

КАТАЛИТИЧЕСКОЕ ОКИСЛЕНИЕ U^{4+} ДО U^{6+}
КАТАЛИЗАТОРОМ «МУХАМЕДЖАН-1»

Е. Ж. Айбасов, к.х.н.

ТОО «Институт высоких технологий»

«Мухамеджан-1» катализаторымен U^{4+} -ден U^{6+} -ға дейін катализдік тотығу тотығу-тотықсыздану әлеуетін (ТТӘ) 387 –ден 480 мВ –дейін ($\Delta T T \bar{\Theta} = 100 \text{ мВ}$) ұлғайтады және рН-ты 2,06- дан 1,47 –дейін азайтатынын ($\Delta \text{pH} = 0.6 \text{ В}$) көрсетті, ол, өнімдік ерітіндіден уранның шығымын арттыруға және күкірт қышқылының шығынын азайтуға мүмкіндік береді.

Түйінді сөздер: катализаторлық тотығу, «Мухамеджан-1» катализаторы, уранның шығымы.



The article shows that the catalytic oxidation of U^{4+} to U^{6+} by catalytor "Mukhamedzhan-1" increases oxidation-reduction potential from 387 to 480 мВ ($\Delta \text{IOR} = 100 \text{ мВ}$) and decreases pH from 2,06 to 1,47 ($\Delta \text{pH} = 0,6 \text{ В}$) that allows to increase uranium output from productive solution and decrease sulphuric acid rate.

Key words: catalytic oxidation, catalytor "Mukhamedzhan-1", uranium output.

В последнее время большое внимание уделяется исследованию новых методов интенсификации подземного скважинного выщелачивания урана с использованием различных окислителей. Появились новые виды окислителей. Поэтому актуальными проблемами являются разработка и внедрение новых методов каталитического окисления U^{4+} до U^{6+} .

Ранее нами был разработан катализатор «Мухамеджан-1» для каталитического окисления высокотоксичных веществ в почве, сточных водах и газах, который успешно прошел промышленные испытания в печном цехе на Новокамбылском фосфорном заводе и в позиционном районе на космодроме Байконур [1,2].

Предложенный катализатор «Мухамеджан-1» представляет собой 5 % -ный однородный водный раствор металлокомплексного катализатора, который содержит ионы переходных d-металлов. В физико-химической лаборатории ТОО «Институт высоких технологий» по результатам собственных исследований разработана новая технология каталитического окисления U^{4+} до U^{6+} катализатором «Мухамеджан-1».

Сущность действия катализатора «Мухамеджан-1» заключается в окислении U^{4+} до U^{6+} в слабокислых растворах.

Соли урана (IV) при взаимодействии с раствором катализатора окисляются до U^{6+} по суммарной химической реакции:



Реакция регенерации отработанного катализатора KT_{Red} кислородом воздуха описывается следующим уравнением:



Окисление урана протекает по сложному многоступенчатому механизму. Температура проведения каталитического окисления 25-30 °С, так как основные технологические процессы проходят в этом температурном режиме. Для регенерации отработанного катализатора «Мухамеджан-1» в регенератор подается сжатый воздух под давлением 0,2-0,4 МПа.

Апробация катализатора успешно прошла на 3-х урановых рудниках с реальными урансодержащими растворами. В период с 3 по 9 декабря 2010 г. в физико-химической лаборатории уранового рудника «Уванас» нами были проведены лабораторные испытания катализатора «Мухамеджан-1» для окисления U^{4+} в U^{6+} на 3-х образцах проб (продуктивный раствор (ПР), пробоотборник ГТП 199 блок - скв. № 62, 201 блок - скв. № 125), выщелачивающий раствор (ВР) от 07.12.2010 г.

Результаты окисления U^{4+} в U^{6+} катализатором «Мухамеджан-1» на урановом руднике «Уванас» приведены ниже (табл. 1).

Таблица 1

Окисление U^{4+} в U^{6+} катализатором «Мухамеджан-1» в пробах ПР,
 пробоотборник ГТП 199 блок - скв. № 62, 201 блок - скв. № 125
 от 30.11.2010 г., ВР от 07.10.2010 г.

201 блок – скв. № 125

№	Катализатор «Мухамеджан-1», мл	pH	Окислительно-восстанови- тельный потенциал, мВ
1	0	2,16	441
2	1	1,53	452
3	2	1,44	458
4	3	1,34	464
5	4	1,29	472
6	5	1,28	476
7	10	1,07	492

199 блок – скв. № 62

1	0	2,04	459
2	1	1,80	471
3	2	1,66	479
4	3	1,54	485
5	4	1,47	490
6	5	1,38	495
7	10	1,15	511

ВР

1	0	1,90	441
2	1	1,71	462
3	2	1,60	476
4	3	1,49	486
5	4	1,43	496
6	5	1,34	506
7	10	1,14	1038

ПР

№	Катализатор «Мухамеджан-1» +KMnO ₄ , мл	pH	Окислительно-восстановительный потенциал, мВ
1	0	1,88	435
2	1	1,98	996
3	2	2,00	1008
4	3	2,02	1015
5	4	2,03	1018
6	5	2,04	1025
7	10	2,05	1042

ВР

1	0	1,90	441
2	1	1,95	990
3	2	1,96	1028
4	3	1,97	1039
5	4	1,98	1046
6	5	1,99	1050
7	10	2,01	1059

В соответствии с полученными результатами установлено, что добавка ионов марганца резко увеличивают окислительно-восстановительный потенциал, а также катализируют реакцию окисления U^{4+} до U^{6+} в выщелачивающем растворе. Причем в водных растворах катализатор «Мухамеджан-1» увеличивает ОВП с 0,440 до 0,511В и уменьшает pH с 2,16 до 1,07 и , как следствие, снижается расход серной кислоты.

В период с 6 по 9 декабря 2010 г. в физико-химической лаборатории уранового рудника «Ақдала» были проведены лабораторные испытания катализатора «Мухамеджан-1» для каталитического окисления U^{4+} до U^{6+} на выщелачивающем растворе с пескоотстойника.

Результаты каталитического окисления U^{4+} до U^{6+} в выщелачивающем растворе уранового рудника «Акдала» катализатором «Мухамеджан-1» приведены в табл. 2.

Таблица 2

Окисление U^{4+} до U^{6+} катализатором «Мухамеджан-1»

№	Катализатор, мл	pH	ОВП, мВ	№	Катализатор, мл	pH	ОВП, мВ
1	0	2,06	393	1	0	2,06	387
2	1	1,96	402	2	1	1,93	416
3	2	1,95	419	3	2	1,91	420
4	3	1,93	424	4	3	1,90	429
5	4	1,90	434	5	4	1,80	439
6	5	1,89	440	6	5	1,76	447
7	6	1,78	450	7	6	1,68	452
8	7	1,60	488	8	7	1,47	480

Как следует из данных, применение катализатора «Мухамеджан-1» увеличивает окислительно-восстановительный потенциал (ОВП) с 387 до 480 мВ (Δ ОВП = 100 мВ) и уменьшает pH с 2,06 до 1,47 (Δ pH = 0,6 В). В результате увеличивается выход урана из продуктивного раствора и снижается расход серной кислоты, так как с повышением окислительно-восстановительного потенциала увеличивается извлекаемость урана из пласта, при ОВП \approx 480 мВ извлекается до 98,5 % урана.

На урановом руднике «Аппак» нами были проведены лабораторные испытания катализатора «Мухамеджан-1» по окислению U^{4+} до U^{6+} в сернокислых растворах, для песчаного и глинистых кернов, обработанных стандартными и предлагаемыми методами, показавшие повышение ОВП и содержания урана. Результаты до и после обработки песчаного и глинистых кернов, приведенные в табл. 3, свидетельствуют о том, что при обработке песчаного керна (4-4-4 В) 25 г/л серной кислоты содержание урана в растворе составляет 147,8 г/л, а после обработки - 10 мл катализатора «Мухамеджан-1» - 184,1 г/л за период отбора 16 ч.

Таблица 3

Результаты каталитического окисления U(IV) до U(VI) раствором катализатора «Мухамеджан-1» на урановом руднике «Аппак» для песчаной (4-4-4 В) и глинистой (1-2-3 Н) кернах

Период отбора, ч	Определенные компоненты	1-2-3 Н						4-4-4 В					
		25 г/л	окисление, мл		12 г/л	окисление, мл		25 г/л	окисление, мл		12 г/л	окисление, мл	
			5	10		1	2		5	10		1	2
1	U, мг/л	48,3	53,1	50,5	48,1	63,1	65,5	118,6	124,6	129,3	118,6	125,6	139,3
	pH	0,91	0,92	0,90	0,91	0,92	0,90	0,93	0,96	0,91	0,93	0,95	0,92
	ОВП, В	0,479	0,512	0,600	0,470	0,513	0,592	0,500	0,414	0,400	0,500	0,534	0,610
4	U, мг/л	55,7	65,2	62,8	55,2	74,7	77,2	126,5	147,3	149,4	139	149,4	154,6
	pH	0,81	0,84	0,86	1,14	1,17	1,18	1,95	0,92	0,88	1,16	1,17	1,17
	ОВП, В	0,455	0,502	0,691	0,454	0,446	0,445	0,446	0,504	0,695	0,450	0,546	0,635
16	U, мг/л	62,8	69,4	84,9	63,3	78,1	83,3	147,8	164,0	184,1	156,7	169,4	178,3
	pH	0,94	0,88	0,87	1,1	1,15	1,18	0,93	0,89	0,86	1,14	1,17	1,15
	ОВП, В	0,438	0,593	0,689	0,442	0,524	0,626	0,437	0,596	0,649	0,493	0,546	0,642

Аналогичные результаты были получены при обработке глинистого керна (1-2-3 Н) 25 г/л серной кислотой. Так, содержание урана в растворе составляет 62,8 г/л, а после обработки - 10 мл катализатора «Мухамеджан-1» - 84,9 г/л за период отбора проб 16 ч.

Весной 2011 г. запланировано проведение опытно-промышленных испытаний катализатора «Мухамеджан-1» по повышению выхода урана в растворе на геотехнологическом полигоне на урановом руднике «Южный Инкай».

Литература

1. *Айбасов Е. Ж., Айбасова С. М.* Космическая экология: Обеспечение экологической безопасности при эксплуатации районов падения отделяющихся частей ракет-носителей и детоксикация почвы катализатором «Мухамеджан-1». - Алматы, 2009. - 240 с.

2. *Айбасов Е. Ж., Айбасова С. М.* Прикладная экология: очистка почвы, сточных вод и газов от токсичных веществ катализатором «Мухамеджан-1». - Алматы, 2010. - 240 с