



ИнфоМайн 

Объединение независимых экспертов в области минеральных ресурсов,
металлургии и химической промышленности

Обзор рынка гафния в России, СНГ и мире

Демонстрационная версия

*Москва
сентябрь, 2010*

Internet: www.infomine.ru
e-mail: info@infomine.ru

Этот отчет был подготовлен экспертами ООО «ИНФОМАЙН» исключительно в целях информации. Содержащаяся в настоящем отчете информация была получена из источников, которые, по мнению экспертов ИНФОМАЙН, являются надежными, однако ИНФОМАЙН не гарантирует точности и полноты информации для любых целей. Информация, представленная в этом отчете, не должна быть истолкована, прямо или косвенно, как информация, содержащая рекомендации по инвестициям. Все мнения и оценки, содержащиеся в настоящем материале, отражают мнение авторов на день публикации и подлежат изменению без предупреждения. ИНФОМАЙН не несет ответственность за какие-либо убытки или ущерб, возникшие в результате использования любой третьей стороной информации, содержащейся в настоящем отчете, включая опубликованные мнения или заключения, а также последствия, вызванные неполнотой представленной информации. Информация, представленная в настоящем отчете, получена из открытых источников либо предоставлена упомянутыми в отчете компаниями. Дополнительная информация предоставляется по запросу. Этот документ или любая его часть не может распространяться без письменного разрешения ИНФОМАЙН либо тиражироваться любыми способами.

Copyright © ООО «ИНФОМАЙН»

Содержание

1. Общая оценка мирового рынка металлического гафния и соединений гафния.....	6
1.1. Мировое производство металлического гафния и соединений гафния.....	6
1.2. Ведущие мировые производители	10
1.2.1. CEZUS (AREVA).....	10
1.2.2. WAN CHANG (ALLEGHENY TECHNOLOGIES INCORPORATED).....	10
1.2.3. WESTERN ZIRCONIUM (WESTINGHOUSE ELECTRIC COMPANY)	14
1.3. Цены на металлический гафний, изделия из гафния и соединения гафния	15
2. Потребление металлического гафния и соединений гафния.....	20
2.1. Области неядерного применения металлического гафния и соединений гафния	20
2.1.1. ПРОИЗВОДСТВО СПЛАВОВ.....	20
2.1.2. КЕРАМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ.....	22
2.1.3. ОПТИКА	22
2.1.4. ХИМИЧЕСКАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ	23
2.1.5. ЭЛЕКТРОНИКА.....	23
2.1.6. ПЛАЗМЕННАЯ РЕЗКА И СВАРКА.....	24
2.2. Международная торговля металлическим гафнием и соединениями гафния: страны нетто-импортеры	25
2.3. Ключевые покупатели металлического гафния и соединений гафния (потребители и торговые компании)	34
2.3.1. ALCOA HOWMET	35
2.3.2. PRECISION CASTPARTS CORP.....	35
2.3.3. ULTRAMET	36
2.3.4. ROBA HOLDING.....	37
2.3.5. HOLMA	38
2.3.6. THERMACUT	38
2.3.7. ASM (ADVANCED&SPECIALTY MATERIALS)	39
2.3.8. GRANDVIEW MATERIALS INC	39
2.3.9. CERAC.....	40
2.3.10. SAFC HITECH (SIGMA-ALDRICH)	41
2.3.11. MERCK.....	43
2.3.12. ABSCO MATERIALS.....	43
2.3.13. NEXUS METALS LTD.....	44
2.3.14. NORTH ALLOYS CO., LTD	44
2.3.15. ПОТРЕБИТЕЛИ В РОССИИ И СТРАНАХ СНГ.....	45
3. Выводы.....	48
3.1. Анализ факторов, влияющих на динамику рынка	48
3.2. Прогноз перспектив развития мирового рынка металлического гафния и соединений гафния	49
3.3. Резюме.....	58

Список таблиц

Таблица 1. Импорт Францией циркониевого концентрата в 2002-2009 гг.	
	Ошибка! Закладка не определена.
Таблица 2. Типичный химический анализ гафния производства Wah Chang* .	10
Таблица 3. Типичный химический анализ порошка Hf коммерческого назначения производства Wah Chang	11
Таблица 4. Номенклатура Wah Chang Albany для химической продукции на основе гафния	11
Таблица 5. Химический состав сплавов С-103 и С-129У (Wah Chang)	12
Таблица 6. Физические и механические свойства сплава С-103	12
Таблица 7. Производство продукции Wah Chang на основе экзотических металлов (циркония, гафния и ниобия) в 2005-2009 гг.....	13
Таблица 8. Расчетные экспортные и импортные среднегодовые цены на гафний в 2005-2009 гг. по данным таможенной статистики США и ЕС.....	15
Таблица 9. Цены на гафниевую продукцию компании CERAC в мае 2010 г..	16
Таблица 10. Цены на гафниевую продукцию, продаваемую компанией NOAH Technologies Corp., в июле 2010 г.....	17
Таблица 11. Цены на гафниевую продукцию, продаваемую компанией Alfa Aesar (Johnson Matthey Co.), в августе 2010 г.	18
Таблица 12. Цены на гафниевую продукцию ЗАО «Метоксид» на 07.07.2010.	19
Таблица 13. Химический состав суперсплавов на основе Ni (Ni – остаток), содержащие гафний	21
Таблица 14. Химический состав лигатур на основе гафния.....	22
Таблица 15. Импорт гафния (по коду 81.12.92.2000) США в 2005-2009 гг.....	25
Таблица 16. Импорт гафния (по коду 81.12.92.2000) США в 2007-2010 гг., \$ тыс.....	25
Таблица 17. Структура импорта гафния (по коду 81.12.92.2000) США по месту выпуска товара в 2007-2009 гг., \$ тыс.....	26
Таблица 18. Экспорт гафния (по коду 81.12.92.10) в США странами-членами ЕС в 2005-2009 гг.	26
Таблица 19. Экспорт гафния (необработанный; отходы и скрап; порошки – код 81.12.92.10) странами – членами ЕС в 2005-2009 гг.	27
Таблица 20. Региональная структура экспорта гафния (код 81.12.92.10) странами – членами ЕС за пределы ЕС в 2005-2009 гг.....	27
Таблица 21. Региональная структура экспорта гафния (код 81.12.92.10) Францией в 2005-2009 гг.	28
Таблица 22. Экспорт гафния и германия (код 81129920) странами – членами ЕС в 2007-2009 гг.	28
Таблица 23. Импорт гафния (необработанный; отходы и скрап; порошки – код 81129210) странами – членами ЕС в 2005-2009 гг.	29
Таблица 24. Региональная структура импорта гафния (код 81129210) Великобританией в 2005-2009 гг.....	29
Таблица 25. Региональная структура импорта гафния (код 81129210) Германией в 2002-2009 гг.....	30

Таблица 26. Экспорт и импорт гафния (код 81129210) основными участниками рынка в ЕС в 2005-2009 гг.	30
Таблица 27. Импорт гафния Японией в 2007-2009 гг.	31
Таблица 28. Импорт гафниевой металлопродукции Россией в 1999-2009 гг.	31
Таблица 29. Экспорт гафниевой металлопродукции Украиной в 1999-2009 гг.	33
Таблица 30. Номенклатура гафниевой продукции компании CERAC.	40
Таблица 31. Номенклатура Urbana Manufacturing Site по металлическому гафнию.	42
Таблица 32. Номенклатура Urbana Manufacturing Site по неорганическим соединениям гафния.	42
Таблица 33. Характеристики электродов ЭП-03 и ЭП-03А.	45
Таблица 34. Число энергоблоков и электрическая мощность АЭС в мире в 2009 г.	49
Таблица 35. Планируемый ввод в эксплуатацию в России в 2010-2016 гг. энергоблоков АЭС.	54

Список рисунков

Рисунок 1. Структура мирового потребления гафния в 2007 г.	24
Рисунок 2. Динамика производства суперсплавов компанией Allegheny Technologies Inc. в 2005-2009 гг.	34
Рисунок 3. Атомные электростанции в мире.	49

1. Общая оценка мирового рынка металлического гафния и соединений гафния

1.1. Мировое производство металлического гафния и соединений гафния

Гафний не имеет собственных месторождений и концентрируется в цирконийсодержащих минералах. В основных из них содержание гафния составляет 1-2% (Hf:Zr от 1:100 до 1:50).

Основная область применения циркония – ядерная энергетика, где он широко используется в качестве конструкционного материала, в первую очередь из-за низкого значения величины поперечного сечения захвата тепловых нейтронов. Гафний, напротив, обладает высоким значением этого показателя. По современным требованиям допустимое содержание гафния в цирконии ядерной чистоты не должно превышать 0,01 мас. %. Это обстоятельство предопределило обязательное отделение гафния от циркония, что создало основу не только сопутствующего промышленного производства гафния, но и поиска возможностей его полезного использования. Таким образом, сырьем для производства гафния служат отходы циркониевого производства.

Под основной базой производства гафния рассматривают ту стадию переработки циркониевого концентрата, на которой цирконий и гафний переводятся в раствор или другую реакционно-способную форму.

Выбор технически возможных и экономически приемлемых способов вскрытия циркониевого сырья ограничен из-за высокой химической стойкости минералов циркония. Для переработки концентрата используют методы хлорирования, а также щелочные и фторидные методы.

Металлический гафний высокой чистоты, свободный от газовых примесей, обычно получают иодидным способом. Известен способ получения гафния электролитическим рафинированием. Относительно высокая стоимость производства гафния ограничивает его широкое применение. В последние годы разработана технологическая схема получения гафния методом электролиза.

Основными продуктами гафниевого производства являются кристаллический гафний и оксид гафния.

Точные данные по производству гафния, как в мире, так и отдельными странами и предприятиями отсутствуют. Самыми крупными производителями гафния являются Франция и США.

Открытая статистика ЕС дает данные по производству за 2008-2009 гг. по позиции, которая является общей для бериллия, хрома, германия, ванадия, галлия, гафния, индия, ниобия, рения и таллия. Кроме того, она включает и изделия из этих металлов. Данные за 1995-2007 гг. не приводятся.

Попытка оценить производство гафния косвенным путем – через производство циркония – также не дает положительных результатов. Позиция включает цирконий и сурьму и изделия из этих металлов. Даже если принять во внимание, что первичная металлическая сурьма в ЕС практически не производится, то приводится только выпуск в целом для ЕС. Данные для отдельных стран являются конфиденциальными. В список этих стран входят Бельгия, Великобритания, Германия, Испания, Франция, Швеция. Данные за 1995-2007 гг. отсутствуют. В 2008 г. в ЕС было произведено около XX тыс. т циркониевой продукции, в 2009 г. – XX тыс. т. Как уже было сказано, в список продукции включены и изделия. Так, в Швеции (компания Sandvik), Франции и Германии (предприятия компании CEZUS) производятся циркониевые трубы, в Бельгии – цирконийсодержащие лигатуры (Afillips N.V.). Таким образом, в статистике складываются показатели различных переделов, и определить производство циркониевой губки – изначального продукта – представляется невозможным. Но по многим источникам (в т.ч. самой CEZUS, а также World Nuclear Association), мощность CEZUS – единственного производителя циркониевой губки в ЕС составляет XX т/год.

Соответственно, эта компания является и единственным производителем металлического гафния в ЕС. На сайте CEZUS приводятся сведения, что в процессе производства циркония попутно получается в год до XX т гафния и XX т оксида гафния. По данным Metal Bulletin Monthly (April 2007), мощности CEZUS составляют XX т/год. Steven Munnoch, директор ММТА (Minor Metals Trade Association), пишет в Mining Journal (2008 г.), что предприятие CEZUS в Jarrie производит примерно XX т металлического гафния в год.

Второй крупнейшей страной – производителем гафния являются США. Выпуск гафния осуществляют два предприятия - Wah Chang Albany (компания Allegheny Technologies Inc.) и Western Zirconium (компания Westinghouse Electric, которая в настоящее время контролируется японской корпорацией Toshiba).

Metal Bulletin Monthly (April, 2007) оценивал уровень производства обеими предприятиями в XX т/год. Steven Munnoch в Mining Journal (2008 г.) называет общий годовой объем производства в количестве XX т. На сайте ММТА (Minor Metals Trade Association) приводятся сведения, что Western Zirconium приостановило производство гафния, а Wah Chang Albany производит примерно XX т/год. По данным ежегодного отчета

Allegheny Technologies Inc., мощности Wah Chang Albany по производству циркониевой губки в течение последних пяти лет увеличились с XX до XX т/год.

Еще один источник информации по гафнию в США – Геологическая служба США (USGS) не дает данных по производству металлического гафния.

Гафний производится также на Украине Государственным научно-производственным предприятием «Цирконий». ГНПП «Цирконий» создано в 1992 г. на базе Приднепровского химического завода в г. Днепропетровск. Предприятие производит следующую гафниевую продукцию: гафний металлический ядерночистый и гафний кальциетермический (КТГ-НР) в виде обработанных цилиндрических слитков диаметром не более 240 мм; катоды диаметром от 60 до 120 мм; лигатуру гафний-никель (ГФН-10) в кусках неправильной формы размером не менее 10x10 мм; гидроксид гафния; оксид гафния. Увеличение объемов производства гафния тормозится дефицитом ядерно-чистого кальция, который используется в качестве реагента и который предприятие может закупать только в России. Основные поставки гафния ядерной чистоты идут в Россию. До августа 2010 г. ГНПП «Цирконий» должно было отгрузить в адрес ОАО «Чепецкий механический завод» около XX т металлического гафния.

По словам Л. Громок, и.о. генерального директора предприятия, «гафний сейчас буквально «рвут из рук», в том числе большой интерес к приобретению данной продукции высказывают потребители из Японии, Канады, Англии».

В 2009 г. на Украине была принята государственная программа «Ядерное топливо Украины». В соответствии с этой программой будет осуществляться модернизация предприятия, которая предполагает увеличение мощностей по выпуску диоксида циркония с 200 до XXX т в год, переход на магний-хлоридную технологию производства, создание производства циркониевой губки и оснащение металлургического производства вакуумно-дуговыми печами для производства циркониевых слитков.

В Mining Journal (2008 г.) приводятся следующие данные по поставкам гафния в 2007 г.: Wah Chang – XX т; CEZUS – XX т; Western Zirconium – XX т; Украина – XX т; Китай – XX т. В сумме оценка поставок составила XX т.

Так как потенциально гафний является сопутствующим продуктом при выпуске циркония, то он может производиться в различных формах в Индии и Китае.

Так, по данным Fuel Design Review Handbook-2010, циркониевая губка производилась предприятием NFC (производственная единица Департамента атомной энергии Индии в Хайдерабаде). Мощности индийского предприятия по производству металлического циркония составляют XX т/год.

Китайская компания Chaoyang Baisheng Titanium&Zirconium Co, Ltd (Chaoyang, провинция Liaoning) имеет мощности по производству XX т рафинированного тетрахлорида

циркония, что позволяет ей выпускать XX т циркониевой губки (150 т для ядерной энергетики и XX т для другого использования).

В настоящее время в Китае идет строительство еще одного завода по выпуску циркония, которое осуществляет совместное предприятие американской компании Westinghouse и китайской компании SNZ. При этом предполагается выпускать до XX т гафниевой губки в год.

1.2. Ведущие мировые производители

1.2.1. CEZUS (AREVA)

1.2.2. WAH CHANG (ALLEGHENY TECHNOLOGIES INCORPORATED)

Wah Chang является с 1996 г. дочерней компанией корпорации Allegheny Technologies Incorporated. В состав компании входят производственные предприятия в Albany (штат Oregon), Frackville (штат Pennsylvania) и Huntsville (штат Alabama).

Предприятие *Wah Chang Albany* было введено в строй в 1956 г. Основная специализация завода – производство циркония и гафния. Выпускается также титановая губка. Металлический гафний высокой чистоты, содержащий менее 60 ppm кислорода, получают иодидным способом.

На территории предприятия находится также лабораторный центр, включающий аналитическую, металлургическую и коррозионную лаборатории.

Циркониевый концентрат на предприятие поставляется внутренними производителями и из Австралии. Дополнительные объемы циркониевой губки закупаются во Франции.

Необработанный гафний производится в форме губки, кусков, кристаллического прутка, прутка, пластинок, порошка. Обработанный гафний и его сплавы выпускается в форме плит, листа, фольги, прутка и проволоки. На его обрабатываемость сильное воздействие оказывает содержание примесей (табл. 2).

Таблица 1.
Типичный химический анализ гафния производства Wah Chang*

Элемент	Для производства прутка и проволоки	Для легирования сплавов		
		кристаллический пруток	губка	порошок
Al				
C				
Cl				
Cr				
Cu				
H				
Fe				
Mg				
Mo				
Ni				
Nb				
N				
O				
Si				
Ta				
Ti				

W				
U				
V				
Zr				

* - ppm

Порошок гафния производится с размером частиц от 80 до 325 меш. Типичный химический анализ порошка коммерческого назначения приведен в табл. 3.

Таблица 2.
Типичный химический анализ порошка Hf коммерческого назначения производства Wah Chang

Элемент	Размер частиц -100 меш	Размер частиц -325 меш
Углерод C	X	X
Азот N	X	X
Водород H	X	X
Кислород O	X	X
Алюминий Al	X	X
Ниобий Nb	X	X
Медь Cu	X	X
Железо Fe	X	X
Тантал Ta	X	X
Вольфрам W	X	X
Цирконий Zr	X	X

Номенклатура химической продукции на основе гафния представлена в табл. 4. Предприятие выпускает оксид, тетрахлорид, гидрид, оксихлорид и оксинитрит гафния.

Таблица 3.
Номенклатура Wah Chang Albany для химической продукции на основе гафния

Продукт	Описание продукта	Упаковка

Предприятие *Wah Chang Huntsville* запущено в 1984 г. Номенклатура выпускаемой продукции очень широкая. Завод производит прутки и проволоку из ниобия, титана, циркония, гафния и их сплавов. Кроме того, проводится окончательная обработка сплава Zr_{2.5}Nb для компании Smith&Nephews, сверхпроводящей проволоки для внешних потребителей, сплавов на никелевой основе, волочение титана различных марок для других предприятий АТІ.

Основное оборудование включает: 1) ковочный пресс, на котором можно получить многожильный пруток диаметром до 4 дюймов (10,16 см); 2) волочильный стан мощностью XX тыс. фунтов (XX т) в месяц (длина прутка - до 80 футов/24,484 м); 3) волочильный стан, способный вытянуть пруток диаметром 2,4 дюйма (6,096 см) и длиной до 180 футов/54,864 м. Размерный ряд диаметров получаемой продукции составляет от 0,625 до 0,011 дюймов (1,5875-0,02794 см).

В составе вспомогательного оборудования – печь непрерывного отжига, печь старения, правильная машина, установка ультразвукового контроля. В вакуумной печи можно провести отжиг XX фунтов (XX кг) металла. После отжига, материал проходит травление кислотой на участке, включающем 30-футовые ванны для прутков длиной до 28 дюймов и ванны для бухт диаметром 48 дюймов.

В число выпускаемых заводом ниобиевых сплавов входят и сплавы с добавками гафния - *C-103 (Nb-10Hf-1Ti)* и *C-129Y(Nb-10Hf-10W-.1Y)*. Химический состав этих сплавов приведен в табл. 5.

Таблица 4.
Химический состав сплавов C-103 и C-129Y (Wah Chang)

Сплав	Ta	Y	Ti	Zr	C	O	N	H	W	Hf	Ni
C-103	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
C-129Y	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Сплав C-103 был принят к производству из-за его хорошей обрабатываемости. Это один из лучших ниобиевых сплавов для сварки и деформирования. Сплав соответствует требованиям для ракетных двигателей до температур 1480°C.

Физические и механические характеристики сплава приведены в табл. 6.

Таблица 5.
Физические и механические свойства сплава C-103

Характеристика	Показатель
Плотность, г/см ³	X
Температура плавления, °C	X
Коэффициент температурного расширения, см/см·°C	X
Удельная теплоемкость, BTU/°F/lb	X
Модуль упругости (модуль Юнга) при комнатной температуре	X
Модуль упругости (модуль Юнга) при температуре 1205 °C (2200 °F)	X

Большинство сплавов с добавками гафния производится под конкретные заказы.

Предприятие *Wah Chang Frackville (Ti Wire)*, запущенное в 1956 г, выплавляет титан и сплавы и производит на их основе прутки и проволоку.

В табл. 7 приведена динамика производства Wah Chang в 2005-2009 гг. продукции на основе экзотических металлов – циркония, гафния и ниобия.

Таблица 6.
Производство продукции Wah Chang на основе экзотических металлов (циркония, гафния и ниобия) в 2005-2009 гг.

	2005	2006	2007	2008	2009
тыс. фунтов	X	X	X	X	X
тонн	X	X	X	X	X

Источник: Annual Reports

В течение последних пяти лет компания удвоила свои мощности по производству циркониевой губки до 8 млн. фунтов (XX т).

Среди потребителей продукции компании в авиакосмической отрасли – Boeing Company, Airbus S.A.S., Bombardier Aerospace (division of Bombardier Inc.), Embraer (Empresa Brasileira de Aeronautica S.A.), GE-Aviation (division of General Electric Company), Pratt&Whitney, Rolls-Royce plc, Snecma (SAFRAN Group).

ATI Wah Chang

PO Box 460 Albany, Oregon 97321

Tel.: 541-967-6977

Fax: 541-967-6994

Web-site: www.wachchang.com

ATI Wah Chang – Huntsville Operations

7400 Highway 20

West Huntsville, AL 35806

Tel.: 256-722-2307

Fax: 256-722-2381

E-mail: custserv@ATImetals.com