

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
УССР

Донецкий Ордена Трудового Красного Знамени политехнический
институт

Код рубрики 52.45

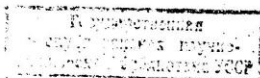
УДК 622.75.001.5

В. Г. Самойлик

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СХЕМ ГРАВИТАЦИОННОГО
ОБОГАЩЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УГЛЕЙ КУЗБАССА

Дел. в Укр. ИИИ ИТМ 07.04.88

864-Ук 88



11с.

Донецк - 1988

Угли ш. "Инская" Кузнецкого бассейна составляют основу сырьевой базы опытно-промышленного трубопровода Белово-Новосибирск, предназначенного для транспортирования водоугольной суспензии (ВВУС). При концентрации твердой фазы 63-75% ВВУС обладает способностью эффективно транспортироваться и сжигаться в топках котлов подобно жидким нефтепродуктам.

Такие технологические свойства водоугольной суспензии определяются подбором определенных химических добавок и качеством ее твердой фазы. Уровень зольности твердой фазы устанавливается в каждом конкретном случае на основании сопоставления затрат, связанных с приготовлением, транспортированием и сжиганием ВВУС. Снижение содержания минеральных примесей улучшает технологические параметры суспензии, повышает ее калорийность. Обогащение угля увеличивает затраты, связанные с приготовлением ВВУС.

Для определения целесообразного уровня зольности твердой фазы необходимо иметь функциональную зависимость между содержанием в ней минеральных примесей и всеми видами затрат.

Целью настоящей работы является разработка математических моделей различных вариантов технологических схем гравитационного обогащения углей ш. "Инская", позволяющих оценить затраты на приготовление ВВУС в зависимости от зольности ее твердой фазы.

Фракционный состав машинных классов представлен в табл. I.

Было рассмотрено четыре варианта технологических схем обогащения угля ш. "Инская" крупностью более 1 мм:

- тяжелые среды - отсадка, вариант А;
- отсадка - отсадка, вариант Б;

- тяжелые среды - тяжелые среды, вариант В;
- отсадка - тяжелые среды, вариант Г.

Таблица I

Фракционный состав машинных классов ш. "Инская"

Плотность : фракций, кг/м ³	Класс +13 мм			Класс I-13 мм		
	: выход, %	: золь- ность, %	: сера, %	: выход, %	: зольность, %	: сера, %
менее I300	23,10	2,42	0,68	35,27	2,33	0,61
I300-I400	1,55	6,42	0,68	3,16	6,16	0,57
I400-I500	0,31	17,77	0,69	0,54	17,36	0,63
I500-I600	0,14	24,97	0,68	0,30	26,58	0,58
I600-I800	0,25	47,87	0,70	0,44	42,08	0,61
более I800	1,65	86,0	0,84	2,69	80,38	0,68
Итого	27,0	8,47	0,69	42,40	8,34	0,61

Первыми указаны процессы обогащения угля крупностью I3-100 мм. По всем вариантам выделение промпродукта не предусматривается ввиду легкой обогатимости исследуемых углей.

Для построения математических моделей технологических операций в качестве исходных были приняты данные практических балансов, вычисленные на микро-ЭВМ "Электроника ДЗ-28" (табл. 2, 3). Независимой переменной являлась элементарная зольность разделения λ , зависимыми - выход и зольность продуктов обогащения. Характер зависимостей переменных для каждой технологической операции определялся по графикам функций $\delta_k = f(\lambda)$ и $A_k^q = F(\lambda)$ (рис. I, 2).

Анализ кривых показал, что для выражения связи между выхо-

дом концентрата и величиной λ можно использовать полином вида

$$y = a_0 + a_1 x. \quad (1)$$

Зависимость зольности концентрата от λ носит более сложный характер. Для ее описания необходимо использовать полином второй степени:

$$y = a_0 + a_1 x + a_2 x^2. \quad (2)$$

Для каждой технологической операции определялись коэффициенты a_i уравнений (1, 2) и проводилась оценка точности полученных математических моделей. Коэффициент корреляции (корреляционное отношение) всех найденных зависимостей находится в пределах $\eta = 0,993-0,999$, что свидетельствует о достаточно точном описании технологических операций. Доверительный интервал для вычисления средних значений зольности концентрата с 95%-ной вероятностью не превышает $\pm 0,045\%$, для выхода концентрата - изменяется в пределах $\pm 0,024 \div \pm 0,042\%$.

Полученные математические модели технологических операций имеют следующий вид:

- для обогащения угля крупностью 13-100 мм в отсадочной машине

$$\begin{cases} \gamma_1 = 24,50 + 0,017 \cdot \lambda; & (3) \\ A_1^{\text{д}} = 2,51 + 88 \cdot 10^{-4} \lambda + 2,8 \cdot 10^{-4} \lambda^2; & (4) \end{cases}$$

- для обогащения угля крупностью 13-100 мм в тяжелосреднем сепараторе

$$\begin{cases} \gamma_2 = 24,73 + 0,010 \cdot \lambda; & (5) \\ A_2^{\text{д}} = 2,49 + 141 \cdot 10^{-4} \lambda + 0,2 \cdot 10^{-4} \lambda^2; & (6) \end{cases}$$

- для обогащения угля крупностью 1-13 мм в отсадочной машине

$$\begin{cases} \gamma_3 = 37,78 + 0,044 \cdot \lambda; & (7) \\ A_3^d = 2,56 + 32 \cdot 10^{-4} \cdot \lambda + 6 \cdot 10^{-4} \cdot \lambda^2; & (8) \end{cases}$$

- для обогащения угля крупностью 1-13 мм в тяжелосреднем циклоне

$$\begin{cases} \gamma_4 = 38,39 + 0,025 \cdot \lambda; & (9) \\ A_4^d = 2,66 + 17 \cdot 10^{-4} \cdot \lambda + 2,7 \cdot 10^{-4} \cdot \lambda^2. & (10) \end{cases}$$

На основании уравнений (3 ÷ 10) можно описать все четыре варианта рассматриваемых технологических схем гравитационного обогащения. Математическая модель $i+j$ -той схемы выразится системой

$$\begin{cases} \gamma_{i+j} = \gamma_i + \gamma_j; & (11) \end{cases}$$

$$\begin{cases} A_{i+j}^d = (\gamma_i \cdot A_i^d + \gamma_j \cdot A_j^d) / \gamma_{i+j}. & (12) \end{cases}$$

Подставляя выражения (3 ÷ 10) в уравнения (11-12) и проводя соответствующие преобразования, получим следующие математические модели:

- вариант А

$$\begin{cases} \gamma_A = 62,51 + 0,054 \cdot \lambda; & (13) \\ A_A^d = \frac{158,30 + 0,61 \cdot \lambda + 2,32 \cdot 10^{-2} \cdot \lambda^2 + 3 \cdot 10^{-5} \cdot \lambda^3}{62,51 + 0,054 \cdot \lambda}; & (14) \end{cases}$$

- вариант Б

$$\begin{cases} \gamma_B = 62,28 + 0,061 \cdot \lambda; & (15) \\ A_B^d = \frac{158,22 + 0,49 \cdot \lambda + 2,99 \cdot 10^{-2} \cdot \lambda^2 + 3 \cdot 10^{-5} \cdot \lambda^3}{62,28 + 0,061 \cdot \lambda}; & (16) \end{cases}$$

- вариант В

$$\left\{ \begin{array}{l} \gamma_B = 63,12 + 0,035 \cdot \lambda ; \\ A_B^d = \frac{163,70 + 0,51 \cdot \lambda + 1,1 \cdot 10^{-2} \cdot \lambda^2 + 0,7 \cdot 10^{-5} \cdot \lambda^3}{63,12 + 0,035 \cdot \lambda} ; \end{array} \right. \quad (17)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \gamma_r = 62,89 + 0,042 \cdot \lambda ; \\ A_r^d = \frac{163,62 + 0,39 \cdot \lambda + 1,76 \cdot 10^{-2} \cdot \lambda^2 + 1 \cdot 10^{-5} \cdot \lambda^3}{62,89 + 0,042 \cdot \lambda} . \end{array} \right. \quad (18)$$

- вариант Г

$$\left\{ \begin{array}{l} \gamma_r = 62,89 + 0,042 \cdot \lambda ; \\ A_r^d = \frac{163,62 + 0,39 \cdot \lambda + 1,76 \cdot 10^{-2} \cdot \lambda^2 + 1 \cdot 10^{-5} \cdot \lambda^3}{62,89 + 0,042 \cdot \lambda} . \end{array} \right. \quad (19)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \gamma_r = 62,89 + 0,042 \cdot \lambda ; \\ A_r^d = \frac{163,62 + 0,39 \cdot \lambda + 1,76 \cdot 10^{-2} \cdot \lambda^2 + 1 \cdot 10^{-5} \cdot \lambda^3}{62,89 + 0,042 \cdot \lambda} . \end{array} \right. \quad (20)$$

С помощью выражений (13-20) можно определить значения выхода концентрата при заданной его зольности для каждого варианта технологической схемы обогащения. Сопоставление приведенных затрат на получение единицы концентрата требуемого качества по каждому варианту с затратами на транспортирование и сжигание ВВУС позволит выбрать оптимальный вариант технологии приготовления суспензии и целесообразный уровень зольности ее твердой фазы.

Таблица 2

Ожидаемые показатели разделения угля крупностью
13-100 мм

Элементарная плотность золи, кг/м ³ λ , %	Отсадочная машина				Тяжелосредний сепаратор					
	концентрат	отходы	эффек- тив- ность	эффек- тив- ность	концентрат	отходы	эффек- тив- ность	эффек- тив- ность		
	A , %	γ , %	A , %	E , %	A , %	γ , %	A , %	E , %		
10	23,88	2,64	3,12	53,17	86,13	23,84	2,62	3,16	52,63	86,14
20	24,81	2,82	2,19	72,35	88,12	24,90	2,80	2,10	75,70	88,64
30	25,03	3,00	1,97	78,19	87,09	25,04	2,94	1,96	79,32	87,98
40	25,18	3,24	1,82	80,94	84,63	25,15	3,07	1,85	81,82	86,47
50	25,35	3,64	1,65	82,74	80,44	25,24	3,22	1,76	83,90	84,69
60	25,50	4,08	1,50	83,10	73,80	25,33	3,42	1,67	85,20	81,66
70	25,66	4,48	1,34	84,87	68,40	25,41	3,60	1,59	86,15	77,21

Таблица 3

Ожидаемые показатели разделения угля крупностью

1-13 мм

λ, %	Элементарная зольность разделения	Плотность: кг/м ³	Отсаживочная машина			Тяжелосредний циклон					
			концентрат	отходы	эффективность: %	концентрат	отходы	эффективность: %			
10	1377	35,70	2,63	6,70	38,76	73,27	36,92	2,59	5,48	47,10	76,71
20	1481	38,64	2,84	3,76	64,86	77,93	38,86	2,79	3,54	69,26	80,74
30	1565	39,10	3,19	3,30	69,42	76,80	39,15	2,97	3,25	73,11	80,08
40	1642	39,57	3,66	2,83	73,85	72,80	39,44	3,19	2,96	76,89	78,17
50	1716	39,98	4,24	2,42	76,13	66,51	39,62	3,37	2,78	79,13	75,70
60	1791	40,40	4,92	2,00	77,48	59,69	39,85	3,76	2,55	80,04	72,36
70	1870	40,85	5,68	1,55	78,44	48,52	40,14	4,13	2,26	83,11	62,64

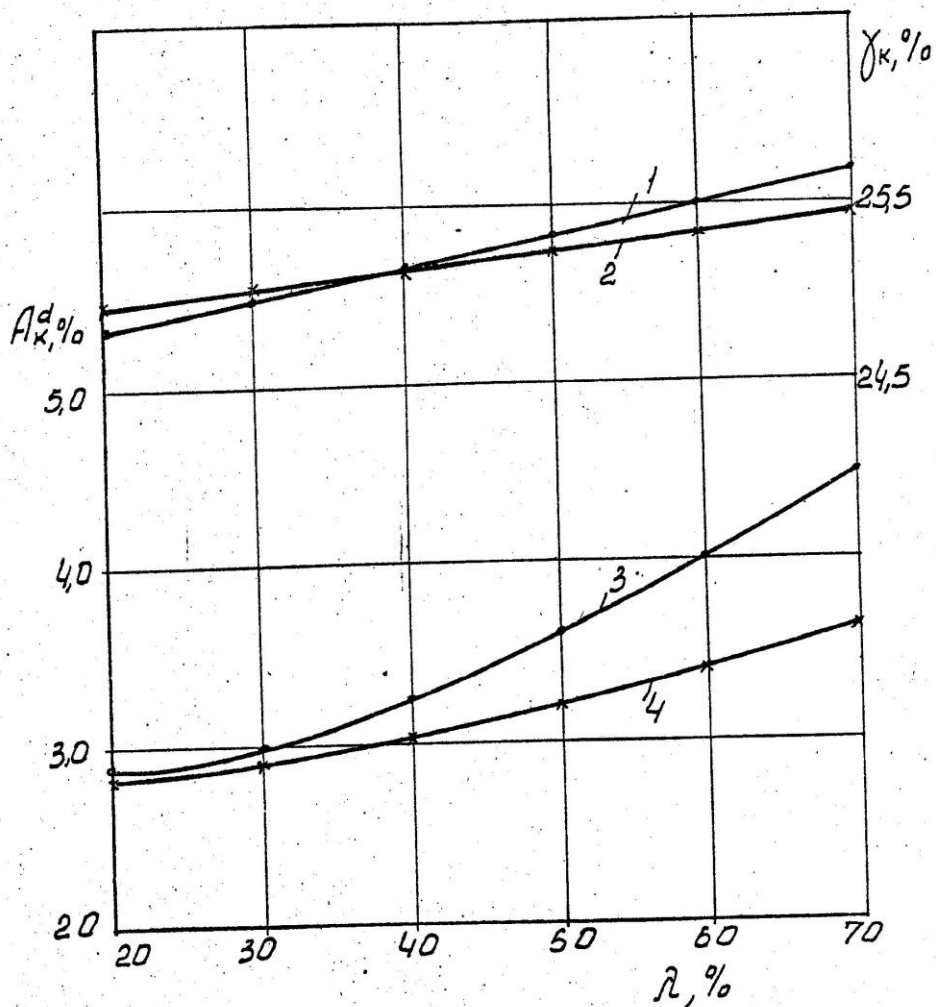


Рис. I. Зависимость выхода (1, 2) и зольности (3, 4) концентрата от элементарной зольности разделения при обогащении угля крупностью 13-100 мм в отсадочной машине (1, 3) и тяжелосреднем сепараторе (2, 4).

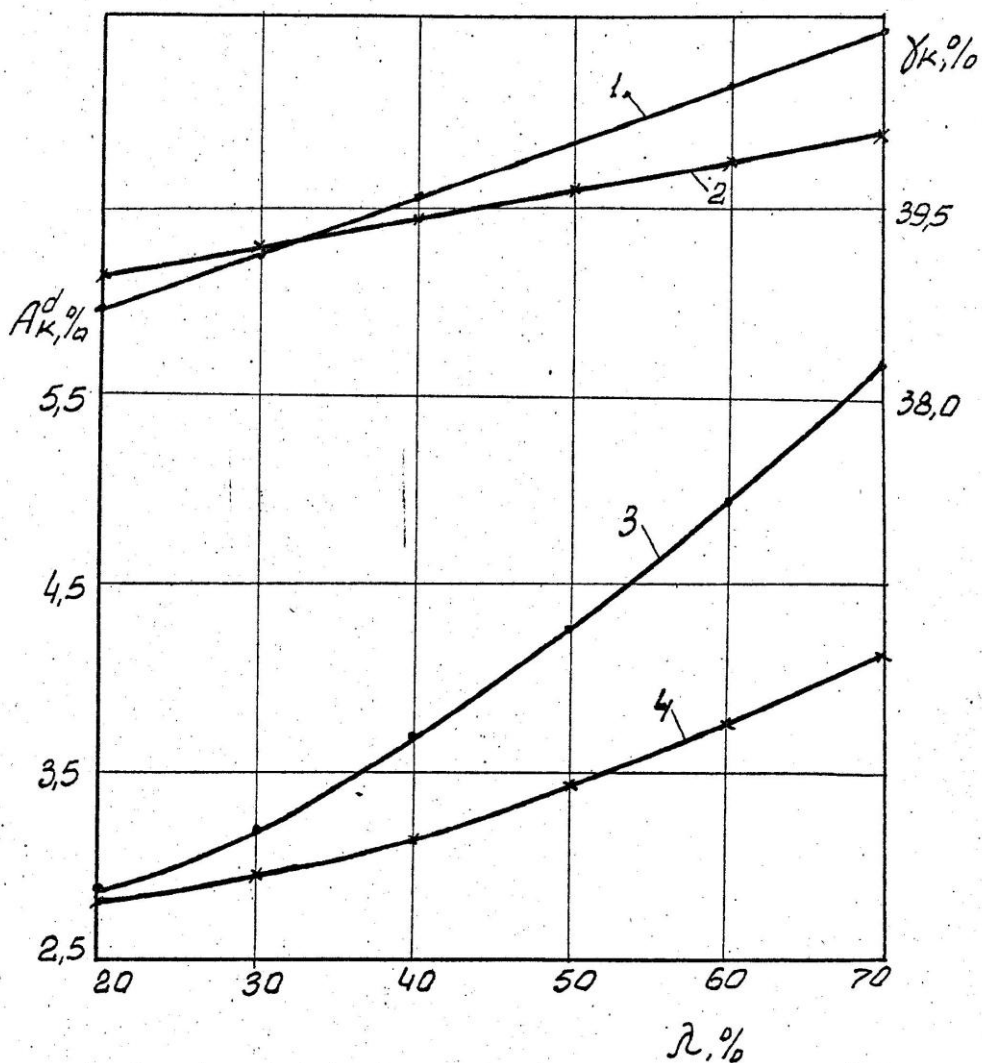


Рис. 2. Зависимость выхода (1, 2) и зольности (3, 4) концентрата от элементарной зольности разделения при обогащении угля крупностью 1-13 мм в отсадочной машине (1, 3) и в тяжелосреднем циклоне (2, 4).

Печатается в соответствии с решением Совета горно-электро-
механического факультета Донецкого политехнического института
от 19 февраля 1988г.