

## СОРБЕНТЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ПРОЦЕССЕ ИЗВЛЕЧЕНИЯ БЛАГОРОДНЫХ И РЕДКИХ МЕТАЛЛОВ ИЗ ПУЛЬПЫ В МЕТАЛЛУРГИИ

Негматов С.С., Эрнийёзов Н.Б., Негматова К.С., Абед Н.С.,  
Икрамова М.Э., Бозоров А.Н., Раупова Д.Н.

ГУП «Фан ва тараккиёт» при ТашГТУ им. И. Каримова, Узбекистан

**Введение.** В последнее время для селективного извлечения металлов из растворов и пульпы в металлургии благородных и редких металлов широко применяются специально разработанные ионообменные смолы, способные селективно извлекать металл из растворов и пульпы [1].

Ионообменные процессы извлечения и очистки металлов от примесей основаны на способности ряды твердых веществ (иониты) обмениваться ионами с растворами электролитов.

В промышленности наиболее часто используют совмещение процессов цианирования и сорбции, так называемого сорбционного выщелачивания.

Сорбцию благородных металлов (золота и серебра) ведет на анионитах АМ-2Б, АП-3х8П и АП-2х12П АМ-П из цианистых пульп, содержащих обычно 2-10 мг/л золота. Установлено, что бифункциональные аниониты АМ-2Б, АП-3х8П и АП-2х12П превосходят по емкости сильноосновной анионит АМ-П; наибольшую емкость имеет анионит АМ-2Б [2].

В табл. 1. приведены значения равновесных обменных емкостей и селективности анионитов различных типов. Селективность оценивалась как отношение емкости смолы по золоту к суммарной емкости по металлам - примесям.

Таблица 1

**Емкость и селективность анионитов**

Ионит	Емкость E, мг/г					Селективность, $E_{Au}/E_{прим.}$
	Au	Zn	Ni	Cu	Fe	
АМ – П	8.1	4.3	5.5	25.6	13.5	0,2
АП – 3х8П	12.8	3.2	4.4	19.1	3.2	0,4
АП – 2Х12П	13.6	3.4	3.5	15.8	3.2	0,5
АМ – 2Б	15.3	3.1	3.5	4.7	1.3	1,2

**Сорбционные извлечения золота.** Сорбцию благородных металлов ионообменными смолами можно осуществлять как из осветленных цианистых растворов, так и непосредственно из пульп в процессе цианирования.

Анионообменная смола АМ-2Б, обладает наибольшей селективностью по отношению к золоту, по сравнению с другими ионитами.

Процесс сорбции проводят с ионообменной смолой из пульпы в процессе цианирования. Растворяясь в цианистом растворе, благородные



металлы переходят в жидкую фазу пульпы и, одновременно сорбируются ионитом.

Цианирование занимает особое место в золотодобывающей промышленности и основано на способности золота, а также серебра, растворяться в слабых растворах щелочных цианидов по реакции:



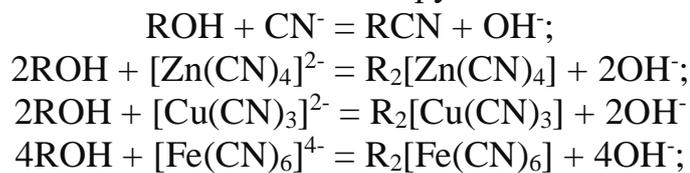
В промышленности наиболее часто используют совмещение процессов цианирования и сорбции, так называемого сорбционного выщелачивания.

Для цианистого комплекса золота в качестве ионообменной смолы разработан на основе стирола и дивинилбензола бифункциональный макропористый анионный сорбент АМ-2Б. Он достаточно прочен, легко регенерируется, имеет высокую емкость и селективность. Расход смолы составляет 10-20 г/т. Противоионом в смоле является гидроксильный ион  $\text{OH}^-$ , который легко обменивается на золото-цианистый комплекс.

Взаимодействие цианистого комплекса со смолой проходит по реакции:  
 $[\text{Au}(\text{CN})_2]^- + \text{ROH} = \text{R}[\text{Au}(\text{CN})_2] + \text{OH}^-$ ;

где R - каркас ионита.

Извлечение золота из раствора определяется равновесной концентрацией его в растворе. Кроме золота на смоле собираются свободный цианид и цианистые комплексы других металлов.



Проведенные реакции снижают емкость смолы по золоту. На смоле также собираются анионы  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$

Для большинства анионитов порядок сорбции комплексных анионов металлов следующий:  $[\text{Au}(\text{CN})_2]^- > [\text{Zn}(\text{CN})_4]^{2-} > [\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-} > [\text{Ag}(\text{CN})_2]^- > [\text{Cu}(\text{CN})_3]^{2-} > [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$

В настоящее время научно-исследовательские работы по повышению извлечения благородных металлов (золота, серебра и др.) из сложных цианистых пульп, ведутся в основном в двух направлениях: синтез новых селективных сорбентов и разработка эффективных схем их регенерации.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. A. Bozorov, M. Ernazarov, S.Negmatov, H. Sharipov. Development of an Environmentally Friendly Technology for Producing Ammonium Molybdenum Acid from Copper-Molybdenum Industrial Product. JOURNAL OF OPTOELECTRONICS LASER. ISSN:1005-0086. Volume 41 Issue 6, 2022. DOI: 10050086.2022.06.88. <http://www.gdzjg.org/index.php/JOL/article/view/608>. pp. 734-741.

2. S.Negmatov, R.Mihridinov, H. Sharipov, A.Bozorov. Obtainment of molybdenum wire of heightened plasticity. THERMAM-2015 and 4<sup>nd</sup> Rostocker international symposium. Thermophysical Properties for Technical



Thermodynamics. 17-18 September 2015. Baku, Azerbaijan p.94.