

Сатылганова С.Б., Мылтыкбаева Л.А., Муханова А.А., Сарсенбай Г.

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ
ОПТИМАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ПРОЦЕССА
ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ЗОЛ ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ**

S.B. Satylganova, L.A. Myltykbaeva, A.A. Mukhanova, G. Sarsenbai

**MATHEMATICAL TREATMENT AND STUDIES TO
DETERMINE THE OPTIMUM TECHNOLOGICAL FACTORS
LEACHING ANGRY THERMAL POWER PLANT**

УДК: 669.712

На основании проведенных исследований показана возможность получения раствора метасиликата калия, основного компонента нового типа бесхлорных калийных удобрений. Определены оптимальные условия переработки золы Экибастузского угля калиевой щелочью.

Based on the studies demonstrated the possibility of preparing a solution of potassium metasilicate, a major component of a new type of chlorine-free potassium fertilizers. The optimum processing conditions Ekibastuz coal ashes potassium alkali.

Одним из возможных способов обогащения алюмосиликатного сырья является выщелачивание щелочью с получением силикатных продуктов. В связи с этим целесообразность применения в производстве алюминия зол сжигания углей во многом зависит от того, насколько успешно будут решены вопросы использования силикатной составляющей. Многочисленные исследования [1, 35-38] посвящены получению из золы наряду с глиноземом таких силикатных продуктов, как метасиликат натрия и кальция, жидкое стекло, силикогель, белая сажа.

Силикаты калия используются в различных отраслях экономики, в частности, для получения бесхлоридных калийных удобрений. В агрохимическом идеале все применяемые калийные удобрения должны быть бесхлорными. Даже в небольших дозах хлор-ион вреден для ряда «хлорофобных культур» (снижает урожайность и увеличивает потери при хранении). Накапливаясь в почве, хлор-ион постепенно становится вреден для всех вообще сельхозкультур, и в конечном счете приводит к выведению отравленных почв из оборота. Но высокая стоимость и дефицитность бесхлорных калийных удобрений повсеместно вынуждают использовать их под «хлорофобные» культуры.

Известно, что при обработке алюмосиликатных пород с высоким содержанием кремнезема щелочным раствором, в раствор, прежде всего, переходит избыточный кремнезем, а глинозем в виде щелочного гидроалюмосиликата остается в осадке. Это связано с тем, что оксида кремния в золе заметно больше, чем требуется для образования щелочного гидроалюмосиликата, поэтому при определенной температуре и концентрации щелочного раствора оксид алюминия из золы практически не переходит, напротив, кремнезем растворяется и находится в щелочном растворе [2].

В этой связи проведены лабораторные исследования по определению оптимальных технологических факторов процесса выщелачивания зол ТЭЦ.

С целью селективного перевода в раствор только кремнезема изучено влияние концентрации исходного раствора, температуры, продолжительности на процесс выщелачивания.

В золе много магнетита (Fe_3O_4) с полосами 560, 745, 875, 1404 cm^{-1} , гематита ($\alpha - Fe_2O_3$) с полосами 315, 372, 405, 470, 545, 650, 875, cm^{-1} , корунда ($\alpha - Al_2O_3$) - с полосами 390, 460, 445, 490, 510, 580, 600, 640, 765 cm^{-1} . В пробе присутствуют кальцит ($CaCO_3$) - с полосами 710, 875, 1436 cm^{-1} , а также другие карбонаты.

В таблице 1 приведены интервалы варьирования и уровни факторов. Значения факторов, соответствующих уровню звездных точек, определяют границы исследуемой области факторного пространства. Точка с координатами X_1^0, X_2^0, X_3^0 называется центром плана.

Таблица 1

Интервалы варьирования и уровни факторов

Параметры факторов	Факторы		
	X_1	X_2	X_3
Основной уровень (X^0)	100	3	300
Интервал варьирования	20	1	100
Нижний уровень (-1)	80	2	100
Верхний уровень (+1)	120	4	200
Звездная точка (-1,682)	66	1,3	31.8
Звездная точка (+1,682)	134	4,7	368.2

В качестве независимых переменных выбраны 3 фактора: X_1 – концентрация K_2O в исходном растворе, $г/дм^3$; X_2 – продолжительность выщелачивания, ч; X_3 – отношение масс жидкого к твердому (Ж:Т). В качестве параметра оптимизации приняли показатель по извлечению кремнезема - У.

Оценку значимости коэффициентов уравнений регрессии осуществляли по критерию Стьюдента, значения которого вычисляли по формуле:

$$t_{расч} = b_i / S\{b_i\} \quad (1)$$

Используя матрицу планирования и результатов опытов по формулам [1] был осуществлен расчет

коэффициентов уравнений регрессий, описывающих исследуемый процесс по принятым параметрам оптимизации.

Таблица 2

Коэффициенты уравнений регрессии по извлечению кремнезема

Коэффициент уравнения	Значение коэффициентов	Коэффициент уравнения	Значение коэффициентов
b ₀	39,43	b ₂₂	-3,02
b ₁	7,60	b ₃₃	-4,66
b ₂	2,79	b ₁₂	-1,65
b ₃	8,33	b ₁₃	0,12
b ₁₁	-4,69	b ₂₃	0,25

Таблица 3

Расчетные значения критерия Стьюдента

Критерий Стьюдента	Значение критериев	Критерий Стьюдента	Значение критериев
t ₀	60,75	t ₂₂	6,74
t ₁	17,66	t ₃₃	10,41
t ₂	6,48	t ₁₂	2,74
t ₃	19,36	t ₁₃	0,20
t ₁₁	10,48	t ₂₃	0,25

Табулированное значение критерия Стьюдента для уровня значимости P=0,05 и числа степеней свободы $f = 2$ $t_{0,05(2)} = 4,3$. После отсева незначимых коэффициентов, для которых t - отношение меньше табулированного, получили уравнение регрессии, характеризующее исследуемый процесс по извлечению кремнезема:

$$Y = 39,43 + 7,60X_1 + 2,79 X_2 + 8,33 X_3 - 4,69X_1^2 - 3,02 X_2^2 - 4,66X_3^2$$

Проверку адекватности представления результатов эксперимента уравнением регрессии проводили с помощью критерия Фишера, расчет которого осуществляли по стандартной схеме, рекомендуемой в [3]. В результате проведенных вычислений расчетное значение критерия Фишера для уравнения регрессии составил 13,98. Табличное значение критерия Фишера при уровне значимости 0,05 и числах степеней свободы $f_1 = 2$ и $f_2 = 5$ $F_{(2/3)} = 19,3$. Значит, сохраняется условие $F_{рас} < 1 < F_{табл}$, следовательно полученное уравнение является адекватной моделью, характеризующая исследуемый процесс по извлечению кремнезема в раствор гидроксида калия.

Анализ уравнения регрессии показывает:

- на извлечение кремнезема в раствор наиболее сильно действует концентрация щелочного раствора;

- продолжительность выщелачивания на параметр оптимизации оказывает влияние меньше, чем другие факторы.

- характер влияния всех трех факторов является сложным; при повышении значения факторов от 0 до 1 величина параметра оптимизации (y) возрастает от 8,34 до 45,78, увеличение значения факторов выше 1 способствует снижению величины y, например при $X_1 = X_2 = X_3 = 1,5$ y сбудет равен 39,68.

Сложный характер влияния факторов объясняется следующим образом. В системе протекает одновременно два процесса растворение кремнезема и его выпадение в осадок, в результате второго процесса образуется малорастворимое соединение гидроалюмосиликат калия - калиофилит. В начальный период контакта золы с щелочным раствором скорость растворения кремнекислоты намного превышает скорость образования гидроалюмосиликата. Кремнезем, содержащийся в кристобаллите, кварце, стеклофазе переходит в раствор. Одновременно при вскрытии стеклофазы и муллита в раствор переходит оксид алюминия. Известно, что при относительно низких концентрациях алюминия в силикатном растворе существует алюмокремниевый комплекс, характеризующейся отношением алюминия к кремнию, равной единице. С течением времени данный комплекс взаимодействуя с щелочным раствором образует малорастворимый гидроалюмосиликат калия. Этим объясняется снижение извлечения кремнезема в раствор с увеличением температуры, продолжительности обработки и концентрации исходного раствора выше определенного предела.

Таким образом, на основании проведенных исследований показана возможность получения раствора метасиликата калия, основного компонента нового типа бесхлорных калийных удобрений.

Определены оптимальные условия переработки золы экибастузского угля калиевой щелочью: температура - 120°C, продолжительность - 4 часа, концентрация исходного раствора по оксиду калия - 300 г/дм³.

Литература:

1. Баланцева В.М. и др. Влияние состава щелочного силикатного раствора на химическое обогащение зол. //Комплексное использование минерального сырья. 1982. № 5. С. 23-26.
2. Сулеева Н.Г. и др. Исследование растворимости компонентов зол экибастузских углей в щелочных растворах. //Комплексное использование минерального сырья. 1982. № 3. С. 62-66.
3. Лайнер А.И., Еремин Н.И., Лайнер Ю.А., Певзнер И.З. Производство глинозема. Москва. 1978. 344 с.

Рецензент: д.т.н., профессор Тусупбаева Н.К.