

ОТРАБОТКА РЕЖИМОВ ПАССИВАЦИИ НА СТАЛЬНОЙ ТРУБЧАТКЕ ПАРОГЕНЕРАТОРОВ АЭС

В.И. Павленко*, Л.Л. Лебедев*, В.В. Прозоров,**

В.А. Доильницын***

** Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова,
г. Белгород*

*** Сосновоборский проектно-изыскательский институт «Всероссийский проектный и научно-исследовательский институт комплексной энергетической технологии», г. Сосновый Бор*

**** Санкт-Петербургский государственный технологический институт (ТУ), г. Санкт-Петербург*



Проведены электрохимические исследования на образцах трубчатки парогенераторов, изготовленных из стали 08X18H10T, не бывших в эксплуатации, после промывок растворами кислот и комплексонов с различными добавками с последующей пассивацией или без пассивации. Установлено, что наилучшая пассивация отмечена при обработке образцов в растворах, содержащих азотно-кислый алюминий, стационарный потенциал при этом (по сравнению с рассмотренными способами) смещается в более положительную область, что говорит о высоком экранировании активных участков на поверхности металла.

Ключевые слова: пассивация, АЭС, трубчатка парогенератора, коррозия металла.
Key words: passivation, nuclear power plants, the steam generator pipe heaters, metal corrosion.

При эксплуатации энергоустановки происходит загрязнение поверхностей оборудования первого контура, в том числе трубчатки парогенераторов, радионуклидами. При проведении ремонта парогенераторов необходимо чтобы радиационная доза, получаемая за это время персоналом, была минимальной. Для этого проводят дезактивацию парогенераторов. В процессе дезактивации вместе с рыхлыми отложениями в раствор переходят и плотные оксидные пленки, защищающие металл от коррозии. И хотя нержавеющие стали способны к самопассивации и скорость коррозии со временем снижается, тем не менее, с учетом огромной поверхности трубчатки (2000 м² на один парогенератор ПГВ-440, а число их на один реактор – шесть), дополнительная пассивация могла бы быть эффективной. Снижение коррозии конструкционных сталей привело бы к улучшению теплофизических свойств теплопередающих поверхностей вследствие снижения отложений и улучшения радиационной обстановки за счет меньшей активации продуктов коррозии, перешедших из металла в теплоноситель и активирующихся впоследствии в нейтронном потоке ядерного реактора.

© *В.И. Павленко, Л.Л. Лебедев, В.В. Прозоров, В.А. Доильницын, 2013*

Отработка режимов пассивации проводилась на образцах трубчатки парогенераторов АЭС с реактором ВВЭР-440, изготовленных из стали 08Х18Н10Т, предоставленных Центром материаловедения и ресурса (ЦМиР) концерна «Росэнергоатом», и на образцах, предоставленных Ново-Воронежской АЭС совместно с Научно-исследовательским технологическим институтом им.А.П. Александрова.

Процесс пассивации осуществлялся следующим образом. Образцы, подвергшиеся дезактивации, помещали в стеклянные стаканчики и заливали пассивирующим раствором. При этом соотношение объем раствора/площадь поверхности образца составляло 10/1 см³/см². Стаканчики помещали в водяную баню, в которой поддерживали необходимую температуру с точностью ±5°С. Растворы периодически перемешивали. По окончании пассивации образцы извлекали из раствора, тщательно промывали дистиллированной водой и высушивали на воздухе.

Оценка коррозионной активности образцов и степени их защиты от коррозии проводилась электрохимическими методами. В частности, проводили измерение равновесного электрохимического потенциала (РЭХП) образцов по отношению к хлорсеребряному электроду с последующим пересчетом потенциала по отношению к нормальному водородному электроду, а также снимали потенциодинамические кривые образцов. Определение РЭХП проводили с использованием высокоомного милливольтметра типа В-27 и потенциостата типа П-5848. Число независимых экспериментов для каждой группы образцов – три. Погрешность экспериментов не превышала 5%.

В первой серии экспериментов по определению РЭХП при отработке оптимальной методики измерения потенциала применяли образцы, представлявшие собой разрезанные пополам фрагменты парогенераторных трубок (полуцилиндры) длиной около 50 мм и величиной рабочей поверхности около 50 см². В основных сериях экспериментов для определения РЭХП использовали образцы, представлявшие собой продольные сегменты трубок с площадью рабочей поверхности от 0,6 до 5 см². Образцы помещали в боратный буферный раствор, имевший концентрацию по борной кислоте 0,1 моль/л и нейтрализованный концентрированным раствором едкого калия до величины рН=7,2. Нерабочую внешнюю поверхность образцов (поверхность трубки со стороны второго контура), а также подводящие к образцам медные и стальные провода изолировали от раствора с помощью покрытий из фторопластового лака.

Потенциал образца, как правило, устанавливался не мгновенно, а по истечении определенного времени. Для большей части образцов стабилизация потенциала достигалась после выдержки в растворе в течение 0,5–1,0 часа. Для некоторых образцов стабилизация потенциала наблюдалась через 24 часа и даже через большие промежутки времени. При этом можно отметить общую тенденцию: длительная выдержка образцов в боратном буферном растворе способствовала росту потенциала и смещению РЭХП в область более положительных потенциалов.

При снятии потенциодинамических кривых образцы помещали в боратный раствор приведенного выше состава. Скорость развертки составляла 50 мВ/мин. Для повышения точности измерения тока в измерительную схему вводили микроамперметр постоянного тока типа М57.

В таблице 1 приведены результаты экспериментов по изучению влияния способа обработки образцов стали 08Х18Н10Т на величину стационарного равновесного потенциала. Образцы вырезались из трубок, не бывших в эксплуатации.

Из приведенных данных видно, что обработка стали раствором соляной кислоты резко понижает стационарный потенциал с постепенным повышением в течение 20–25 минут до стационарного значения +135 мВ относительно нормального

Таблица 1

Влияние способа обработки поверхности образцов, выполненных из хромоникелевой стали X18H10T, на коррозионные, сорбционные характеристики и на величину стационарного равновесного потенциала

№ п/п	Способ обработки поверхности образца	Величина стационарного равновесного потенциала, мВ (отн. н.в.э.)*
1	Механическая зачистка образца наждачной бумагой № 2, 3, промывка дистиллятом	+ (130–140)
2	Механическая зачистка образца наждачной бумагой № 2, 3, промывка дистиллятом с последующей обработкой образца концентрированной (разбавление дистиллятом 1:1) соляной кислотой в течение 10 минут при 20–25°C с окончательной промывкой образца дистиллятом	+80 с постепенным повышением в течение 20–25 минут до стационарного значения +135
3	Механическая зачистка образца наждачной бумагой № 2, 3, промывка дистиллятом. Обработка образца в течение трех часов при температуре 90–100°C в 3%-ном растворе щавелевой кислоты. Промывка образца дистиллятом после кислотной обработки	+ (150–160)
4	Механическая зачистка образца наждачной бумагой № 2, 3, тщательная промывка дистиллятом. Обработка образца в течение трех часов при температуре 90–100°C в 3%-ном растворе щавелевой кислоты, содержащем 0,1 % пероксида водорода. Промывка образца дистиллятом после кислотно-пероксидной обработки	+ (170–172)
5	Механическая зачистка образца наждачной бумагой № 2, 3, промывка дистиллятом. Обработка образца в течение трех часов при температуре 90–100°C в 3%-ном растворе щавелевой кислоты. Пассивация в 10 ⁻³ моль/л растворе азотной кислоты в течение четырех часов при температуре 90–100°C. Тщательная промывка запассивированного образца дистиллятом	+ (160–165)
6	Механическая зачистка образца наждачной бумагой № 2, 3, тщательная промывка дистиллятом. Обработка образца в течение трех часов при температуре 90–100°C в 3%-ном растворе щавелевой кислоты. Пассивация в 10 ⁻³ моль/л растворе азотной кислоты с добавкой нитрата алюминия (20 мг/л в пересчете на алюминий) в течение четырех часов при температуре 90–100°C. Промывка запассивированного образца дистиллятом	+ (188–190)

Примечание

1. Образцы имели форму полуцилиндров высотой около 50 мм с площадью поверхности 21–25 см².
2. При обработке образцов растворами поддерживали соотношение $V_{р-ра}/S_{образца} = 10/1$ мл/см².
3. Равновесный стационарный потенциал определяли, помещая образец в боратный буферный раствор.

водородного электрода. Это говорит о том, что нержавеющие стали в отличие от сталей перлитного класса способны к самопассивации и при комнатных температурах. Обработка сталей раствором щавелевой кислоты незначительно пассивирует металл. В то же время добавка в раствор пероксида водорода существенно смещает потенциал исследуемых образцов в положительную область.

Немного неожиданными явились более низкие, чем ожидалось, результаты, полученные при обработке образцов в слабоокислом разбавленном растворе азотной кислоты, так как стали перлитного класса в этих условиях пассивируются хорошо [1].

Наилучшая пассивация отмечена при обработке образцов в растворах, содержащих азотно-кислый алюминий, стационарный потенциал, при этом, по сравнению с рассмотренными способами, смещается в более положительную область, что говорит о высоком экранировании активных участков на поверхности металла. Этот результат не явился неожиданным, так как ранее было установлено [2], что при пассивации ионы алюминия значительно повышают антикоррозионные характеристики всех видов сталей, в том числе нержавеющих.

Одной из особенностей пассивации сталей в растворах, содержащих ионы алюминия, является то, что ионы алюминия, в первую очередь, сорбируются на самых активных участках поверхности (местах коррозионных язв, питтингов, трещин) и являются центром роста на них пассивных оксидных пленок, обладающих повышенными защитными свойствами. В других пассивирующих растворах рост пассивных пленок на активных участках затруднен, а образующиеся покрытия получают с низкими защитными свойствами. Это отмечено также в других работах, например, в [3].

В таблице 2 представлены способы пассивации, ранее используемые при пассивации конденсатно-питательного тракта АЭС с РБМК (H_2O_2 ; $HNO_3+H_2O_2$; HNO_2), а также предлагаемый нами способ, содержащий ионы алюминия, и предлагаемый ВНИИАЭС способ обработки гидразином с активирующей добавкой (гидрохинон-толуол). Как и в предыдущем случае (табл. 1), наилучшие результаты получены при обработке образцов растворами азотно-кислого алюминия с азотной кислотой.

Значительно худшие результаты получены при пассивации дезактивируемых образцов другими растворами. Ожидалось, что из них наилучшим пассивирующим эффектом должен обладать раствор азотистой кислоты, широко используемый в настоящее время при пассивации конденсатно-питательного тракта АЭС с РБМК [4]. Однако при пассивации нержавеющей стали его эффективность оказалась относительно низкой.

Неплохие результаты получены при обработке образцов восстановительным раствором гидразина с активирующей добавкой. Тем не менее, все эти способы показали несравненно худшие результаты, чем обработка раствором азотно-кислого алюминия с азотной кислотой.

Были проведены исследования по изучению электрохимических характеристик радиоактивно загрязненных образцов, выдержанных в модельном борсодержащем теплоносителе при температуре около $300^\circ C$ в течение 60-ти часов (выдерживали в автоклавах).

Из данных, приведенных в табл. 3, можно заметить, что ухудшения электрохимических характеристик не наблюдается.

Образцы, обработанные алюминийсодержащим раствором, приобретают более положительный электрохимический потенциал. Это указывает на то, что в процессе эксплуатации оборудования, обработанного по указанной технологии, на стальных поверхностях будет образовываться очень плотная оксидная пленка, экранирующая активные участки поверхности.

Условия проведения дезактивационной обработки и пассивации образцов, вырезанных из радиоактивно-загрязненных парогенераторных трубок. Величина равновесного электрохимического потенциала образцов дезактивации

Способ дезактивации	Способ пассивации	Равновесный ЭХП, мВ (относительно НВЭ)
1 стадия: 10 г/л КОН+1г/л КМпО ₄ 90–95°С; 2 часа 2 стадия: 30 г/л Н ₂ С ₂ О ₄ +1г/л Н ₂ О ₂ 90–95°С; 2 часа	Пассивация не проводилась	240–250
То же	1 г/л Н ₂ О ₂ 80–90°С; 2 часа	290–300
То же	60–65 мг/л ННО ₃ (рН=3) + 30 мг/л Н ₂ О ₂ 90–95°С; 4 часа	340–345
То же	Al(NO ₃) ₃ (10 мг/л по Al) + ННО ₃ до рН=3 (около 60 мг/л) 90–95°С; 4 часа	430–435
То же	ННО ₂ до рН=2,9–3,1 90–98°С; 4 часа	340–345
То же	30 мг/л N ₂ H ₄ + 0,2 мг/л активирующей добавки 60–80°С; 4 часа	285–295
1 стадия: 30 г/л КОН+5г/л КМпО ₄ 85–95°С; 1 час 2 стадия: 30 г/л Н ₃ Citr+1г/л Н ₂ О ₂ 85–95°С; 1 час 3 стадия: 5г/л Н ₂ О ₂ 80–90°С; 1 час	Пассивация не проводилась	240–250
То же	60–65 мг/л ННО ₃ (рН=3) + 30 мг/л Н ₂ О ₂ 90–95°С; 4 часа	270
То же	ННО ₂ до рН=3,0–3,1 90–98°С; 4 часа	265
То же	Al(NO ₃) ₃ (10 мг/л по Al) + ННО ₃ до рН=3 (около 60 мг/л) 90–95°С; 4 часа	360–365
То же	30 мг/л N ₂ H ₄ + 0,2 мг/л активирующей добавки 60–80°С; 4 часа	290–300
1 стадия: 10 г/л ННО ₃ 90–95°С; 3 часа 2 стадия: ввод 1г/л КМпО ₄ 90–95°С; 3 часа 3 стадия: ввод 30 г/л ОЭДФ 90–95°С; 3 часа 4 стадия: ввод 1г/л Н ₂ О ₂ 3 раза через 1,5 ч 90–95°С; 3 часа	Пассивация не проводилась	После двух стадий 190–195 После трех стадий 250–260
То же	Al(NO ₃) ₃ (10 мг/л по Al) + ННО ₃ до рН=3 (около 60 мг/л) 90–95°С; 4 часа	350–360
то же	ННО ₂ до рН=2,9–3,1 90–98°С; 4 часа	300–310

Таблица 3

Изменение равновесного электрохимического потенциала образцов радиоактивно загрязненной трубочки парогенератора в процессе 60-ти часовой автоклавной выдержки в модельном борсодержателе теплоносителя

Способ дезактивации	Способ пассивации	Значение РЭХП (относительно НВЭ) до проведения автоклавных испытаний, мВ	Значение РЭХП относительно НВЭ) после проведения автоклавных испытаний, мВ
1 стадия: 10 г/л КОН+1г/л КМпО ₄ 90–95°С; 2 часа 2 стадия: 30 г/л Н ₂ С ₂ О ₄ +1г/л Н ₂ О ₂ 90–95°С; 2 часа	60–65 мг/л ННО ₃ (рН=3) + 30 мг/л Н ₂ О ₂ 90–95°С; 4 часа	340	335
То же	Al(NO ₃) ₃ (10 мг/л по Al) + ННО ₃ до рН=3 (50–60 мг/л) 90–95°С; 4 часа	430	440
1 стадия: 30 г/л КОН+5г/л КМпО ₄ 85–95°С; 1 час 2 стадия: 30 г/л Н ₃ Ситр+1г/л Н ₂ О ₂ 85–95°С; 1 час 3 стадия: 5г/л Н ₂ О ₂ 80–90°С; 1 час	60–65 мг/л ННО ₃ (рН=3) + 30 мг/л Н ₂ О ₂ 90–95°С; 4 часа	270	275
То же	Al(NO ₃) ₃ (10 мг/л по Al) + ННО ₃ до рН=3 (50–60 мг/л) 90–95°С; 4 часа	360	370

Примечание

- Испытания проводили в статических условиях без перемешивания водной фазы.
- Состав водной фазы (модельного теплоносителя):
 - борная кислота – 3,0 г/л;
 - гидроксид калия – до достижения $pH_{25} = 7,2$;
 - аммиак – для изменения величины pH_{25} от 7,2 до 9,2.
- Температура: 290–305 °С.

Визуально образцы, выдержанные в модельном теплоносителе при 300°С, покрываются тонкой темно-синей оксидной пленкой.

Электрохимические характеристики образцов, запассивированных в растворе, не содержащем ионы алюминия, после выдержки в автоклаве остаются на том же более низком уровне.

В таблице 4 приведены потенциодинамические характеристики образцов, обработанных различными способами. Видно, что наилучшими характеристиками обладают образцы обработанные раствором, содержащим ионы алюминия. Так в области потенциалов 0,1–0,5 В анодные токи практически отсутствуют, что указывает на полное экранирование анодных участков поверхности металла ионами (соединениями) алюминия.

На основании проведенных экспериментов можно сделать вывод, что дополнительная пассивация способствует переходу стали в более пассивное состояние. Наилучшая пассивация достигается в растворах, содержащих ионы алюминия. Все остальные способы пассивации сопоставимы.

Зависимость анодной плотности тока i (мА/см²) от потенциала $E_{\text{нвэ}}$ (В) для неактивированных и активированных образцов из стали X18H10T

Потенциал, В	Плотность тока для рабочего электрода (образца), мА/см ²			
	№1	№2	№3	№4
+0,1	0,008	0,004	0	0
+0,2	0,012	0,004	0	0
+0,3	0,012	0,004	0	0
+0,4	0,012	0,004	0,004	0
+0,5	0,012	0,004	0,004	0,002
+0,6	0,012	0,004	0,004	0,002
+0,7	0,012	0,005	0,004	0,005
+0,8	0,012	0,007	0,004	0,005
+0,9	0,020	0,007	0,004	0,012
+1,0	0,020	0,007	0,008	0,013
+1,1	0,020	0,009	0,012	0,020
+1,2	0,024	0,011	0,016	0,070
+1,3	0,034	0,017	0,028	0,279
+1,4	0,082	0,027	0,049	–
+1,5	0,148	0,060	0,096	–
+1,6	0,400	0,240	–	–
+1,7	0,870	0,350	–	–
+1,8	–	0,800	–	–
+1,9	–	–	–	–

Примечание

1. Электролит – 0,1 моль/л H_3BO_3 + КОН до достижения pH = 7,2.

2. Характеристика рабочих электродов (образцов):

№ 1 – механическая зачистка образца наждачной бумагой № 2, 3, тщательная промывка дистиллятом, протравливание в течение 10–15 секунд концентрированной соляной кислотой, многократная промывка дистиллятом; ($E_{\text{стац.}}$ = 0,06–0,07 В);

№ 2 – чешский образец, тщательно промытый дистиллятом;

№ 3 – механическая зачистка образца наждачной бумагой № 2, 3, тщательная промывка дистиллятом, обработка в течение 3 часов при температуре 90–100°C в 3%-ном растворе щавелевой кислоты, содержащем H_2O_2 (0,1%), тщательная промывка дистиллятом после щавелево-кислотной пероксидной обработки; ($E_{\text{стац.}}$ = 0,165–0,170 В);

№ 4 – механическая зачистка образца наждачной бумагой № 2, 3, тщательная промывка дистиллятом, обработка в течение трех часов при температуре 90–100°C в 3%-ном растворе щавелевой кислоты, содержащем H_2O_2 (0,1%), тщательная промывка дистиллятом после щавелево-кислотной пероксидной обработки. Пассивация в 10^{-3} моль/л растворе азотной кислоты, содержащей нитрат алюминия (10 мг/л в пересчете на алюминий) в течение четырех часов при температуре 90–100°C. Тщательная промывка пассивированного образца дистиллятом ($E_{\text{стац.}}$ = 0,210–0,215 В).

Краткосрочные автоклавные испытания в борсодержащем теплоносителе при 300°C показали, что сталь по-прежнему находится в пассивном состоянии. Сорбируемые на поверхности стали ионы алюминия способствуют переводу стали в более пассивное состояние, особенно после ее обработки кислотой.

Литература

1. *Прозоров, В.В.* Оксидирование перлитных сталей в нитратных растворах / *В.В. Прозоров* // Защита металлов. – 1989. – Т. 23. – № 2. – С. 289-292.
2. *Прозоров, В.В.* Особенности пассивации перлитных сталей в растворах, содержащих ионы алюминия / *В.В. Прозоров, М.А. Сергиенко, В.И. Гусаров и др.* // Защита металлов. – 2003. – Т. 39. – № 5. – С. 552-554.
3. *Павленко В.И.* Цементно-магнетитовые композиты для консервации радиоактивных отходов АЭС: Монография. – Белгород: БГУ, 2002. – 154 с.
4. РД ЭО 0236-00. Регламент предремонтной пассивации внутренних поверхностей оборудования и трубопроводов КПП АЭС РБМК.

Поступила в редакцию 08.10.2012

ABSTRACTS OF THE PAPERS**УДК 621.039.54**

Water Cooled Reactor VVER SCP (preliminary elaboration) \ Kirillov P.L.; Editorial board of journal «Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy. Yadernaya energetica» (Communications of Hier Scool. Nuclear Power Engineering) – Obnibsk, 2013. 10 pages, 5 tables. – References, 22 titles.

Brief review on the state of nuclear power engineering on 01.01.2013 is presented here. The project of nuclear reactor cooled with water at supercritical pressure – VVER SCP based on operation experience of such nuclear reactors as WWER, PWR, BWR, RBMK (more than 14000 reactor-years), long term experience of thermoelectric stations on fossil fuel, where steam at supercritical and super-super-critical pressures is used. Advantages of such type of reactor are listed as well as scientific and technical problems to be solved. Preliminary estimations in accordance with INPRO approach are made. Knowledge accumulated during last 10 years in this field allows reactor concept to be specified and the project of experimental reactor of small power to be launched.

УДК 621.039.534

Effect of of the Diffusion of Metal Components out of Steel through the Oxide Coating on Mass Transfer in Flow Circuit with Heavy Lead-containing Coolants \ P.N. Martynov, K.D. Ivanov, O.V. Lavrova, S.–A.S. Niasov, V.M. Shelemetev, V.V. Ulyanov, R.P. Sadovnichy, A.S. Fomin; Editorial board of journal «Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy. Yadernaya energetica» (Communications of Hier Scool. Nuclear Power Engineering) – Obnibsk, 2013. 5 pages, 1 table, 3 illustrations. – References, 3 titles.

Article is devoted the interaction of structural steel with heavy lead-containing coolants on the definition of the diffusion effect of metal components steel output through the oxide coating on the mass transfer in the flow circuit. Based on the analysis of experimental data rendered quantitative estimates of the intensity of metallic impurities proceeds directly into the coolant. It is shown that in the non-isothermal conditions of the circulation circuit, their share could be 50% or more of the total intensity of the oxidation of the matrix of steel, which must be considered when developing systems cooling technologies.

УДК 669–1

Mining Conditions Passivation on Steel Pipe Heaters Steam Generator NPP \ Pavlenko V.I., Lebedev L.L., Prozorov V.V., Doilnitsyn V.A.; Editorial board of journal «Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy. Yadernaya energetica» (Communications of Hier Scool. Nuclear Power Engineering) – Obnibsk, 2013. 8 pages, 4 tables. – References, 4 titles.

Electrochemical studies conducted on samples of pipe heaters steam generators made of steel 08X18H10T not of used after washing with acid solutions and complexing with various additives followed by passivation or without passivation. Found that the best passivation marked processing samples in solutions containing aluminum nitrate – a stationary potential, while in comparison with the investigation of shifts to a more positive region, which indicates the high shielding of active sites on the surface of the metal.

УДК 621.039.72

The Titanosilicate Glass Matrix for Immobilization of the Wastes Containing f-elements \ A.S. Aloy, Y.A. Barbanel, A.V. Trofimenko; Editorial board of journal «Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy. Yadernaya energetica» (Communications of Hier Scool. Nuclear Power Engineering) – Obnibsk, 2013. 7 pages, 5 tables, 8 illustrations. – References, 4 titles.

The compositions of titanosilicated glasses were defined in the ternary system $\text{Na}_2\text{O-TiO}_2\text{-SiO}_2$, which provide not only a perfect glassy-like structure (body) formation, but also associative groups of mineral-like compounds-fresnoite ($\text{Ba}_2\text{TiSi}_2\text{O}_9$) and perovskite (SrTiO_3) were implemental as well. These associates can incorporate f-elements very firmly. To study how these associates can incorporate f-elements europium and uranium oxides were added to the system in amount of 3 wt.%. Transformation, which took place during the presynthesis of glasses and their crystallization, were investigated by X-ray diffraction (XRD) and differential-thermo analysis (DTA). Distribution of Eu and U throughout the melts body in steady state conditions was detected using laser-fluorescence method. As a result, Eu was uniformly distributed in the volume while U has a tendency has a tendency on sedimentation at bottom part due to gravitation. Oxidation state for Eu was (+3) and U was in (+6) state. Because glass networks were based mineral-like associates, namely