

**ФГБ УН «Институт металлургии и
материаловедения им. А.А. Байкова РАН»**
119991, г. Москва, Ленинский проспект, 49

В диссертационный совет Д.002.060.03 по
специальности 05.16.02 «Металлургия
чёрных, цветных и редких металлов» при
Федеральном государственном
бюджетном учреждении науки «Институт
металлургии и материаловедения им.
А.А. Байкова РАН»

Отзыв официального оппонента на диссертацию на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 Металлургия чёрных, цветных и редких металлов Филатовой Надежды Константиновны на тему «Научное обоснование оптимальных параметров промышленной технологии выплавки слитков гафния для атомной промышленности».

Гафний входит в перечень стратегических материалов Российской Федерации, что вкупе с растущим спросом со стороны атомной промышленности вызвало необходимость разработки и совершенствования способов получения металлического гафния различного назначения. В этой связи для выполнения программ импортозамещения и соблюдения стабильности производства Топливной корпорацией ТВЭЛ Росатома в 2009 г. было организовано опытное производство гафниевых слитков на основе электролитического порошка гафния отечественного производства, что послужило развитию новых исследований, посвящённых технологии промышленного производства слитков гафния.

Диссертационная работа Н.К. Филатовой посвящена разработке технологии выплавки слитков гафния для нужд атомной промышленности, в частности применяемых при производстве перспективных конструкционных материалов поглотителей нейтронов, используемых в реакторах нового поколения, что говорит об актуальности выбранной тематики. Метод формирования расходующих электродов из брикетов на основе электролитического порошка гафния для вакуумно-дуговой плавки и расходующих заготовок для электронно-лучевой плавки отработан на профильном предприятии АО «ЧМЗ» на примере циркония, что позволяет применять имеющееся оборудование и обеспечить стабильность производства, конкурентоспособную стоимость и не потребует значительных затрат на модификацию аппаратурно-технологического оформления.

Автором проведён подробный анализ научно-технической литературы по проблеме, рассмотрены особенности современных промышленных способов производства и рафинирования гафния в РФ и за рубежом, на основании чего сделаны выводы о необходимости разработки промышленной технологии получения слитков гафния на основе исходного шихтового материала российского производства с целью импортозамещения, обосновать параметры процесса, установить зависимость качественных показателей заготовок от ряда технологических факторов, а также возврата оборотов для уменьшения себестоимости производства. Главной идеей, положенной в основу предлагаемого способа является проведение процесса в два этапа – с формированием расходуемых электродов первого и второго перепадов, что позволяет эффективно контролировать содержание критических примесей в конечном слитке. Вариативность использования оборудования на втором перепаде позволяет помимо этого снизить количество литейных дефектов и повысить механические свойства слитка. Такой подход является оригинальным и обоснованным.

К научной новизне работы следует отнести:

- 1 Научно-обоснованные и экспериментально подтвержденные коэффициенты зависимостей между силой тока и диаметром кристаллизаторов для первого и второго вакуумно-дуговых перепадов слитков гафния на основе электролитического порошка, обеспечивающие стабильность плавки, проплавление периферийных зон и получение плотной, однородной структуры слитков после второго перепада.
- 2 Разработанный новый метод определения оптимального режима выведения усадочной раковины при последнем вакуумно-дуговом перепаде для устранения литейных дефектов в верхней части слитка.
- 3 Определение зависимости степени очистки гафния от титана в процессе электронно-лучевой плавки от режимов перепада, позволяющей определить оптимальные параметры плавки, обеспечивающие снижение содержания титана в гафнии до уровня менее 0,005 масс. %.

Научная новизна исследований и полученных результатов полностью отражена в выводах диссертации.

Практическая значимость работы заключается в следующем:

- 1 Разработана и внедрена в промышленное производство технология формирования расходуемых электродов из брикетов на основе электролитического порошка гафния для вакуумно-дуговой плавки и расходуемых заготовок для электронно-лучевой плавки.

2 Внедрены в промышленное производство две технологические схемы выплавки слитков гафния на основе электролитического порошка в зависимости от содержания в нем титана.

3 Разработана и внедрена в промышленное производство технология выплавки слитков гафния на основе оборотов в электронно-лучевой печи с гарниссажным тиглем, позволяющая эффективно перерабатывать компактные обороты гафниевого производства.

Разработанные научные и технологические решения внедрены в промышленном производстве в АО «ЧМЗ», что подтверждается актом АО «ЧМЗ» (г. Глазов) о практическом применении полученных результатов диссертационных исследований.

Обоснованность результатов и достоверность сделанных выводов в диссертации подтверждается значительным количеством различных экспериментальных данных, использованием современного исследовательского и аналитического оборудования, сопоставлением полученных результатов с результатами других авторов.

Результаты работы опубликованы в научной периодике и доложены на международных и отраслевых конференциях.

Соответствие работы требованиям, предъявляемым к диссертациям. Работа Н.К. Филатовой соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям. Проведён обзор актуальной зарубежной и отечественной литературы по теме диссертации, правильно установлены задачи и методы проведения исследований. Экспериментальные данные в виде таблиц и рисунков представлены чётко и информативно. Полученные результаты соответствуют поставленным целям. Работа написана грамотным языком в научном стиле. Работа и автореферат диссертации содержат требуемые разделы и полностью соответствуют друг другу.

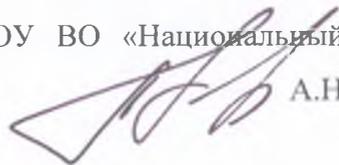
По материалам диссертации возникли некоторые вопросы и замечания:

- 1 В диссертации отсутствуют сведения о спросе на гафний в различной номенклатуре изделий.
- 2 Цена на гафний приведена без учёта динамики и только за 1 год.
- 3 Было бы интересно оценить себестоимость конечного продукта, а не стоимости передела, т.к. не понятно, что является исходным сырьём для производства электролитического порошка гафния.
- 4 На стр.12 приведены устаревшие понятия «окисел», внесистемная единица «мм рт.ст.»
- 5 По всей работе допускается помещение на другую строку единиц измерения от их численных значений, что недопустимо по ГОСТ 8.417-2002.

- 6 Стр.55 и стр.58 – непонятно, каким способом проводилось измерение плотности брикетов.
- 7 Стр.61 – перед рисунком: «однородность плотности брикета будет расти» - некорректное выражение по отношению к плотности.
- 8 Табл.3.4 стр. 74 «упругость паров» - устаревшее, сейчас «давление паров».
- 9 Рис.3.13 стр. 79 «временах» заменить на «различном времени».
- 10 Рисунки 3.14. и 2.8 схожи до степени заимствования.
- 11 Таб.4.5-4.6 нет геометрических и весовых показателей слитков.
- 12 Нет описания методики определения содержания примесей.
- 13 Таб. 5.2-5.3 оценивался удельный расход, но нет ни массы слитков, ни их размеров.
- 14 Рис. 5.14 – наличие закрытой газовой раковины нигде не описано.
- 15 Из раздела 5.5 не совсем понятно, что твердость измерялась для всего слитка или только на срезе, т.к. из слитка в дальнейшем планируется производить плиты, листы и т.д., то и измерение это на данном этапе малоинформативно, в отличие от распределения содержания примесей по объёму слитка и п.5 выводов по главе следует исключить.

Представленная диссертация выполнена на высоком научном уровне и представляет собой законченную научно-квалификационную работу и, не смотря на отмеченные выше замечания, следует заключить, что диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям п.9 Положения о присуждении учёных степеней, утверждённом Постановлением Правительства РФ №842 от 24.09.2013 г., а её автор Филатова Надежда Константиновна заслуживает присвоения её учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 «Металлургия чёрных, цветных и редких металлов».

Заместитель директора института ЭкоТех по учебной и воспитательной работе, доцент кафедры цветных металлов и золота ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», к.т.н.

 А.Н. Кропачев

119991, г. Москва, Ленинский проспект, 4

Тел.: +7.495.638.46.84

e-mail: kan(at)misis.ru

Подпись официального оппонента А.Н. Кропачева заверяю

 ПОДПИСЬ
Проректор
по общим вопросам
НТУ «МИСиС»