

ВЛИЯНИЕ ФОСФАТ ИОНА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ СУЛЬФАТ УРАНИЛА

Ж.Э. Хужаев, М.А. Мустафаев, У.У. Хужамов

Научный руководитель доцент У.З. Шарафутдинов

Навоийский государственный горный институт, г. Навои, Узбекистан

Развитие добычи урана в Кызылкумском регионе на основе физико-химических технологий неразрывно связано с общей тенденцией в мировой горно-добывающей промышленности и происходит на фоне непрерывного изменения экономических условий и спроса на рынке сырьевых ресурсов. Существенное влияние на нашу экономику, наряду с производством других редких металлов, оказывает добыча, переработка урана. Между тем в технологии производства урана есть много нерешенных проблем.

Одной из таких проблем является фактор отрицательного влияния различных депрессирующих ионов на технологические процессы сорбции и десорбции урана, в процессе обогащения.

Депрессирующими примесями являются анионы, хорошо сорбируемые анионитами и конкурирующие с извлекаемыми комплексами ионов урана. К анионам такого рода относятся сульфат – и биосульфат- ионы, нитрат-, хлорид-, фторид- и фосфат ионы. Снижение относительной емкости анионита по урану от 100 до 80% при повышении концентрации депрессирующих ионов в продуктивных растворах свыше 1,0г/л для нитрат – иона; 0,8г/л и 1,0г/л для хлорид и фосфат - ионов соответственно.

Проблемам, связанным с депрессирующими примесями, таких как фосфор, присутствующих в продуктивных растворах, поступающих с геотехнологических полей при подземном выщелачивании (ПВ) и способами очистки от него в процессе получения уранового химконцентрата и посвящена данная работа.

Для нас представляют интерес в основном уранилфосфатные комплексы содержащие ионы аммония. В лабораторных условиях получен, а в природных условиях встречается аммоний уранилфосфат кристаллизующийся с тремя молекулами воды – минерал урамфит - $NH_4UO_2PO_3 \cdot 3H_2O$.

При содержаниях фосфора в продуктивных растворах до 1,0г/л, содержание его на анионите может достигать до 2-6 кг/т. Это приводит в дальнейшем на технологическом переделе к образованию уранофосфатных осадков. Причем, при проведении серно-нитратной десорбции, где кислотность исходного раствора составляет 5,0-5,5% эти осадки полностью растворяются, а при азотно-нитратной десорбции, где кислотность 3,5-4,0% эти осадки выпадают по всем колоннам регенерации. Но в обоих случаях, они собираются в емкостях с готовой продукцией. Химический состав осадков приведен в таблице 1.

Из таблицы 1 видно, что в составе осадков находится около 50-60% урана, 5,0-6,0% фосфора 10-12% кремния. Кремнийсодержащие осадки образуются при обработке готовой продукции техническим желатином. Таким образом, в емкостях для хранения готовой продукции образуется смесь уранофосфатных и кремнийсодержащих осадков.

Перед нами стояла задача – определение способов отмывки фосфора с анионита для исключения образования указанных осадков.

Для определения оптимального варианта отмывки насыщенного сорбента от фосфора были опробованы растворы аммиака, хлористого натрия, соды, бикарбоната аммония и их смесей, а также растворы серной кислоты, сульфата аммония и их смеси.

Таблица 1

Химический состав осадков

№	Содержание компонентов, %						
	U	P	SiO ₂	Fe	Al ₂ O ₃	SO ₄	NO ₃
1	27,07	2,4	33,4	-	-	-	-
2	31,98	4,15	28,84	-	-	-	-
3	44,63	3,59	7,09	-	1,45	10,6	-
4	43,86	2,75	8,2	-	н/о	14,6	-
5	41,65	5,96	12,1	0,6	-	2,22	н/о
6	40,7	4,62	10,5	0,6	-	8,09	2,1

Результаты получены при использовании растворов следующие:

1. бикарбоната аммония – степень отмывки соединений фосфора 73-86%;
2. раствором соды – степень отмывки фосфорсодержащих ионов – 80-100%;
3. растворы серной кислоты – степень отмывки фосфорсодержащих ионов – 80-90%.

Кроме этого, были использованы сливы сорбционных колонн в качестве отмывочного раствора от фосфора, но данный метод не показал никакой эффективности из-за высокого солевого состава технологических растворов. При этом потери урана с ионита составили около 20-25%.

В связи с тем, что на анионите происходит нейтрализация соды, второй способ очистки анионита тоже не может быть использован на нашем производстве.

Были проведены опытные работы по отмывке анионита от фосфора растворами серной кислоты различными концентрациями. Сводная таблица проведенных анализов приведена в таблице 2.

Таблица 2

Сводная таблица результатов отмывки анионита от фосфора

Промывной раствор	В жидком, мг/л			В смоле кг/т			Извлечение, %			Первоначальное содержание, кг/т		
	U	NO ₃	P	U	NO ₃	P	U	NO ₃	P	U	NO ₃	P
Техническая вода, исх.	14	61	15	27,4	32,3	0,21	0,7	2,1	46,2	27,59	32,99	0,39
0,5%	34	120	24,2	27,2	31,6	0,1	1,6	4,2	74,4	27,64	32,99	0,39
1,0%	65	160	25	26,8	31,1	0,09	2,9	5,8	76,9	27,60	33,01	0,39
1,5%	106	320	22	26,3	29,2	0,09	4,7	11,5	76,9	27,60	32,99	0,39

Использование технической воды, подкисленной серной кислотой до 0,5% позволяет отмыть анионит от фосфора на 75% при незначительных потерях урана 1,4%.

В настоящее время неизвестен промышленный способ предварительной отмывки фосфат-ионов с насыщенных ураном анионитов с требуемой эффективностью, т.е на 100%.

Эффективность внедренного в производстве сернокислотного способа отмывки насыщенных анионитов от соединений фосфора составляет 85-90%. Оставшиеся на анионите ионы фосфора десорбируются совместно с ураном, концентрируются на стадии осаждения и дают осадки в сернокислом растворе готовой продукции. Значительное количество урана в данных осадках вызывает необходимость их дальнейшей переработки с целью возврата урана в готовую продукцию. Разрабатывались и опробовались различные способы переработки уранофосфатных осадков:

1. Выщелачивание урана из уранофосфатных осадков содой и осаждение соединений фосфора двухвалентным железом;
2. Обработка уранофосфатных осадков растворами едкого натра;
3. Растворение уранофосфатных осадков в серной кислоте.

Первые два способа не дали существенных результатов. Сернокислотная обработка уранофосфатных осадков проводилась в статических условиях при соотношении Т:Ж, равном 1:10, периодическом перемешивании в течении 2 часов и концентрациях серной кислоты, равных, г/л: 50, 100, 150 и 200. Исследуемый осадок содержал, %: урана -42,75; фосфора -6,375; алюминия -0,54; двуокиси кремния -11,2; сульфат-иона -3,3. Влияние концентрации серной кислоты на растворение осадков в приведены в табл.3.

Таблица 3

Влияние концентрации серной кислоты на растворение осадков, содержащих соединения урана и фосфора

Концентрация серной кислоты	Фильтрат, г/л		Осадок, %	
	U	P	U	P
5%	9,8	1,93	35,9	4,72
10%	16,9	1,93	24,86	3,146
15%	23,4	2,77	7,6	0,956
20%	23,4	2,77	5,78	0,634

По данным, приведенным в табл. 3 можно сделать вывод, что оптимальным режимом следует считать обработку осадков 15-20% -ной серной кислоты, где происходит максимальное растворение осадка. В аналогичных условиях было определено отношение Т:Ж, при котором происходит наиболее полное растворение осадка. Полученные при растворении уранофосфатных осадков сернокислотные урансодержащие растворы имеют высокую кислотность: 140-150 г/л H₂SO₄.

Сернокислотное выщелачивание урана из осадка повторяют еще 2-3 раза до снижения урана в них ниже 0,05%. Осадки после обработки сернокислым раствором направляются в отстойник продуктивных растворов ПВ. При этом, повышение содержание урана и фосфора в растворе незначительно, и не превышает 10% - что практически не изменяет величин равновесного насыщения анионита по урану и фосфору, т.е. содержание соединений фосфора на насыщенном анионите, полученном с операции, практически не изменится.

Таким образом, способ обработки уранофосфатных осадков сернокислыми растворами является наиболее приемлемым для производственных условий и позволяет доизвлекать уран (до 90%) с наименьшими затратами.