

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по НРИИ

_____ А. Н. Дьяченко

«_____» _____ 2017 г.

ПРОГРАММА

вступительных испытаний по направлению

**14.06.01 Ядерная, тепловая и возобновляемая энергетика
и сопутствующие технологии**

Профиль:

05.17.02 Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов.

Томск 2017

В основу программы вступительных испытаний положены следующие учебные дисциплины: «Химия урана, тория, плутония»; «Химия редких и рассеянных элементов»; «Радиохимия»; «Технология природного урана»; «Технология ядерного топлива»; «Технология редких элементов».

1. Материалы на основе редких, рассеянных и радиоактивных элементов в современной энергетике

История и развитие ядерной энергетике. Характеристика способов производства энергии. Классификация редких, рассеянных и радиоактивных элементов. Специфика технологии редких элементов. Значение и применение редких металлов в атомной технике и в других областях.

2. Добыча и вскрытие руд редких, рассеянных и радиоактивных элементов

Образование месторождений редких металлов. Минералы редких металлов. Методы добычи россыпных и коренных руд.

Механическая обработка рудного материала (дробление, измельчение). Физическое обогащение бедных руд: гравитационное обогащение, флотация, электромагнитная сепарация, радиометрическая сортировка.

Изменение химического состава руды для перевода труднорастворимых минералов в растворимые соединения (обжиг, спекание, сплавление). Термодинамика и кинетика выщелачивания. Выщелачивающие реагенты, окислители. Автоклавное выщелачивание. Кучное и подземное выщелачивание.

3. Выделение металлов из растворов и аффинаж

Сгущение и фильтрация. Применение центрифугирования для фильтрации и осаждения твердой фазы. Схемы фильтрации, репульпации, декантации, противоточная отмывка песков на классификаторах.

Химическое осаждение редких металлов из кислых растворов. Химическое осаждение редких металлов из карбонатных растворов.

Сущность ионообменных процессов. Типы ионитов. Равновесие ионного обмена. Кинетика ионного обмена. Извлечение урана из кислых растворов катионитами и анионитами. Извлечение урана из карбонатных растворов сильноосновными анионитами. Аппаратура для ионообменного извлечения урана из растворов и пульпы.

Экстрагенты, их смеси и разбавители: классификация, свойства, селективность, механизмы экстракции. Термодинамика и кинетика экстракции. Технологические схемы, экстракции, аппаратура экстракционных процессов.

4. Технология ядерного топлива на основе урана

Ядерные свойства делящихся изотопов. Понятие о ядерной чистоте соединений урана.

Физико-химические свойства и способы получения тетрафторида урана. Технологические схемы и аппаратурное оформление процесса. Физико-химические свойства и способы получения гексафторида урана. Технологические схемы и аппаратурное оформление процесса.

Физико-химические основы получения оксидов урана из растворов уранилнитрата. Аппаратурно-технологическая схема. Физико-химические процессы метода «сухой» денитрации гексагидрата уранилнитрата.

Конверсия регенерированного урана в гексафторид из ТВЭЛов АЭС. Требования к качеству гексафторида, международный стандарт.

Технология фтороводорода: физико-химические основы разложения плавикового шпата серной кислотой. Структурная аппаратурно-технологическая схема. Физико-

химические основы электролитического метода получения фтора. Конструкции электролизеров. Очистка фтора от примесей и фтористого водорода.

Методы переработки обогащенного гексафторида урана «мокрыми» и «сухим» способами. Физико-химические основы процесса гидролиза гексафторида через диуранаты и карбонаты. Технологическая схема и аппаратурное оформление. Аффинаж соединений обогащенного урана.

Принципиальная технологическая схема изготовления таблеток из диоксида урана на примере ADU-процесса. Перспективные виды ядерного топлива.

Получение металлического урана-235: возможные исходные соединения урана. Термодинамика и кинетика процесса восстановления тетрафторида и тетрахлорида металлическими кальцием и магнием. Режим, аппаратурное оформление, материалы. Переработка отходов. Качество продукта. Техника безопасности. Рафинирование металлического ^{235}U . Техника безопасности и СЦР. Аппаратурное оформление процесса. Переработка отходов.

5. Технология плутония.

Классификация способов разделения нитратов уранила, плутония и осколков. Химическая переработка урановых ТВЭЛов. Физико-химические основы процесса удаления оболочки и растворения металлического урана. Контроль производства и защита от излучений. Экстракционные процессы. Аппаратурное оформление непрерывного метода и технологическая схема. Очистка плутониевых соединений от примесей. Дозиметрия и защита от излучений.

Получение металлического плутония. Восстановление тетрафторида плутония до металлического плутония. Аппаратурное оформление. Мероприятия по устранению причин возникновения цепной реакции. Защита от излучений. Перспективы строительства заводов по переработке облученного топлива в Европе, США и других развитых странах.

Физико-химические свойства, технологии и применение трансурановых элементов (^{237}Np , ^{238}Pu , ^{241}Am , ^{242}Cm и ^{252}Cf).

Классификация радиоактивных отходов (РАО). Низкоактивные отходы, технические аспекты их удаления. Формы хранения отходов. Программы по обращению с отходами за рубежом.

6. Химия и технология редких металлов

Физико-химические свойства лития, применение, нахождение в природе, технология обогащение литиевых руд. Технология переработки литиевых концентратов. Технология получения металлического лития.

Физико-химические свойства бериллия. Применение, нахождение в природе, технология обогащения бериллиевых руд. Сульфатный и хлоридный способы переработки бериллиевых концентратов. Технология металлического бериллия, техника безопасности в бериллиевом производстве.

Технология редкоземельных металлов. Физико-химические свойства редкоземельных элементов (РЗЭ). Обогащение руд, содержащих РЗЭ. Технологии разделения РЗЭ (методы дробной кристаллизации, дробного осаждения, избирательного окисления и восстановления, разложения солей, ионообменной хроматографии, экстракции). Технология получения безводных галогенидов РЗЭ; методы получения металлов РЗЭ.

Физико-химические свойства титана, применение, нахождение в природе. Методы обогащения титановых руд. Сернокислотное разложение ильменита. Хлорирование рутилового концентрата и шлаков. Магнийтермическое восстановление хлорида титана. Рафинирование титана. Методы получения компактного титана.

Физико-химические свойства циркония и гафния. Применение, нахождение в природе. Технология обогащения циркониевых руд. Технология переработки циркониевых концентратов. Технология разделения циркония и гафния. Методы получения

металлического циркония: электролитическое получение, термическая диссоциация. Методы получения компактного циркония.

Физико-химические свойства ниобия и тантала. Применение ниобия и тантала. Нахождение ниобия и тантала в природе. Технология обогащения руд. Общая схема переработки танталониобиевых концентратов. Технология разделение ниобия и тантала. Методы получения металлов ниобия тантала. Методы получения компактных металлов ниобия тантала.

Металлургия редких металлов. Способы получения металлов: Электролиз. Металлотермия. Аппаратурное оформление электролитических и металлотермических процессов. Рафинирование редких металлов и урана.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Топливо и материалы ядерной техники: учебное пособие для вузов / Л. А. Беляев [и др.]; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 275 с.
2. Живов В. Л., Бойцов А. В., Шумилин М. В. Уран: геология, добыча, экономика. - Москва: Атомредметзолото, 2012. – 301 с.
3. Чекмарев А. М. Химия, ядерная энергетика и устойчивое развитие - М.: Академкнига, 2006. – 288с.
4. Громов Б.В. Введение в химическую технологию урана. – М., Госатомиздат, 1978.
5. Вольдман, Г.М., Теория гидрометаллургических процессов: Учебное пособие для вузов /Г.М Вольдман, Зеликман А.Н.- М.: Интермет Инжиниринг, 2003. - 462 с.
6. Копырин А.А., Карелин А.И., Карелин В.А. Технология производства и радиохимической переработки ядерного топлива: Учеб. пособие для вузов. – М.: ЗАО «Издательство Атомэнергоиздат», 2006. – 576 с.
7. Введение в химическую технологию ядерного топлива: учебное пособие / Г. Г. Андреев, А. Н. Дьяченко; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 165 с.
8. Тураев Н.С., Жерин И.И. Химия и технология урана. – М.: Издательский дом «Руда и металлы», 2006. – 396 с.
9. Редкие и рассеянные элементы. Химия и технология. В 3-х книгах. Книга 1: Учебник для вузов / Коровин С.С., Зимина Г.В., Резник А.М. и др. / Под ред. С.С. Коровина – М.: «МИСИС», 1996. – 376с.
10. Редкие и рассеянные элементы. Химия и технология. В 3-х книгах. Книга 2: Учебник для вузов / Коровин С.С., Зимина Г.В., Резник А.М. и др. / Под ред. С.С. Коровина – М.: «МИСИС», 1999. – 464с.

Руководитель профиля

И.И. Жерин