

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Направление подготовки/профиль 14.06.01 «Ядерная, тепловая и возобновляемая энергетика и сопутствующие технологии» / 2.6.8 «Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов»

Школа Инженерная школа ядерных технологий

Отделение ядерно-топливного цикла

**Научный доклад об основных результатах подготовленной
научно-квалификационной работы**

Тема научного доклада
Разработка фторидной технологии получения титановых порошков высокой степени чистоты УДК <u>621.762:669.295:661.482</u>

Аспирант

Группа	ФИО	Подпись	Дата
A8-81	Карелина Надежда Владимировна		25.05.2022

Руководитель профиля подготовки

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор	Жерин И.И.	д.х.н., профессор		25.05.2022

Руководитель отделения

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
руководитель ОЯТЦ	Горюнов А.Г.	д.т.н., доцент		25.05.2022

Научный руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор	Жерин И.И.	д.х.н., профессор		25.05.2022

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. С развитием технологий увеличивается потребность в материалах, работающих в «напряженных условиях» – в коррозионных средах, а также при высоких механических и температурных нагрузках. Титан и его сплавы наиболее полно удовлетворяют таким требованиям. Однако титансодержащие материалы в настоящее время получают по хлоридной технологии, на завершающей стадии которой проводят магнийтермическое восстановление тетрахлорида титана (Кролл-процесс). Это энергоемкий и дорогой процесс, поэтому стоимость полученной титановой губки и «компактного» титана примерно в 8 раз выше стоимости стали. По этим причинам титансодержащие материалы так и не получили широкого распространения и разработка технологии, позволяющей снизить затраты на получение металлического титана приобретает все большую актуальность.

Целью аттестационной работы является изучение особенностей фторирования рутиловых и ильменитовых концентратов с последующей очисткой образующегося тетрафторида титана и его восстановлением в расплаве фторидных солей щелочных металлов.

Во введении обоснован выбор направления исследований, показана актуальность выполненной работы, поставлены цель и задачи изучения применяемых процессов, показано, что представленные исследования выполнены впервые и обладают новизной, научной и практической значимостью, представлены ключевые факторы, выносимые на защиту, а также перечислены работы, выполненные при непосредственном участии автора.

В первой главе выполнен аналитический обзор как широко известных в настоящее время, так и современных технологий синтеза титана, в которых в качестве исходного титансодержащего материала используются титановые концентраты или предварительно очищенный диоксид титана. Несмотря на все многообразие предлагаемых методов получения как компактного титана, так и его порошков главные их недостатки – периодичность процесса, высокие

температуры и большое количество отходов, требующих либо сложной переработки для возврата целевых компонентов в процесс, либо их захоронения.

Во второй главе охарактеризован объект исследования, приведены основные параметры импульсного источника, применяемого в процессе электролитического получения титана, а также описаны аналитические приборы, используемые при проведении анализа образующихся в предлагаемой технологии веществ.

В третьей главе охарактеризованы термодинамические особенности процесса фторирования рутиловых и ильменитовых концентратов безводным фтороводородом и элементарным фтором. При выборе фторирующего реагента обоснована необходимость применения элементарного фтора. Детально описаны кинетические особенности процесса фторирования.

Четвертая глава посвящена описанию процесса электролиза тетрафторида титана в расплаве фторидных солей щелочных металлов. Обоснована необходимость применения тетрафторида титана в электролитическом процессе, выбран состав фторидной эвтектики щелочных металлов, описаны конструкции лабораторных установок для проведения электролиза и условия проведения этого процесса.

В пятой главе приведены сведения по условиям выделения титанового порошка из катодного осадка, образовавшегося в ходе электролиза. Подробно описаны 2 технологии – «кислотная» отмывка и отмывка в безводном фтороводороде. При выборе способа отмывки показаны преимущества использования фтороводорода. Показана возможность многократного использования фтороводорода в качестве основного реагента за счет его рецикла.

В шестой главе подробно описаны общая технологическая схема фторидной технологии получения высокочистых титановых порошков и схемы основных процессов – фторирования, электролиза и запуска технологии. За счет многократного рецикла основных компонентов – элементарного фтора, безводного фтороводорода и фторидного электролита обеспечиваются высокие технико-экономические показатели процесса и низкая стоимость титанового порошка.

По теме НКР опубликованы 2 статьи в журналах из списка ВАК, 4 статьи в изданиях, входящих в Scopus и 7 тезисов докладов в сборниках российских и международных конференций.