

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зуев Л.Б., Данилов В.И., Баранникова С.А. Физика макролокализации пластического течения. Новосибирск: Наука, 2008. – 327 с.
2. Zuev L.B., Barannikova S.A. Plastic flow localization viewed as auto-wave process generated in deforming metals//Sol. St. Phen. – 2011. – V. 172–174. – P. 1279–1283.
3. Zuev L.B., Gorbatenko V.V., Pavlichev K.V. Elaboration of speckle photography techniques for plastic flow analyses//Measur. Sci. Technol. -2010. -V. 21, № 5. – P. 054014-054019.
3. Беляев А. И. и др. Металловедение алюминия и его сплавов: Справ, изд. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Металлургия, 1983. 280 с.
4. Деформационное упрочнение и разрушение поликристаллических металлов / Под ред. Трефилова В.И. 2-е изд., перераб. и доп. – Киев: Наук. думка, 1989. – 256 с.
5. Zuev L.B., Semukhin B.S., Lunev A.G. The use of measurements of the velocity of ultrasound to determine the stress-strain state of metal articles // Measurement Techniques. – 2010. – Т. 53. – № 4. С. 439–443.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПЛАЗМЕННОЙ УТИЛИЗАЦИИ И МАГНИТНОЙ СЕПАРАЦИИ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ ОЯТ

О.Д. Подгорная, Е.Э. Шлотгауэр

Научный руководитель: доцент, к.ф.-м.н., А.Г. Каренгин
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: shahmatovaol@tpu.ru

PLASMA UTILIZATION AND MAGNETIC SEPARATION OF WASTE RECYCLING OF SPENT NUCLEAR FUEL

O.D.Podgornaya, E.E. Shlotgauer

Scientific Supervisor: Associate professor, PhD in Maths & Physics, A.G.Karengin
Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050
E-mail: shahmatovaol@tpu.ru

In this paper the problem of utilization and magnetic separation of waste recycling of spent nuclear fuel is considered. The purpose of this work is determination and evaluation of waste recycling of spent nuclear fuel recycling possibility with application of plasma equipment in powder of metal oxide for further conservation or use. Results of conducted research can be used for designing plasma technology and equipment for utilization and neutralization of waste recycling of spent nuclear fuel.

После первого экстракционного цикла отходы переработки отработавшего ядерного топлива (ОП ОЯТ) в виде слабоконцентрированных водносолевых растворов металлов включают различные нерадиоактивные продукты деления и конструкционные материалы, которые имеют следующий модельный состав [1-3]: HNO₃ – 18,0%, H₂O – 81,43%, Fe – 0,07%, Mo – 0,1%, Nd – 0,11%, Y – 0,06%, Zr – 0,058%, Na – 0,04%, Ce – 0,039%, Cs – 0,036%, Co – 0,031%, Sr – 0,026%.

Существенное снижение энергозатрат на процесс утилизации ОП ОЯТ может быть достигнуто при их плазменной переработке в виде оптимальных по составу водно-органических композиций, имеющих

адиабатическую температуру горения не менее 1200 °С .

На рисунке 1 показано влияние содержания ОП ОЯТ на адиабатическую температуру горения различных по составу водно-органических композиций на основе этилового спирта (а) и ацетона (б).

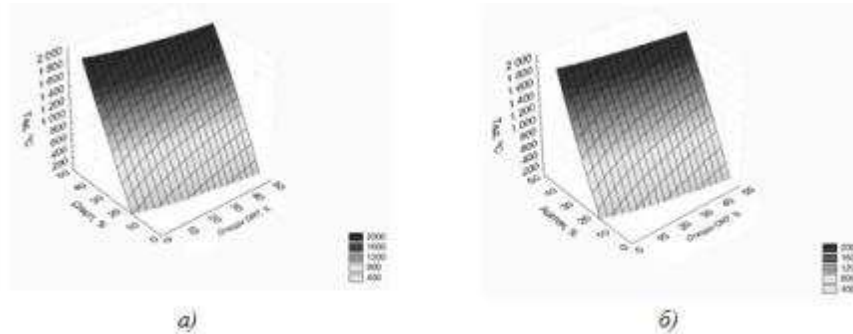


Рис. 1. Влияние содержания ОП ОЯТ на адиабатическую температуру горения водно-органических композиций на основе этилового спирта (а) и ацетона (б)

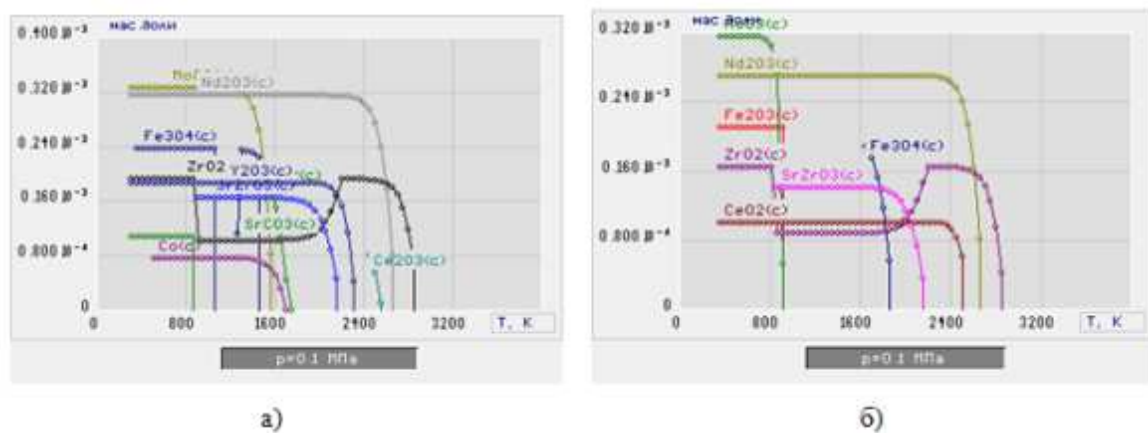


Рис. 2. Равновесный состав конденсированных продуктов плазменной утилизации отходов переработки ОЯТ в воздушной плазме

Полученные зависимости позволяют определять оптимальные по составу водно-органические композиции, имеющие адиабатическую температуру горения ≈ 1200 °С и обеспечивающие эффективную и экологически безопасную утилизацию этих отходов. Так, массовая доля этилового спирта и ацетона для оптимальных по составу водно-органических композиций на основе отходов переработки ОЯТ составляет $\approx 35\%$. На рис. 2 представлены характерные равновесные составы основных конденсированных продуктов плазменной утилизации в воздушной плазме отходов переработки ОЯТ в виде оптимальных по составу водно-органических композиций на основе этилового спирта при массовой доле воздушного плазменного теплоносителя 65% (а) и 70% (б).

Из анализа равновесных составов следует, что при массовой доле воздушного плазменного теплоносителя 65% (а) плазменная утилизация ОП ОЯТ в виде оптимальной по составу водно-органической композиции приводит к образованию в конденсированной фазе оксидов различных металлов. При этом следует отметить, что при температурах до 1200 К образуется в конденсированной фазе магнитная окись железа $Fe_3O_4(c)$.

Повышение массовой доли воздушного плазменного теплоносителя с 65% до 70% (б) приводит к образованию в конденсированной фазе немагнитной окиси железа $Fe_2O_3(c)$.

С учётом полученных результатов могут быть рекомендованы для процесса прямой плазменной утилизации отходов переработки ОЯТ в воздушной плазме следующие оптимальные режимы: интервал

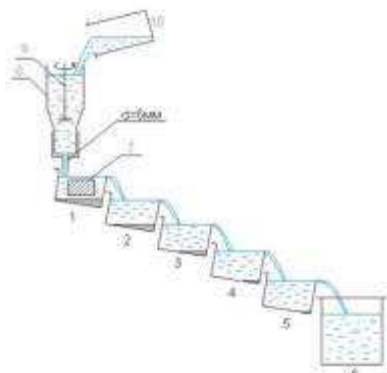


Рис. 3 Схема экспериментальной установки для гравитационного и магнитного осаждения дисперсных твердых продуктов плазменной утилизации модельных ОП ОЯТ.

На рис. 3 показана схема экспериментальной установки для сравнительного гравитационного и магнитного осаждения из водных суспензий дисперсных твердых продуктов плазменной утилизации модельных ОП ОЯТ.

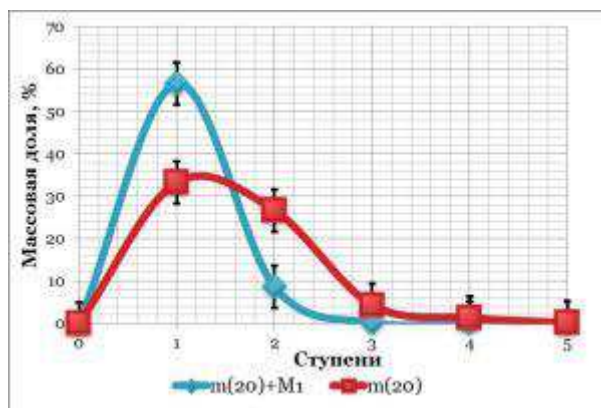


Рис. 4 Сравнительная эффективность гравитационного и совместного гравитационного и магнитного осаждения из водных суспензий дисперсных твердых продуктов, включающих магнитную окись железа

увеличивает извлечение из водной суспензии порошков, включающих магнитную окись железа, по сравнению с обычным гравитационным осаждением. Это указывает на возможность применения магнитных сепараторов для эффективного извлечения из водных суспензий твердых продуктов плазменной утилизации отходов переработки ОЯТ.

Результаты проведенных исследований могут быть использованы при создании промышленных установок для плазменной утилизации отходов переработки ОЯТ и других жидких радиоактивных отходов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пантелеев Ю.А., Александрук А.М., Никитина С.А., Макарова Т.П., Петров Е.Р., Богородицкий А.Б., Григорьева М.Г. Аналитические методы определения компонентов жидких радиоактивных отходов. – Л.: Труды Радиового института им. В. Г. Хлопина, 2007. – Т. XII. – С. 124–147.

рабочих температур (1200 ± 100) К; состав ВОК (65% ОП ОЯТ : 35% спирт); массовое отношение фаз (65% воздух:35% ВОК).

В процессе прямой плазменной утилизации модельных ОП ОЯТ в реакторе образуется пыль-парогазовая смесь, которая проходит через центробежно-барботажные аппараты узла «мокрой» очистки отходящих газов и образует водные суспензии из дисперсных твердых продуктов, включающих магнитную окись железа. Представляет интерес применение магнитного осаждения для извлечения из водных суспензий дисперсных твердых продуктов, включающих магнитную окись железа.

Для осаждения порошков из водных суспензий использовались магнит М1 (50x30x10мм) из сплава Fe-Nd-B, имеющий магнитную индукцию 1,2 Тл. На рис. 4 представлены характерные результаты исследований гравитационного и совместного гравитационного и магнитного осаждения из водных суспензий дисперсных твердых продуктов плазменной утилизации модельных ОП ОЯТ, включающих магнитную окись железа. Из анализа графиков следует, что при равном исходном содержании в водной суспензии железосодержащих порошков (20 г/л), применение магнитного осаждения значительно

2. Никифоров А.С., Кулиниченко В.В., Жихарев М.И. Обезвреживание жидких радиоактивных отходов. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 184 с.
3. Скачек М.А. Обращение с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами АЭС. – М.: Издательский дом МЭИ, 2007. – 4.

ЭФФЕКТ ПАМЯТИ ФОРМЫ И СВЕРХЭЛАСТИЧНОСТЬ В МОНОКРИСТАЛЛАХ СПЛАВА FENICOALTI

В.В. Поклонов, Ю.Н. Платонова, З.В. Победенная

Научный руководитель: вед.н.с., д.ф.-м.н. И.В. Киреева, профессор, д.ф.-м.н. Ю.И. Чумляков
Национальный исследовательский Томский государственный университет,
Россия, г.Томск, пр. Ленина, 36, 634050
E-mail: poklonov_vyacheslav@mail.ru

SHAPE MEMORY EFFECT AND SUPERELASTICITY IN SINGLE CRYSTALS OF FENICOALTI ALLOY

V.V. Poklonov, Yu.N. Platonova, Z.V. Pobedennaya

Scientific Supervisors: leading researcher, Dr. I.V. Kireeva, professor, Dr. U.I. Chumlaykov
National Research Tomsk State University, Russia, Tomsk, Lenin str., 36, 634050
E-mail: poklonov_vyacheslav@mail.ru

On [001] single crystals of new ferromagnetic FeNiCoAlTi alloys it is shown, that heat treatment at $T=873\text{K}$, 4h leads to development of thermoelastic martensitic transformations (MT) with shape memory effect (SME) and superelasticity (SE), which is equal 8,63 % and 7 %, accordingly, at deformation by a tension.

Сплавы на основе железа, как правило, испытывают нетермоупругие мартенситные превращения (МП), сопровождающиеся большими изменениями объема и в этом случае велик температурный гистерезис за счет генерации дислокаций [1]. Выделение дисперсных частиц γ' - фазы атомноупорядоченной по типу $L1_2$ приводит к смене кинетики МП от нетермоупругого к термоупругому. Роль дисперсных частиц в создании условий для развития термоупругих переходов была экспериментально установлена на монокристаллах FeNiCoTi [1-3]. Однако величину температурного гистерезиса в данных кристаллах удалось уменьшить от 400К до 120К, при этом наблюдался только эффект памяти формы (ЭПФ), а получить сверхэластичность (СЭ) не удалось из-за малой объемной доли частиц γ' -фазы [2,3]. В настоящей работе представлены исследования ЭПФ и СЭ при деформации растяжением в [001] монокристаллах нового ферромагнитного сплава на основе железа FeNiCoAlTi, в котором увеличение объемной доли частиц γ' -фазы достигалось за счет добавления Al в матрицу FeNiCoTi. Монокристаллы с осью растяжения вдоль [001] направления были выбраны из-за максимального значения величины деформации решетки $\varepsilon_0=8.7\%$ при растяжении для γ - α' - МП [2]. Исследования ЭПФ и СЭ проводили после старения [001] монокристаллов при температуре 873К в течение 4 часов.