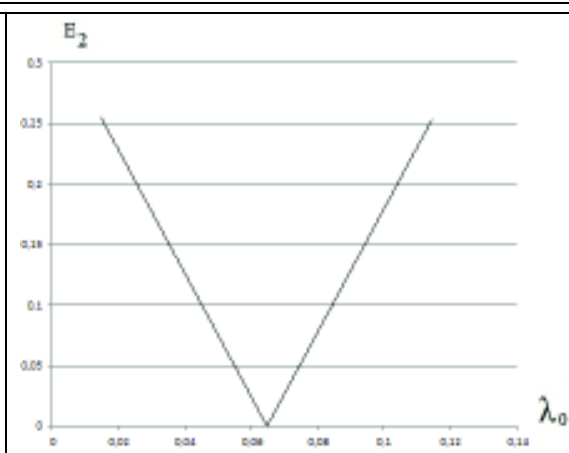


Рисунок 2 - Зависимость оценки относительной погрешности определения средних зольностей от минимальной граничной зольности

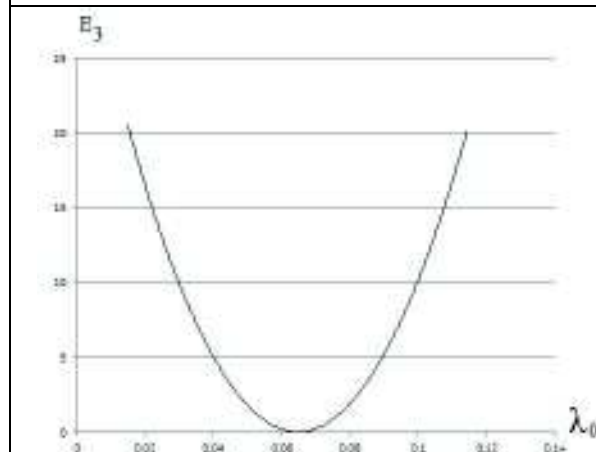


Рисунок 3 - Зависимость суммы квадратов отклонений средних зольностей от минимальной граничной зольности

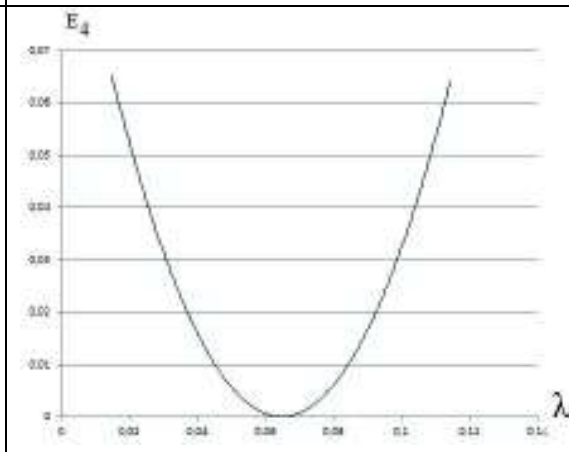


Рисунок 4 - Зависимость суммы квадратов отклонений средних зольностей от минимальной граничной зольности

Проведем численный эксперимент в окрестности $[0,876;0,9956]$ оптимального значения максимальной граничной зольности λ_1 . Анализ результатов численного эксперимента показал, что оценка относительной погрешности определения выходов узких фракций (Рис.5) во всем выбранном диапазоне не превышает 0,26, а сумма квадратов отклонений в промежутке (Рис.6) близка к нулю.

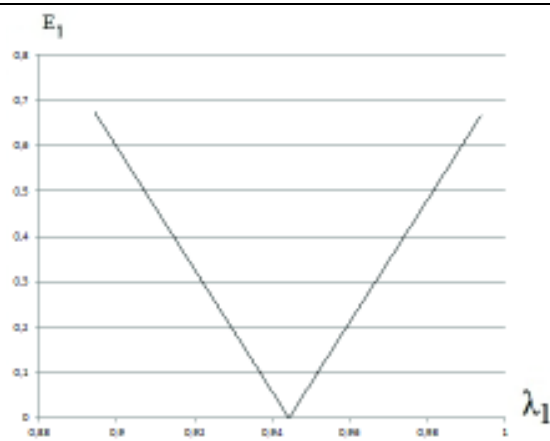


Рисунок 5 - Зависимость оценки абсолютной погрешности определения средних зольностей от максимальной граничной зольности

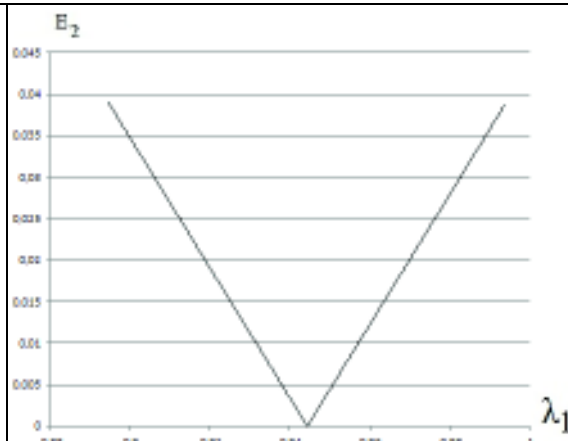


Рисунок 6 - Зависимость оценки относительной погрешности определения средних зольностей от максимальной граничной зольности

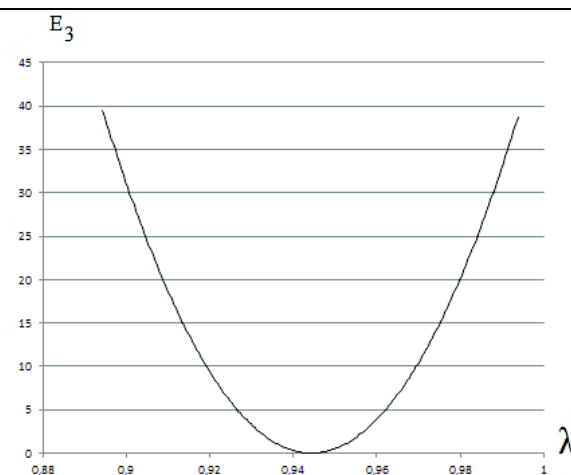


Рисунок 7 - Зависимость суммы квадратов отклонений средних зольностей от максимальной граничной зольности

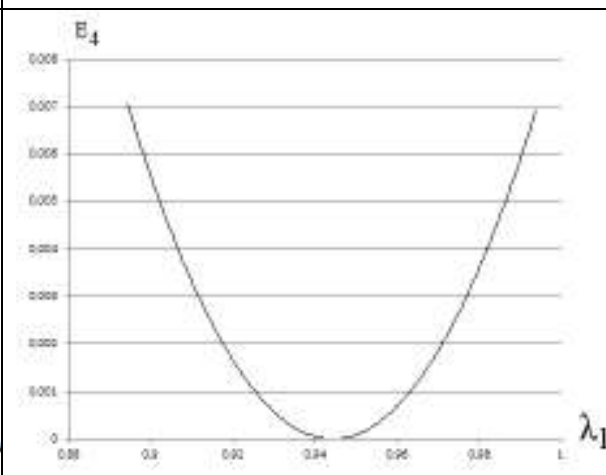


Рисунок 8 - Зависимость суммы квадратов отклонений средних зольностей узких фракций от максимальной граничной зольности

Выводы

Исходя из анализа данных проведенного численного эксперимента, модель описания фракционного состава угля устойчива при определении минимальной и максимальной граничной зольности с точностью 2 знака после запятой (то есть при ошибках определения данных параметров начиная с 3 знака после запятой), при этом значащими для модели являются 5 знаков после запятой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Формалізація результатів розподільчих процесів у вуглезбагаченні / [В.К. Гарус , О.В. Грачев, В.Ф. Пожидаев , О.Д. Полулях]: Монографія. – Луганськ: вид. ООО «НВФ»СТЕК», 2003. – 176 с. – ISBN966-96298-3-2
2. Грачев О. В. Эффективность повышения стабильности качества угольных концентратов // Вісник СНУ ім. В. Даля. – 2003. – № 4 (62). – С.126-129.
3. Грачев О. В. Вид весовой функции распределения плотности и зольности угля по фракциям / В. Ф. Пожидаев, О. В. Грачев // Науковці – підприємствам і установам регіону: Зб. наук. праць СНУ ім. В. Даля. – Луганськ, 2002. – Ч.2. – С. 35.
4. Грачев О.В. Синтез детерминированного и стохастического алгоритмов поиска глобального экстремума с обучением / В. Ф. Пожидаев, О. В. Грачев // Вісник СНУ ім. В. Даля. – 2008. – №9 Ч.1. (127). – С. 170-174.
5. Грачев О.В. О неизменности вида функций распределения граничных плотностей и зольностей угля по фракциям // Вісник СНУ ім. В. Даля. – 2010. – №2(144). – С. 41-46.