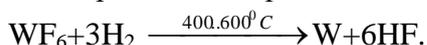


Рабочий план по технологии аддитивного формования деталей из вольфрама по методу химического осаждения из газовой фазы

Описание метода:

Технология аддитивного формирования деталей из вольфрама по методу химического осаждения из газовой фазы заключается в заполнении пустот в порошковой смеси вольфрамом, получаемым за счет восстановления гексафторида вольфрама согласно нижеприведенной реакции:



Преимущества метода:

1. Не требует высоких температур, как в технологии селективного лазерного спекания
2. Не требует калиброванного сферического порошка вольфрама. Технология допускает использование вольфрамового порошка любой морфологии и крупности.
3. Не требует использования легкоплавкого связующего, который может обладать меньшей плотностью.
4. Обладает возможностью изготовления формовочных деталей из вольфрама и его сплавов с настраиваемой плотностью.

План:

Этап 0:

В январе 2020 года был успешно выполнен этап по проверке возможности изготовления высокоплотных изделий из вольфрама по технологии аддитивного формования по методу химического осаждения из газовой фазы. Был изучен процесс химического осаждения вольфрама из газовой фазы на порошок вольфрама. После проверки трех схем протока газа: циклы заполнения камеры и вакуумирования, продувка пористой вольфрамовой засыпки или обдувание порошка - определена оптимальная из них. Определена скорость роста вольфрамового покрытия на порошке из вольфрама. В результате выполнения работ был изготовлен массивный образец вольфрама с остаточной пористостью не более 8%.

Полученные экспериментальные образцы были исследованы на электронном микроскопе. Структура полученного материала подтвердила хорошую адгезию осаждаемого вольфрама к исходному порошку.

Оценка динамических характеристик процесса показала возможность получения образцов размером порядка 400 мкм за 40 минут.

Этап 1:

Цель: Отработать режимы получения высокоплотных образцов из вольфрама с необходимыми техническими требованиями (допуски, шероховатость, плоскостность). Исследовать возможность объединения двух технологий аддитивного формования изделий из вольфрама.

Наименование работ	Сроки	Стоимость	Результат
1. Модернизация (Разработка и изготовление экспериментальной) установки по аддитивному формованию, которая позволит управлять потоком газовой смеси и обеспечит гомогенный нагрев детали.	01.03.2020-30.03.2020	5000 CHF	Лабораторный стенд с контролируемой атмосферой и температурой в

			камере
1.1. Исследование возможности заполнения пор и уменьшения шероховатости вольфрамовых изделий, полученных методом селективного лазерного спекания.	01.03.2020-30.03.2020	700 CHF	Образец, полученный методом SLM и покрытый 10 мкм вольфрама из газовой фазы
2. Исследование влияния материала и морфологии подложки на параметры поверхности получаемого вольфрамового образца. Определение оптимальной температуры нагрева подложки.	01.04.2020-30.04.2020	2000 CHF	3 вольфрамовых пластины 50x50 мм, полученных при температуре подложки 400 °C, 500 °C и 600 °C
3. Оптимизация состава и скорости продувки газовой смеси, с целью максимизации выхода полезного продукта при восстановлении.	01.04.2020-15.04.2020	2000 CHF	3 вольфрамовых пластины 50x50 мм
4. Изучения влияния морфологии порошка на качество поверхности готовых изделий, а так же пористость и необходимое количество газа.	16.04.2020-30.04.2020	1300 CHF	2 пластины из вольфрама 50x50 мм с использованием одномодального и бимодального порошка
5. Изучение адгезии вольфрама, полученного из газовой фазы к порошкам меди, железа, никеля, с целью исследования возможности изготовления псевдосплавов на основе вольфрама и настраивания плотности готовых изделий.	01.05.2020-15.04.2020	2000 CHF	Образцы пластин из сплавов вольфрама на основе меди, никеля и железа
6. Изучение адгезии вольфрама, полученного из газовой фазы к кристаллам GaGG, с целью исследования возможности изготовления композитов W-GaGG. Измерение длины затухания кристаллов.	16.04.2020-30.05.2020	2000 CHF	Образец композита W-GaGG. Результаты испытания пропускной способности кристаллов.

Этап 2:

Цель: Изготовление готовых образцов пластин из вольфрама или его сплавов по геометрии SPACAL.

Наименование работ	Сроки	Стоимость	Результат
1. Создание (Разработка и изготовление экспериментальной) установки для распределения порошка.	01.06.2020-30.06.2020	14500 CHF	Аппаратно-программный комплекс по распределению порошка вольфрама.
2. Разработка и изготовление	01.07.2020-	14500	Многоразовая

профилированной монолитной или сборной подложки со специализированным слоем, обеспечивающим низкую адгезию вольфрамового покрытия.	30.07.2020	CHF	подложка для изготовления деталей по геометрии SPACAL
3. Отработка технологии аддитивного производства сложных фасонных изделий из вольфрама методом химического осаждения из газовой фазы. Оценка себестоимости изготовления прототипа и ячейки абсорбера.	01.08.2020-30.08.2020	3000 CHF	Пластина 50x50 мм с канавкой в SPACAL геометрии.

Этап 3:

Цель: Изготовление ячейки или прототипа абсорбера в SPACAL геометрии.

Наименование работ	Сроки	Стоимость	Результат
1. Разработка и изготовление экспериментальной установки для изготовления полноразмерных профилированных пластин. Производство 29 пластин по технологии SPACAL с заданными техническими требованиями	01.09.2020-30.10.2020	10 000 CHF	Прототип абсорбера $46,5 \times 46,5 \times 100 \text{ мм}^3$ или ячейка абсорбера $120 \times 120 \times 100 \text{ мм}^3$ с прямоугольными каналами в геометрии SPACAL.