

РЕНТГЕНОСТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ ПРОИЗВОДНЫХ 3-НИТРО-5-МЕТИЛ-1,2,4- И 4-НИТРО-1,2,3-ТРИАЗОЛОВ

7. Burla M. C., Caliandro R., Camalli M., Carrozzini B. et al. // J. Appl. Cryst. – 2005. – Vol. 38. P. 381-388.

8. Ивашкевич О.А., Матулис Вадим Э., Ляхов А.С., Григорьева И.Н., Гапоник П.Н., Суханов Г.Т., Филиппова Ю.В. и др. // Хим. гетероцикл. соед. – 2009. – №10. – С. 1519-1529.

9. Katritzky A. R., Rees C. W., Scriven E. F. V. Comprehensive Heterocyclic Chemistry II. – Oxford, New York: Pergamon Press. – 1996. – Vol. 3, 4.

10. Sheldrick G. M. // Acta Cryst. – 2008. – A64. – P. 112-122.

ОБОГАЩЕНИЕ ГАЛИТА ОЗЕРНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

В.В. Зацепин

В данной работе исследована возможность повышения эффективности технологии хлорида натрия.

Ключевые слова: галит, технология, обогащение, озеро.

Решение технологических задач и составление уравнений материальных потоков связано с определением основного вещества, выбор которого при комплексном использовании минерального сырья произволен и носит зачастую условный характер, однако целесообразно, чтобы это был наиболее устойчивый компонент, не подверженный в технологическом потоке химическому или фазовому превращению. Кроме того, существенно, чтобы в вале вырабатываемой производством продукции выбранный компонент играл бы не последнюю роль. В нашем случае за основное вещество принимается хлористый натрий. В соответствии с этим, целью осуществления технологических операций является увеличение содержания массы целевого продукта по сравнению с ее концентрацией в исходном сырье. С другой стороны, промышленные процессы обогащения направлены к тому, чтобы свести содержание примесей в целевом продукте к минимуму.

В общем виде процесс обогащения может быть представлен в следующей формулировке: обогащением минерального сырья, представленного преимущественно в виде многокомпонентной гетерогенной системы, называются совершающиеся в природе самопроизвольно, либо направленно процессы, вследствие которых содержание основного вещества и других ценных компонентов в нем повышается.

Для достижения максимальной эффективности процесса обогащения необходимо определить оптимальные условия ведения технологических операций и регламентировать, соответственно применительно к каждому случаю, технологический режим. Независимо от существующего многообразия про-

цессов обогащения и воздействия отдельных физико-химических факторов, они могут быть обобщены и представлены в виде зависимостей, подвергающихся количественной оценке.

Для этих целей можно использовать метод параметрических коэффициентов, представленных В. Г. Эдигером [1]. Они позволяют, при наличии данных по опробованию обогащаемого сырья, вычислить, независимо друг от друга, основные технологические показатели процесса, а именно коэффициенты обогащения, извлечения и расходный по основному веществу, что позволяет достаточно полно оценить эффективность сопоставляемых методов и технологических схем и оптимизировать процесс. По мере увеличения содержания хлорида натрия в обогащаемом сырье изменение данных коэффициентов становится незначительным и чрезвычайно трудно найти оптимальное решение. Положение осложняется различными требованиями стандарта к абсолютному содержанию примесей в выпускаемой продукции. По стандарту для первого сорта (ГОСТ 51574-2000) содержание нерастворимого остатка изменяется от 0,16 до 0,45 % масс., а иона магния от 0,05 до 0,1 % масс. Незначительное по сравнению с величиной нерастворимого остатка изменение концентрации иона магния в продукте может привести к снижению сортности ее, хотя при этом содержание хлорида натрия остается постоянным или даже увеличится. Кроме того, показатель оценки эффективности обогащения должен отвечать необходимым в данном случае требованиям – для идеального процесса иметь максимально возможное значение (в нашем случае приня-

тое за единицу), а при отсутствии обогащения иметь минимальное значение.

Все примеси, сопутствующие галиту находятся на поверхности кристалла и внутри него. Содержание поверхностных примесей изменяется в зависимости от условий добычи соли комбайном (различная мощность пласта соли, иловые «окна» и т. д.) и эффективности обогащения. Внутрикристалльные примеси представляют собой интегрированную величину всего многообразия факторов, определяющих процесс формирования твердой фазы (состав, концентрация, температура поверхностной и донной рапы, наличие соосаждающихся и высаливающих солей, кинетика процесса кристаллизации и т. д.), в которых роль человека ограничена.

Следовательно, объективным критерием чистоты хлорида натрия может быть только внутрикристалльное содержание примесей, количество которых, при отсутствии дробления кристаллов, постоянно.

Для оценки и сравнения качества хлористого натрия примем содержание внутрикристалльных примесей ($e_{вн}$ %, масс.). По этому показателю сравним сырье месторождений озер Бурлинского, Калкаман, Светлица, Баскунчак. (таблица 1). Из сопоставления значе-

ний $e_{об}$ (общее содержание примеси в хлориде натрия, % масс.) по нерастворимому остатку, взятых из литературных источников, видно, что их величина возрастает в последовательности, которая отличается от значений $e_{вн}$. Такое расхождение можно объяснить различными местом и временем отбора проб, однако такой же результат получается при сравнении значений $e_{вн}$ и $e_{об}$, полученных нами при анализе проб одной партии. Если учесть, что состав рапы озера изменяется в течение года, то это отразится на содержании поверхностных примесей в отбираемой пробе. Так, например, содержание иона магния в рапе озера Бурлинского в мае составляет 0,86 % масс., а в сентябре 1,07 % масс. При влажности пробы соли 8 % будем иметь содержание в ней поверхностных примесей иона магния в мае 0,10 % масс., а в сентябре 0,12 %. В то же время на величине $e_{вн}$ это изменение концентрации солей в рапе не отразится. Следовательно, данные по внутрикристалльному содержанию примесей в соли дают объективную информацию о чистоте кристаллов хлорида натрия и являются тем пределом, который может быть достигнут при идеальной очистке их.

Таблица 1

Месторождение	Вид примеси	Содержание примесей, % масс.				Источник	Примечание
		Mg ²⁺	Ca ²⁺	SO ₄ ²⁻	нерастворимый остаток		
Бурлинское	$e_{об}$	0,06	0,03	0,135	0,341	автор [2]	соль обогащенная соль не обогащенная
	$e_{об}$	0,11	0,11	0,46	8,24		
	$e_{вн}$	0,03	0,03	0,09	0,166	автор	
Калкаман	$e_{об}$	0,22	0,28	1,38	0,79	автор [3]	соль обогащенная соль не обогащенная
	$e_{об}$	0,54	0,84	3,45	5,50		
	$e_{вн}$	0,03	0,04	0,12	0,21	автор	
Светлица	$e_{об}$	0,08	0,31	0,96	0,35	автор [4]	соль обогащенная соль не обогащенная
	$e_{об}$	0,37	0,19	0,95	4,14		
	$e_{вн}$	0,02	0,02	0,05	0,15	автор	
Баскунчак	$e_{об}$	0,03	0,20	0,41	0,14	автор	соль обогащенная
	$e_{вн}$	0,01	0,08	0,23	0,07	автор	

Таблица 2

Место отбора пробы	Содержание (% масс.) нерастворимого в воде остатка в пересчете на сухое вещество		η	η^k	μ	μ^k
	на обогатительной установке	после дополнительной промывки в классификаторе				
Исходное сырьё	1,64	0,23	0,91			
после 1 классификатора	0,77	0,29	0,8	0,04		0,57
после 1 элеватора	0,50	0,28			0,33	0,58
после 2 классификатора	0,43	0,27	0,59	0,08		0,6
после 2 элеватора	0,39	0,28			0,42	0,59
после 3 классификатора	0,33	0,27	0,37	0,07		0,61
после 3 элеватора	0,30	0,27			0,55	0,61

ОБОГАЩЕНИЕ ГАЛИТА ОЗЕРНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

В процессе обогащения соляного сырья происходит изменение его качественного состава, что требует наличия показателей, учитывающих эти отклонения и позволяющих оценивать и сравнивать применяемые и предлагаемые технологические схемы и аппараты.

В этом случае показатели внутрикристалльного содержания примесей заключают в себе малую информативность о происходящих при этом процессах.

Для оценки эффективности очистки хлорида натрия от растворимых в воде примесей нами предложена величина μ , равная отношению внутрикристалльного содержания примесей к общему:

$$\mu = \frac{\theta_{\text{вн}}}{\theta_{\text{об}}}$$

Для примесей, отделяемых от соли методом классификации, в числитель показателя μ добавляется величина $\theta_{\text{гр}}^{\pm}$, которая определяет содержание в соли частиц, имеющих размер, превышающий граничную крупность разделения:

$$\mu = \frac{\theta_{\text{вн}} + \theta_{\text{гр}}^{\pm}}{\theta_{\text{об}}}$$

Процесс очистки хлорида натрия от нерастворимых в воде примесей целесообразно разделить на два: оттирки частиц нерастворимого остатка с поверхности кристаллов соли, которая является подготовительной перед классификацией операцией, и собственно классификации не связанных между собой частиц.

Для количественной оценки эффективности оттирки ведем показатель η , равный:

$$\eta = 1 - \frac{\theta_{\text{об}}^{\text{II}} - \theta_{\text{вн}}^{\text{II}}}{\theta_{\text{об}}^{\text{I}} - \theta_{\text{вн}}^{\text{I}}}$$

где $\theta_{\text{об}}^{\text{I}}$ – начальное до оттирки содержание частиц нерастворимого остатка в соли, которые не могут быть удалены при классификации, % масс;

$\theta_{\text{об}}^{\text{II}}$ – конечное, после оттирки, содержание частиц нерастворимого остатка в соли, которые не могут быть удалены при классификации, % масс.

Предложенные показатели позволили сделать анализ эффективности береговой обогатительной установки по очистке хлорида натрия от нерастворимого в воде остатка.

Технологическая схема представляет собой последовательно расположенные спиральные классификаторы и обезвоживающие суспензию ковшовые элеваторы. Пробы соли отбирались после каждого классификатора и

элеватора. Каждая проба делилась на две, одна из которых дополнительно промывалась в лабораторном классификаторе, представляющем собой зигзагообразный канал прямоугольной формы (сечение 50 × 80 мм, число ступеней 6). Скорость восходящего потока рапы в классификаторе устанавливалась такая, чтобы в слив его выделялась фракция соли – 0,2 мм. Показатели рассчитаны для значения $e_{\text{вн}} = 0,166$ % масс. При расчете η и μ было сделано допущение, что при классификации в зигзагообразном аппарате происходит полное удаление всех частиц нерастворимого остатка, оттертых от кристаллов соли (таблица 2). Из таблицы 2 видно, что значение η еще до обогащения на береговой установке составляет 0,91, т. е. 91 % нерастворимого остатка, подготовленного для проведения классификации. Однако вместо этого соль подвергается оттирке и классификации в трех аппаратах, что свидетельствует о нерациональности технологии озерной соли. Высокое значение η (0,8; 0,59; 0,37) в данном случае не свидетельствует об эффективности оттирки, а следствие плохой классификации, где μ равно 0,33; 0,42; 0,55. Этот вывод подтверждается величиной η^k , полученной при дополнительной промывке соли в зигзагообразном аппарате, которая составляет 0,04; 0,08; 0,07. Незначительное изменение μ^k (0,57 – 0,6) для зигзагообразного классификатора указывает на постоянство его эффективности при колебании загрязненности соляного сырья.

Следовательно разработанные показатели позволяют оценить эффективность процессов, происходящих при очистке соли, технологической схемы обогащения и применяемой аппаратуры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Эдигер В. Г. Метод параметрических коэффициентов для решения задач химической технологии // Тр. ин-та / Алт. политехн. институт им. И.И. Ползунова. – 1970. – Вып. 8. – с. 128 – 141.
2. Антипова А.С. Соляные озера Алтайского края, Новосибирской и Омской областей // Тр. ин-та / ВНИИсоль. – 1967. – Вып. 11 (19). – с. 95 – 119.
3. Антипова А.С. Соляные месторождения Казахской ССР // Тр. ин-та / ВНИИсоль. – 1967. – Вып. 11 (19). – с. 35 – 94.
4. Матвеева Т.А., Богун В.М. // Соляная промышленность. – 1976. - № 5. – с. 7 – 10.