

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени ИСЛАМА КАРИМОВА**

МЕХАНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

КАФЕДРА: «МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»

**ВЫПУСКНАЯ
КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

**На тему: СИНТЕЗ НАНОПОРОШКОВ ВОЛЬФРАМА
ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВЫМ ИСПАРЕНИЕМ
ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В СОСТАВЕ
ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ.**

По направлению 5320100 – «Материаловедение и технология новых
материалов» для получения степени бакалавра

Зав.кафедрой:	д.т.н.Зиямухамедова У.А.
Руководитель:	проф. Ашуров Х.Б.
Выпускник:	ст. Камолова И.О.

Ташкент – 2018 г.

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени ИСЛАМА КАРИМОВА

Механический факультет
направления 5320100-МТМ

Кафедра Материаловедение
группа **83-14 ММТ**
Утверждаю _____
Зав.кафедры д.т.н. У.А.Зиямухамедова
2018 год «__» _____

ЗАДАНИЕ ПО ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Студент _____ **Камолова Ирода Одилбековна**

(фамилия, имя, отчество)

1. Тема выпускной работы: **Синтез нанопорошков вольфрама электронно-лучевым испарением для применения в составе твердых сплавов.**
«__» _____ 2018 год утверждена на заседании кафедры.
2. Срок сдачи выпускной работы: «__» _____ 2018 год
3. Исходные данные для выполнения выпускной работы:
 - 1) Источник вольфрама, чистотой 99,999%. 2) Руководство эксплуатации электронно-лучевого испарителя. 3) Ibrahim Khan, Khalid Saeed, Idrees Khan, Nanoparticles: Properties, applications and toxicities, Arabian Journal of Chemistry, 2017, ISSN 1878-5352. 4) Adhikari, Sangeeta & Sarkar, Debasish & Sekhar, Himadri. (2013). Synthesis and characterization of WO₃ spherical nanoparticles and nanorods. Materials Research Bulletin. 49.10.1016/j.materresbull.2013.08.028. 5) G.L. Frey, A. Rothschild, J. Sloan, R. Rosentsveig, R. Popovitz-Biro, R. Tenne, Investigations of Nonstoichiometric Tungsten Oxide Nanoparticles, Journal of Solid State Chemistry, Volume 162, Issue 2, 2001, Pages 300-314, ISSN 0022-4596.
4. Расчетно-пояснительная записка. Введение. 1. Литературный обзор: 1.1 Нанотехнология и наноматериалы в машиностроении. 1.2. Нанопорошки вольфрама. 1.3. Методы получения нанопорошка вольфрама. 2. Экспериментальное оборудование и методика: 2.1. Электронно-лучевое испарение. 2.2. Зондовая микроскопия. 2.3. Получение нанопорошков вольфрама методом электронно-лучевого испарения. 3. Результаты и обсуждения: 3.1. Гранулометрический анализ АСМ. 3.2. Гранулометрический анализ на Рамане. 4. Расчет экономической части проекта. 5. БЖД. 6. Экология. Заключение. Источники литературы.
5. Список графических работ (графическая часть):
 1. Чертеж установки -1л
 2. Конструкция нагревательного устройства -1л
 3. Рисунки измерений на АСМ -1л
 4. Рисунки измерений на Рамане-1л

						Лист
						2
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

6. Консультанты:

№	Раздел	Ф.И.О. преподавателя консультантов	Число, подпись	
			Выдача задания	Выполнения задания
1	Конструкторско-технологическая часть			
2	Экономика			
3	БЖД			
4	Экология			

7. План выполнения выпускной работы

№	Наименование выпускных работ	разделов	Срок выполнение	Подпись консультанта
1	Технологическая часть		24.02.2018	
2	Экономическая часть		26.05.2018	
3	БЖД		15.05.2018	
4	Экологическая часть		17.05.2018	
5	Подготовка чертежей		21.05.2018	
6	Подготовка расчетно-пояснительной записки		23.05.2018	
7	Предварительная защита		05.06.2018	
8	Защита ГАК			

Дата выдачи задания « _____ » _____ 2018 год _____
(подпись)

Руководитель выпускной работы _____ д.т.н. Ашуров Х.Б.

Получил задания _____ Камолова И.О.
(дата) (подпись)

РЕФЕРАТ

Пояснительная записка 59 с., 10 рисунков, 5 таблиц, 20 источников.

Ключевые слова: *наноматериалы, нанотехнологии, нанопорошки вольфрама, электронно-лучевое испарение, атомно-силовая микроскопия, зондовая микроскопия, спектроскопия комбинационного рассеяния света (Раман спектроскопия), гранулометрический анализ.*

Объектом исследования является получение нанопорошков вольфрама методом электронно-лучевого испарения.

Цель работы – является изучение и синтез нанопорошков вольфрама полученных методом электронно-лучевым испарением для применения в составе твердых сплавов.

В работе проанализированы исходные данные и выбрано установка для получения нанопорошков вольфрама, а также были выбраны оптимальные технологические режимы, проведен эксперимент получения нанопорошков, исследованы размеры наночастиц методом АСМ и на Рамане, приведены численные характеристики измерений.

Решены вопросы техники безопасности, пожарной безопасности, организационных мероприятий.

ABSTRACT

Explanatory note 59 p., 10 figures, 5 tables, 20 sources.

Tags: *nanomaterials, nanotechnologies, tungsten nanopowders, electron-beam evaporation, atomic force microscopy, probe microscopy, Raman spectroscopy, granulometric analysis.*

The object of the research is the production of nanopowders of tungsten by electron-beam evaporation.

The purpose of implementation of the final work is to study and synthesize nanopowders of tungsten obtained by electron beam evaporation for use in the composition of hard alloys.

The initial data are analyzed and the unit for obtaining tungsten nanopowders was chosen, and optimal technological regimes were chosen, the nanopowder production experiment was performed, the dimensions of the nanoparticles were measured by the AFM method and Raman, and the numerical characteristics of the measurements were presented.

Issues of safety, fire safety, and organizational measures were resolved.

						Лист
						4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	6
I. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР	
1.1. Нанотехнология и наноматериалы в машиностроении.	8
1.2. Нанопорошки вольфрама.	
1.3. Методы получения нанопорошка вольфрама.	
II. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И МЕТОДИКА	
2.1. Технические характеристики оборудования.	
2.2. Электронно-лучевое испарение.	
2.3. Зондовая микроскопия.	
2.4. Спектроскопия комбинационного рассеяния света.	
2.5. Получение нанопорошков вольфрама методом электронно-лучевого испарения.	
III. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ	
3.1. Гранулометрический анализ АСМ.	
3.2. Гранулометрический анализ на Рамане.	
IV. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	
V. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.	
VI. ЭКОЛОГИЯ	
Заключение.	
Использованная литература.	
Приложение.	

ВВЕДЕНИЕ

Чтобы поднять на новый, более высокий уровень развитие нашей страны, мы приняли стратегию действий по пяти приоритетным направлениям развития РУз в 2017-2021 годах. Для укрепления макроэкономической стабильности и сохранения высоких темпов роста экономики, повышение ее конкурентоспособности одним из важных направлений является развитие производственной деятельности в области машиностроения, приборостроения и оптимизация технологического процесса.

По итогам 2017 года можно сказать о том, что создано больше 336 тысяч рабочих мест, были согласованы больше 400 международных сделок, ВВП вырос на 5,5 процента. Это произошло за счет развития малого бизнеса и частного предпринимательства, а также строительства промышленных предприятий. В новом году эти показатели должны стать еще выше [1].

В настоящее время наблюдается стремительное развитие технологии машиностроительного производства. Отличительной особенностью современного машиностроения является ужесточение требований к качеству выпускаемых продукции и их себестоимости.

Машиностроение – комплекс отраслей промышленности, изготавливающих продукцию для народного хозяйства, транспортные средства, а так же предметы потребления и оборонную продукцию. Машиностроение является материальной основой технического перевооружения предприятий страны.

Технология машиностроения является комплексной научной дисциплиной, без которой невозможно современное развитие производства. За последние два десятилетия стратегическим индустриальным направлением в машиностроении стали нанотехнологии. К материалам в наносостоянии проявляется огромный интерес в связи с реальной возможностью практической реализации их уникальных свойств в

						Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

разнообразных областях науки и техники. В настоящее время более 50 стран ведут исследования и разработки в области нанотехнологии и не менее 30 стран имеют свои национальные программы в этой области. Интенсивность научных исследований в области нанотехнологий характеризуется экспоненциальным ростом научных публикаций [2]. В настоящее время более 20 международных журналов посвящены исключительно наноматериалам и нанотехнологиям. Кроме того, все материаловедческие журналы публикуют статьи по наноматериалам и нанотехнологиям.

Первое упоминание о методах, которые впоследствии назовут нанотехнологией, сделал в 1959 году американский физик Ричард Фейнман в своей знаменитой лекции «Там, внизу, много места» («There's Plenty of Room at the Bottom») [3-4]. Р. Фейнман, в частности, сказал: «При переходе к изучению самых маленьких объектов мы сталкиваемся со многими разнообразными явлениями, создающими новые возможности. Поведение отдельных атомов подчиняется законам квантовой механики и не имеет аналогов в макроскопическом масштабе, поэтому «внизу» мы будем постоянно наблюдать новые закономерности и эффекты, предполагающие новые варианты использования».

Таким образом, в настоящей выпускной квалификационной работе исследуются нанопорошки вольфрама, полученные методом электронно-лучевого испарения для применения в составе твердого сплава.

Объектом исследования являются нанопорошки вольфрама полученные методом электронно-лучевого испарения.

						Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

І. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

1.1. Нанотехнология и наноматериалы в машиностроении.

Известно, что нанотехнологии — это способы получения наноматериалов, способы создания наноустройств и способы оперирования с нанообъектами. Систематическая и целенаправленная разработка фундаментальных основ нанотехнологий началась в 80-х годах XX века. В настоящее время фундаментальные разработки претворяются в практические решения и начинают влиять на жизнь каждого человека. Действительно, в настоящее время наноматериалы используются в различных областях физики, химии, техники, биологии и медицины.

В основном интерес к наноматериалам связан с тем, что уменьшение размера частиц твердого вещества ниже некоторого критического может приводить к значительному изменению их свойств. "Нано" начинается с момента появления изменений физических свойств веществ. Так, например, наночастицы некоторых материалов имеют очень хорошие каталитические и адсорбционные свойства. Другие материалы показывают оптические или магнитные свойства. При наноразмерах удается добиться взаимодействия искусственных наночастиц с природными объектами наноразмеров — белками, нуклеиновыми кислотами и др.

Используя специфические свойства наночастиц можно существенно изменить свойства макрочастиц и макроструктур, придать совершенно иные, не привычные свойства веществам, твердым телам. Например, создать новые соединения металлов, сплавов, повысить характеристики привычных материалов, лишь добавив некоторое количество наночастиц, которые в корне изменяют структуру кристаллической решетки или физико-механические свойства материалов.

Критический размер частиц, при котором происходит скачкообразное изменение свойств, для большинства известных в настоящее время твердых веществ варьируется от 1 до 100 нм. Поскольку этот размер лежит в области

									Лист
									10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

нанометров, то и материалы, в которых наблюдаются размерные эффекты на свойствах, называются наноматериалами [5].

Различные отрасли промышленности и сферы человеческой деятельности являются потребителями наноматериалов. Например, такой потребитель, как автомобилестроение выдвигает перед нанотехнологией следующие задачи:

- совершенствование фильтров для очистки отходящих газов;
- разработка эффективных методов хранения и использования водорода, а также создание высокоэффективных систем преобразования энергии;
- совершенствование электронного и компьютерного оборудования;
- создание износостойких пар трения, синтез высокопрочных полимерных

композиатов и др. Все это должно обеспечить создание высокоэкономичных и экологически чистых транспортных средств, с высокой комфортабельностью и безопасностью. Американские специалисты считают, что достижения нанотехнологии коренным образом преобразуют вооруженные силы, включая технику, вооружение, системы связи и управления, а также солдатскую одежду и медицинское обслуживание.

Конструкционные, инструментальные и триботехнические материалы.

Конструкционные машиностроительные наноматериалы общего назначения пока еще не получили широкого распространения. Применительно к порошковым консолидированным наноматериалам это связано как с ограниченностью размеров и формы порошковых изделий, так и, главным образом, с трудностью сохранения наноструктуры при их спекании. Низкая текучесть и прессуемость, легкая окисляемость и загрязняемость, агломерируемость - все это тоже создает трудности при применении порошковых наноматериалов. Такие недостатки многих порошковых и других наноматериалов, как низкие пластические характеристики и остаточная пористость до сих пор не преодолены [5].

						<i>Лист</i>
						11
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

1.2. Нанопорошки вольфрама.

Порошки вольфрама находят широкое применение в качестве добавок при изготовлении специальной стали, основного компонента сверхтвердых и жаропрочных сплавов, используемых для производства режущего инструмента, штампов, работающих в условиях высоких температур и др. Существенное улучшение характеристик конструкционных материалов может быть достигнуто при использовании порошков нанодисперсного диапазона.

Физические и химические свойства:

Внешний вид и цвет: порошок черного цвета.

Среднеарифметический размер частиц 200-500 нм.

Форма отдельных частиц сферическая.

Отдельные частицы образуют агломераты.

Насыпная плотность около 15 г/см³.

Точка плавления 3200 °С.

При взаимодействии с открытым пламенем на воздухе воспламеняется.

Скорость горения 1,33 мм/с.

Площадь удельной поверхности, измеренная методом БЭТ - 1,7-2,4 м²/г.

Порошок вольфрама может найти применение в материаловедении, электронной технике, изготовлении нитридосодержащих керамических материалов, в производстве режущего инструмента, электроэрозионностойких материалов.

Опасность:

Порошок вольфрама - горючий металлический порошок - может образовывать открытое пламя. Может воспламеняться при взаимодействии с более низкокалорийным источником энергии. При попадании на слизистую оболочку оказывает раздражающее действие. Пути возможного поступления в организм - через органы дыхания, рот, слизистые оболочки глаз. Максимально недействующая (подпороговая) концентрация острого действия, установленная на лабораторных животных при однократном

									Лист
									13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

1.3. Методы получения нанопорошка вольфрама.

Одним из методов получения нанопорошков металлов является электрический взрыв проводников (ЭВП).

Методы нанотехнологий для получения наноматериалов можно подразделить на два принципиально разных типа: снизу-вверх и сверху-вниз. В первой группе методов нанотехнологий реализуется образование наночастиц из атомов и молекул, т. е. достигается укрупнение исходных частиц до частиц нанометрового размера [8]. Во второй группе методов нанотехнологий нанометровые размеры частиц достигаются с помощью дробления крупных частиц, порошков или зерен в твердых телах. Например, типичными представителями нанотехнологий снизу-вверх являются плазмохимический синтез и осаждение из жидких растворов, а типичными представителями нанотехнологий сверху-вниз являются механический размол и интенсивная пластическая деформация. Можно сказать, что первая группа методов нанотехнологий в большей степени основана на химическом подходе, а вторая — на физическом.

Один из самых простых способов получения наночастиц заключается в конденсации пара вещества в разреженной инертной атмосфере. Этим методом можно получить как наночастицы простого вещества, так и сплава. Если необходимо синтезировать наночастицы соединения металла, например оксида, нитрида, карбида, то в атмосферу необходимо добавить соответствующий реакционный газ — кислород, азот, углекислый газ, метан и др [9-11].

Газофазный синтез с конденсацией паров, иначе метод испарения и конденсации, (англ. *gasphase synthesis with vapor condensation*, или *evaporation-condensation method*) — это метод получения нанопорошков металлов, сплавов или химических соединений путем конденсации их паров вблизи холодной поверхности или на ней при контролируемой температуре в атмосфере инертного газа низкого давления. Это самый простой способ получения нанокристаллических порошков ввиду его высокой

						Лист
						15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И МЕТОДИКА.

									<i>Лист</i>
									17
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>					

Не стандартная установка SEB 06 состоит из следующих основных узлов: рабочая камера 1, система ускоренного охлаждения 2, вакуумная система 3, шкаф управления 4, зона загрузки 5, коллекторы системы водяного охлаждения 6 (рис.1).

Так же в состав основных узлов установки входит электрическая часть, система охлаждения и вакуумная система.

Корпус выполнен в виде вертикального цилиндрического сосуда управляемый с помощью гидравлического подъемника. Цилиндр обмотан медными трубками для обеспечения водоохлаждения. Испаритель установлен на основании камеры.

На корпусе имеются патрубки и фланцы для присоединения вакуумной системы, системы охлаждения (подогрева), подачи рабочего газа, и температурного реле.

Система водоохлаждения состоит из водораспределительной панели и трубопровода.

Все водоохлаждаемые узлы установки питаются от магистрали, давление воды в которой должно быть не менее 0,2 мПа (2 кгс/см²). Для охлаждения может применяться вода со следующими свойствами:

- жесткость, не более – 2 мгэкВ/л;
- количество взвешенных веществ, не более – 5 мг/л;
- окисляемость, не более – 10 мг/л;
- температура, не более – 25 °С.

В составе водораспределительной установки предусмотрено окно для визуального контроля потока воды, а также датчики сигнализаторов уровня, которые при прекращении подачи воды включают звуковую и световую сигнализацию.

Для ускорения вывода газа из внутренней поверхности камеры предусмотрен электрический обогрев.

Электрическая часть служит для электроснабжения установки и управления технологическим процессом. Электроснабжение производится от

									Лист
									20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

трехфазной сети напряжением 380В, цепи управления питаются напряжением 220В и частотой 50 Гц. Высоковольтный источник питания, включающий в себя тиристорный преобразователь напряжения (трансформатор и выпрямитель), обеспечивает регулирование напряжения в пределах от 100...1500 В. Источник опорного напряжения, включающий в себя тиристорный преобразователь (общий с высоковольтным источником), трансформатор и выпрямитель обеспечивает регулирование напряжения от 20 до 280В.

Высоковольтный источник и источник опорного напряжения снабжены системой автоматического гашения дуг и устройством защиты от перенапряжений, возникающих при обрыве тока нагрузки.

Большое внимание в процессе получения нанопорошков вольфрама отводится созданию и поддержанию в рабочей камере установки необходимого рабочего давления. Это обеспечивается вакуумной системой, состоящей из форвакуумного насоса типа АВН-20, турбомолекулярного насоса Varian 1100, клапанов вакуумных с электромеханическим приводом 23ВЭ-250, фильтра, вентиля вакуумного с ручным приводом V6, универсальный датчик вакуума Pirani. Конструкция турбомолекулярного насоса представлена на рис.2.

Если во время ионной очистки или напыления происходит изменение необходимого давления, то это отрицательно сказывается на всем технологическом процессе а, следовательно, и на качестве наносимого покрытия.

										Лист
										21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

2.1. Электронно-лучевое испарение.

Электронно-лучевые пучки широко используются в технологическом оборудовании для нагрева, сварки, плавки, размерной обработки, распыления, фундаментальных и прикладных исследований, в том числе в нанотехнологиях. Сущность электронно-лучевого воздействия состоит в том, что кинетическая энергия электронного пучка (импульсного или непрерывного) превращается в зоне обработки в тепловую.

Так как диапазоны мощности и концентрации энергии в луче велики, возможно, получение всех видов термического воздействия на материал: нагрев его до заданных температур, плавление и испарение с высокими скоростями. Благодаря возможности концентрации тепловой энергии во всем диапазоне термического воздействия, необходимого для распыления практически любого материала и ведения процесса в вакууме, обеспечиваются чистота обрабатываемого материала, а также полная автоматизация оборудования.

Электронный луч – поток движущихся в одном и том же направлении по близким траекториям электронов. Он имеет размеры, значительно большие в направлении движения по сравнению с поперечной плоскостью.

Электронный луч (рис.3) по удельной энергетической мощности, легкости управления, эффективности и локальности нагрева превосходит все известные источники, уступая лишь лазерному излучению.

Однако, в отличие от лазерного, электронный луч может иметь произвольную форму. Его преимущества также в том, что он не вносит примесей в обрабатываемый материал, может работать в агрессивной или инертной среде.

В производстве широко используются электронно-лучевые испарители, дающие возможность получения тонких пленок металлов, сплавов и диэлектриков.

										Лист
										22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

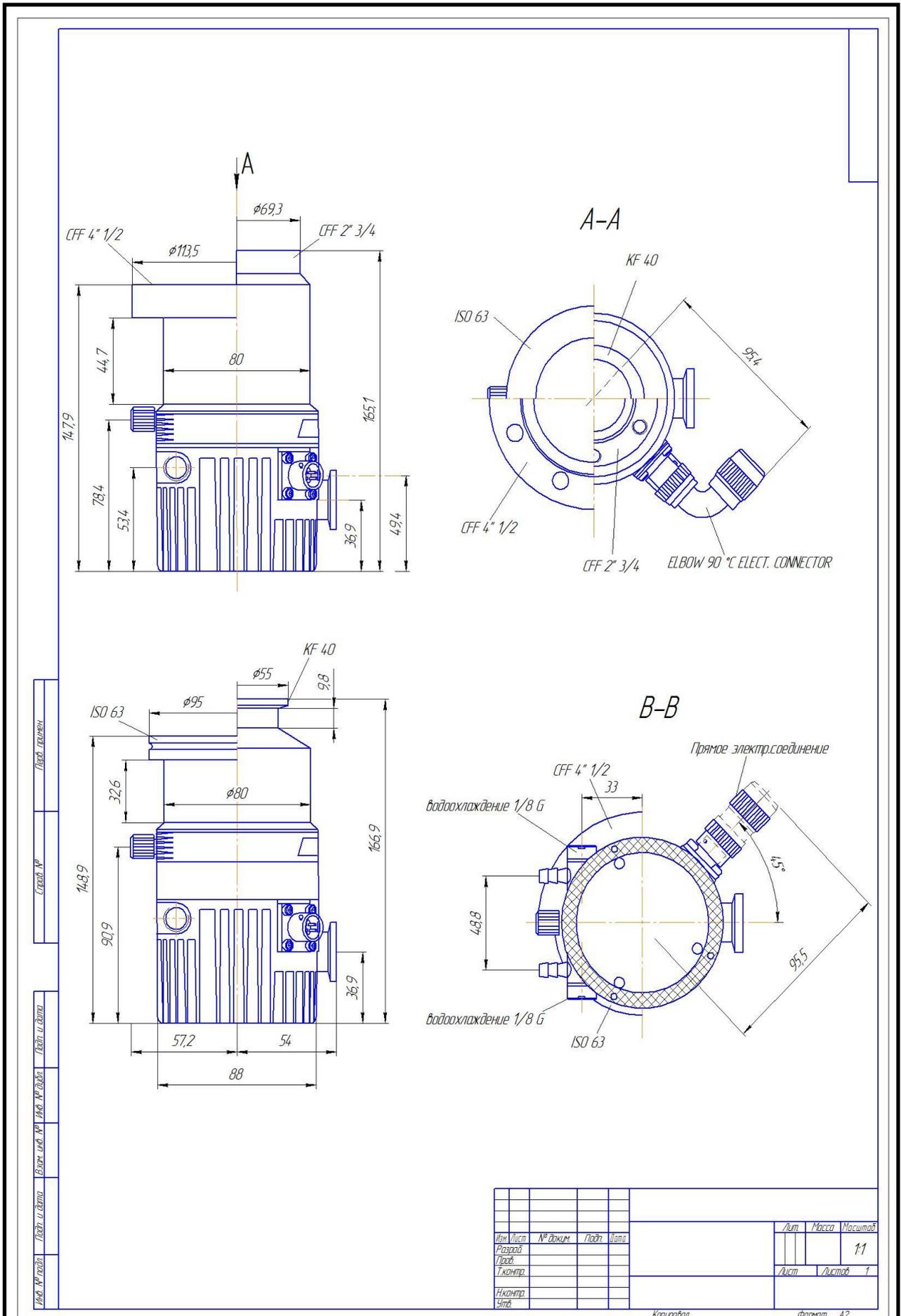


Рис. 2. Чертеж турбомолекулярного насоса

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист
					23

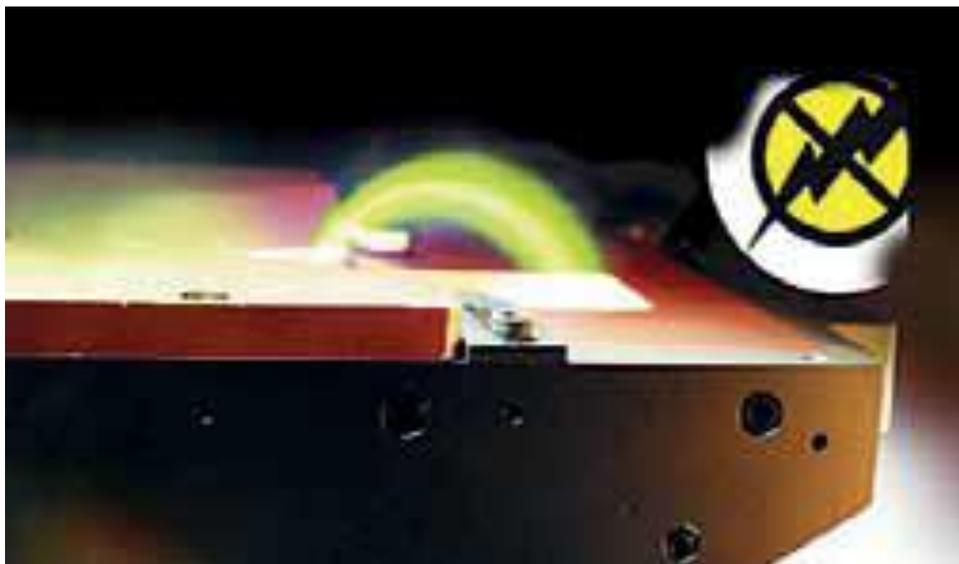


Рис.3. Электронный луч в технологии напыления тонких пленок

Хорошая фокусировка электронного пучка позволяет получать большую концентрацию мощности (до $5 \cdot 10^8$ Вт/см²) и высокую температуру, обеспечивая возможность испарения с большой скоростью даже самых тугоплавких материалов. Быстрое перемещение нагретой зоны в результате отклонения потока электронов, регулировка и контроль мощности нагрева и скорости осаждения создают предпосылки для автоматического управления процессом [6].

В электронно-лучевом методе эффективно реализуется автотигельное испарение материала, поэтому он обеспечивает высокую чистоту и однородность осаждения.

Принцип действия электронно лучевого испарителя заключается в следующем.

Для формирования потока электронов предназначена электронная пушка (рис.4), состоящая из вольфрамового термокатода и фокусирующей системы. Эмитируемые электроны проходят эту систему, ускоряются за счет разности потенциалов до 10 кВ между катодом и анодом и формируются в электронный луч. Отклоняющую систему создает магнитное поле, перпендикулярное направлению движения выходящих из фокусирующей

									Лист
									24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

системы пушки электронов. Это поле направляет электронный луч в центральную часть водоохлаждаемого тигля, причем в месте падения луча создается локальная зона разогрева и испарения вещества из жидкой фазы. Поток испарившегося материала осаждается в виде тонкой пленки на подложке, которая обычно располагается на определенном расстоянии над испарителем.

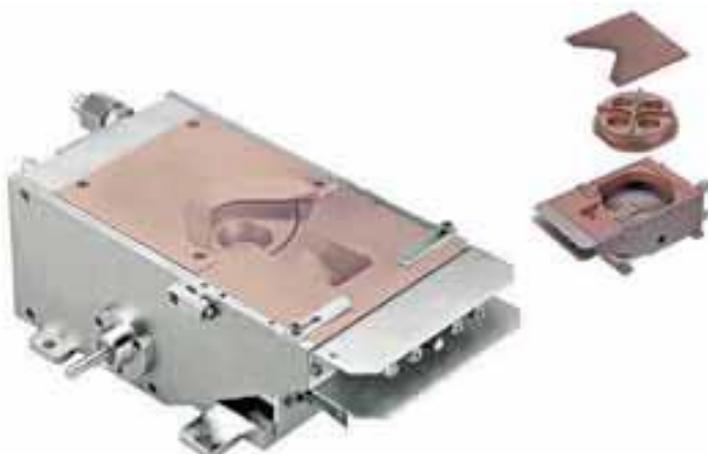


Рис.4. Электронная пушка

Как правило, электронно-лучевой испаритель (рис.5) состоит из трех основных частей: электронной пушки, отклоняющей системы и водоохлаждаемого тигля различной емкости.

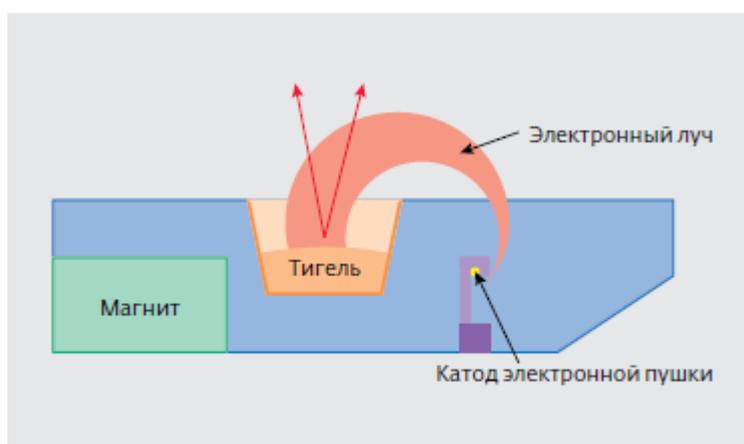


Рис.5. Схема электронно-лучевого испарителя

2.2. Зондовая микроскопия.

В сканирующих зондовых микроскопах исследование микрорельефа поверхности и ее локальных свойств проводится с помощью специальным образом приготовленных зондов в виде игл. Рабочая часть таких зондов (острые) имеет размеры порядка десяти нанометров. Характерное расстояние между зондом и поверхностью образцов в зондовых микроскопах по порядку величин составляет 0,1 – 10 нм.

В основе работы АСМ лежит силовое взаимодействие между зондом и поверхностью, для регистрации которого используются специальные зондовые датчики, представляющие собой упругую консоль с острым зондом на конце. Сила, действующая на зонд со стороны поверхности, приводит к изгибу консоли. Регистрируя величину изгиба, можно контролировать силу взаимодействия зонда с поверхностью.

Качественно работу АСМ можно пояснить на примере сил Ван-дер-Ваальса. Наиболее часто энергию ван-дер-ваальсова взаимодействия двух атомов, находящихся на расстоянии r друг от друга, аппроксимируют степенной функцией – потенциалом Леннарда-Джонса:

$$U_{LD}(r) = U_0 \left\{ -2 \left(\frac{r_0}{r} \right)^6 + \left(\frac{r_0}{r} \right)^{12} \right\} \quad (1)$$

Первое слагаемое в данном выражении описывает дальнодействующее притяжение, обусловленное, в основном, диполь - дипольным взаимодействием атомов. Второе слагаемое учитывает отталкивание атомов на малых расстояниях.

Условно методы получения информации о рельефе и свойствах поверхности с помощью АСМ можно разбить на две группы:

- Контактная атомно-силовая микроскопия
- Полуконтактная атомно-силовая микроскопия

В контактных квазистатических методиках остриё зонда находится в непосредственном соприкосновении с поверхностью, при этом силы

									Лист
									26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

притяжения и отталкивания, действующие со стороны образца, уравниваются силой упругости консоли.

При работе в полуконтактном методе возбуждаются вынужденные колебания кантилевера вблизи резонанса с амплитудой порядка 10 – 100 нм. Кантилевер подводится к поверхности так, чтобы в нижнем полупериоде колебаний происходило касание поверхности образца.

В контактной атомно-силовой микроскопии используются такие методы, как Метод Латеральных Сил, Метод Отображения Сопротивления Растекания, Метод Модуляции Силы, Метод Рассогласования.

Метод Латеральных Сил позволяет различать области с различными коэффициентами трения, а также подчеркивать особенности рельефа поверхности. Метод Латеральных Сил может быть полезен при исследовании полупроводников, полимеров, пленочных покрытий, запоминающих сред, при изучении физико-химических свойств поверхности, в частности, химических особенностей (например, загрязнения), трибологических характеристик. Этот вид измерений позволяет получать изображения, на которых хорошо видны мелкие особенности рельефа. Например, при измерениях латеральных сил легко проводятся измерения параметров кристаллической решетки на слюде и некоторых других слоистых материалах.

Отображение Сопротивления Растекания является весьма продуктивным АСМ методом, используемым при различных исследованиях, например, при обнаружении дефектов в проводящих и слабо проводящих пленках, характеризации материалов в терминах локального сопротивления и т.д.

Контактный Метод Рассогласования можно рассматривать как промежуточный между Методом Постоянной Силы и Методом Постоянной Высоты, если отрегулировать скорость отработки сигнала рассогласования (в нашем случае коэффициент усиления цепи обратной связи) так, чтобы цепь обратной связи успевала отслеживать плавные изменения рельефа и не

						Лист
						27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

успевала отслеживать резкие изменения. Тогда, во время прохождения зондом небольших неоднородностей поверхности образца сканирование будет происходить при почти постоянной длине пьезосканера. В результате на сканированном изображении будут слабо проявляться медленные изменения рельефа и с высоким контрастом - резкие. Это может быть полезно для отыскания мелких неоднородностей на фоне крупных и относительно гладких особенностей рельефа.

В основу Силовой Микроскопии Пьезоотклика положено воздействие локального электрического поля на поверхность пьезоэлектрического образца и анализ результирующего смещения его поверхности. Это смещение происходит за счет обратного пьезоэлектрического эффекта, который проявляется в виде линейной зависимости геометрических размеров образца от приложенного электрического поля. Изменение размеров зависит от величины и взаимной ориентации направления электрического поля и вектора поляризации в образце.

Метод Модуляции Силы используется для изучения локальной жесткости. В процессе сканирования на Z-секцию сканера подается дополнительное модулированное напряжение, совершающее вертикальные периодические колебания сканера. В соответствии с локальной жесткостью поверхности образца изменяются величина продавливания образца и изгиб кантилевера. На жестких участках поверхности величина прогибов поверхности от зонда будет маленькая, а величина изгиба кантилевера большой. На мягких же участках глубина прогибов поверхности увеличится, а величина изгиба кантилевера – уменьшится. Метод Модуляции Силы широко используется при исследованиях полимеров, полупроводников, биообъектов, в особенности при исследованиях композитов.

В полуконтактной атомно-силовой микроскопии применяются методы, связанные с использованием резонансных колебаний кантилевера.

Полуконтактный Метод Рассогласования, аналогично Контактному Методу Рассогласования, можно рассматривать как промежуточный между

									Лист
									28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

2.3. Спектроскопия комбинационного рассеяния света.

Другим методом гранулометрического контроля порошков, используемым для анализа наноматериалов, наряду с атомно-силовой микроскопией, является спектроскопия комбинационного рассеяния света – КР-спектроскопия.

Комбинационное рассеяние света (эффект Рамана) – неупругое рассеяние оптического излучения на молекулах вещества, сопровождающееся заметным изменением его частоты. При этом в спектре рассеянного излучения появляются спектральные линии, которых нет в спектре первичного (возбуждающего) света. Число и расположение появившихся линий определяется молекулярным строением вещества.

Спектроскопия КР является очень чувствительным инструментом для исследования полупроводниковых и металлических наноструктур, в частности наноразмерных частиц вольфрама. Используя спектроскопию КР, для нанокристаллов можно получить экспериментальную информацию как функцию от размера частиц через величину сдвига пика от полосы, принадлежащей кристаллическому вольфраму.

Кроме того, уширение полосы КР для наночастиц дает информацию об их структурных особенностях.

Рамановская спектроскопия применима для определения характеристик нанокристаллов вольфрама как экспрессный неразрушающий метод анализа, позволяющий по форме и положению пиков рамановского рассеяния оценить размер нанокристаллов, оценивать соотношение аморфной и кристаллической фаз, анализировать состав нанокристаллов и оценивать деформации в нанокристаллах.

В связи с вышеизложенным, определение физических характеристик и фазового состава нанопорошков вольфрама проводилось нами эксперименты с использованием спектроскопии комбинационного рассеяния.

						Лист
						30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2.4. Получение нанопорошков вольфрама методом электронно-лучевого испарения.

Процесс выполняется в высоком вакууме, т. е. меньше чем 10^{-6} mbar, в которых свободный путь частиц пара сопоставимы расстоянию между подложкой и испарителем. Метод включает в себя осаждение на подложку испаряемого материала. Испарение материала находящемся на водоохлаждаемом тигле осуществляется электронно-лучевым нагревом (рис.6).

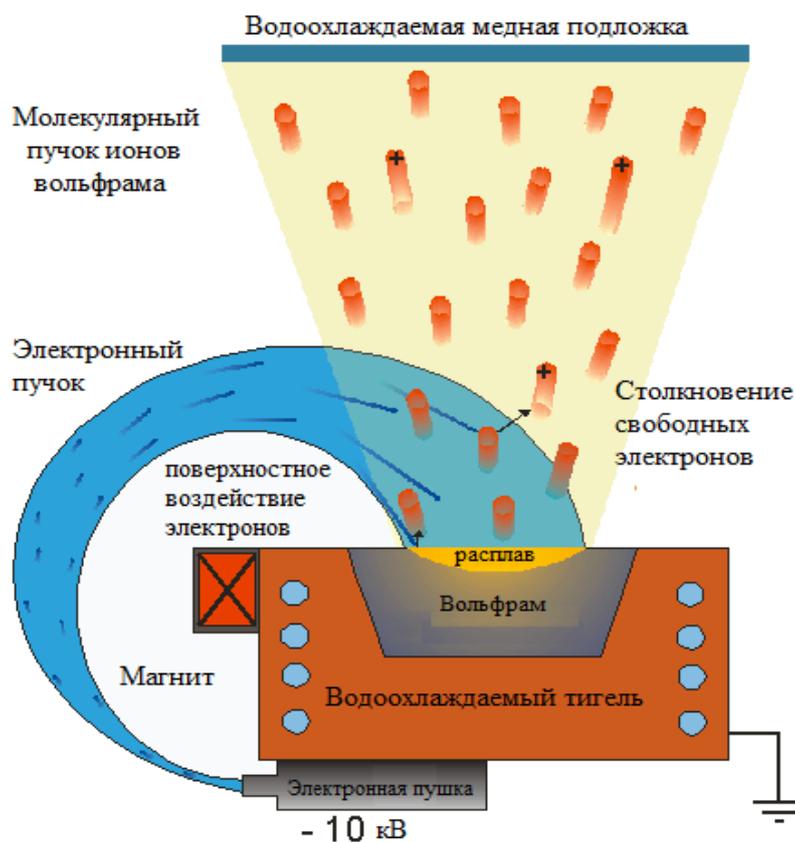


Рис. 6. Процесс электронно-лучевого испарения вольфрама

Электроны эмитирующейся из электронной пушки фокусируется на тигель, с помощью постоянного магнита выкручивающий поток электронов на 270° . Разность потенциалов между пушкой и испарителем составляет 10 кВ. Электроны передают свою кинетическую энергию на поверхность и воспроизводят нагрев поверхности. Из поверхности начинается испарение поверхностных атомов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЯ.

						<i>Лист</i>
						33
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

III. РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЯ.

3.1. Гранулометрический анализ АСМ.

На рисунках 7 и 8 представлены размеры и распределение наночастиц вольфрама на медной подложке в двумерном и трехмерном масштабе. На рис.9 представлено профильное сечение частиц W, сканированных в режиме топографии.

Из рисунков видно, что размеры частиц колеблется в пределах 100-500 нм. Функция распределения шероховатости на поверхности медной пластинки по оси Z образца более и менее однородна, дисперсность составляет около 40 %.

Размер крупной фракции частиц W составляют 500 нм, мелкой фракции 30-50 нм. Форма крупных и мелких металлических частиц W является сферической.

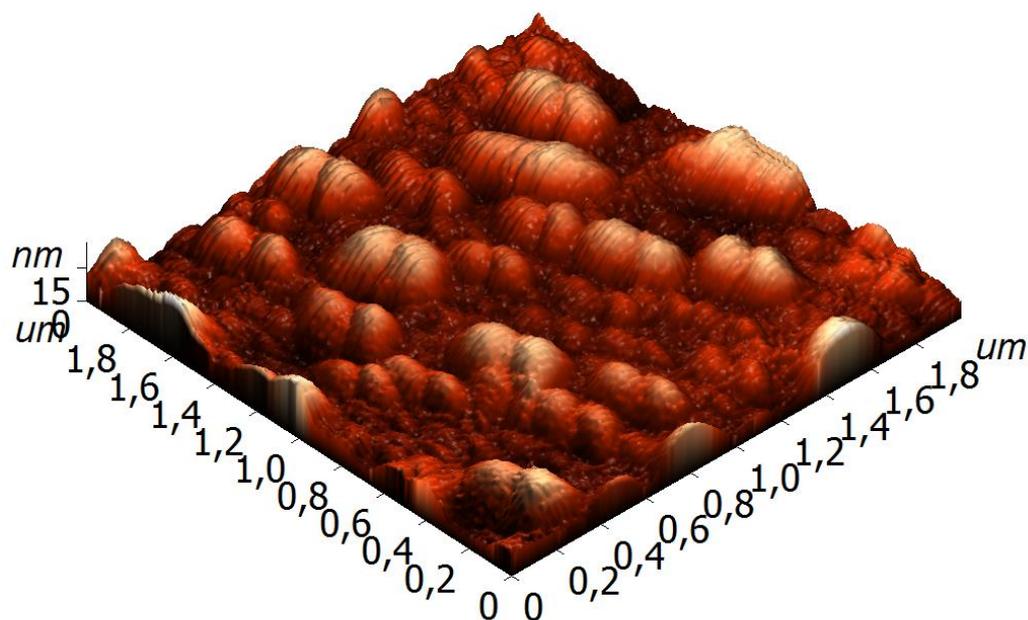


Рис. 7. Трехмерное измерение нанопрошков вольфрама на медной подложке

Укрупнение размеров частиц происходит из-за повышения температуры подложки. Подложка находится прямо над источником, который нагревается до 3800°C, и соответственно тепловое излучение имеет огромное влияние на температуру подложки. В результате проведенных

						Лист
						34
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

серий экспериментов, выяснилось, что более мелкие частицы образуются при температуре подложки 20°C. Учитывая геометрию системы испаритель-подложка, данная температура является наименьшей, которая можно достичь по ходу процесса с помощью водяного охлаждения. С повышением температуры подложки, укрупняются частицы вольфрама. График №1 показывает зависимость размеров частиц от температуры подложки. В диапазоне от 20°C до 60°C зависимость имеет более-менее линейный характер. После 60°C размеры частиц резко увеличиваются и образуются более крупные частицы с размерами около 200-500 нм. Когда температура подложки превышает 100°C, процесс закалки замедляется и происходит образование зерна с крупными размерами ближе к крупным кристаллическим формам.

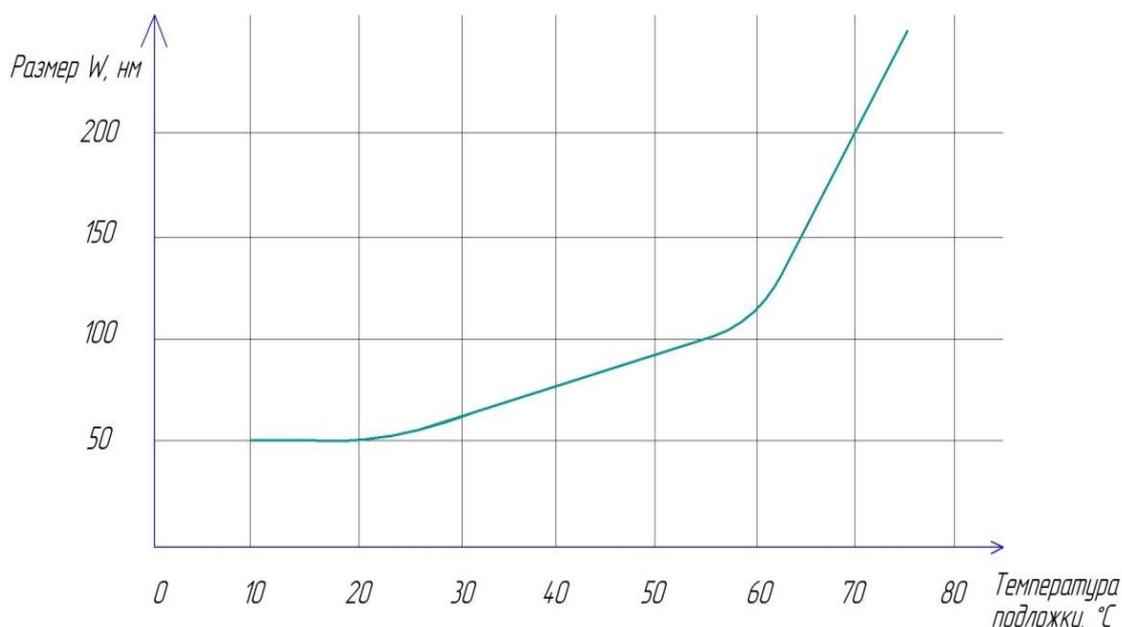


График №1. Зависимость размера нанопорошка W от температуры подложки

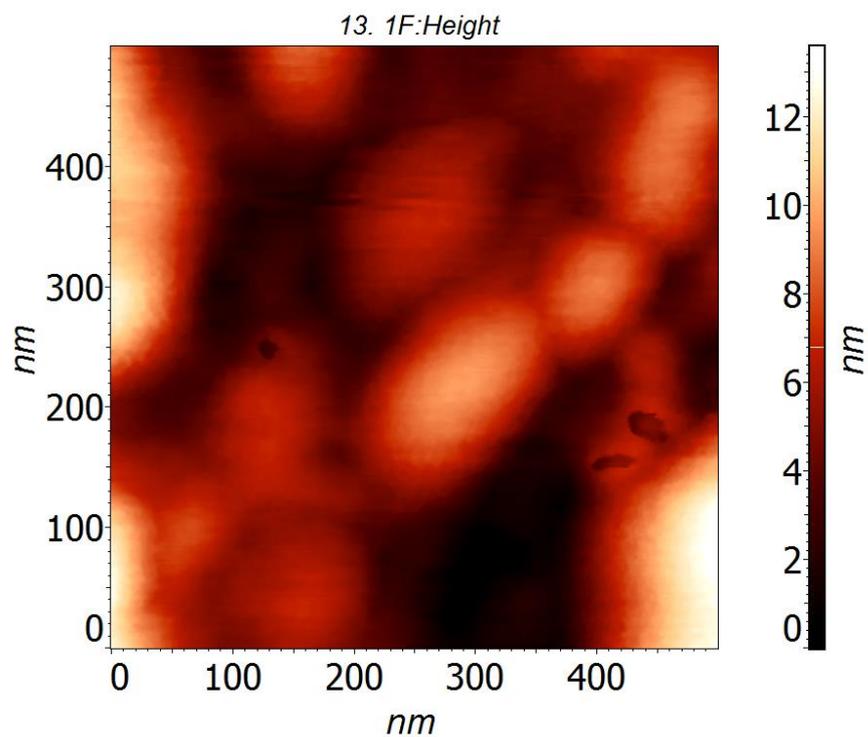


Рис. 8. Двумерное измерение нанопорошков вольфрама на медной подложке

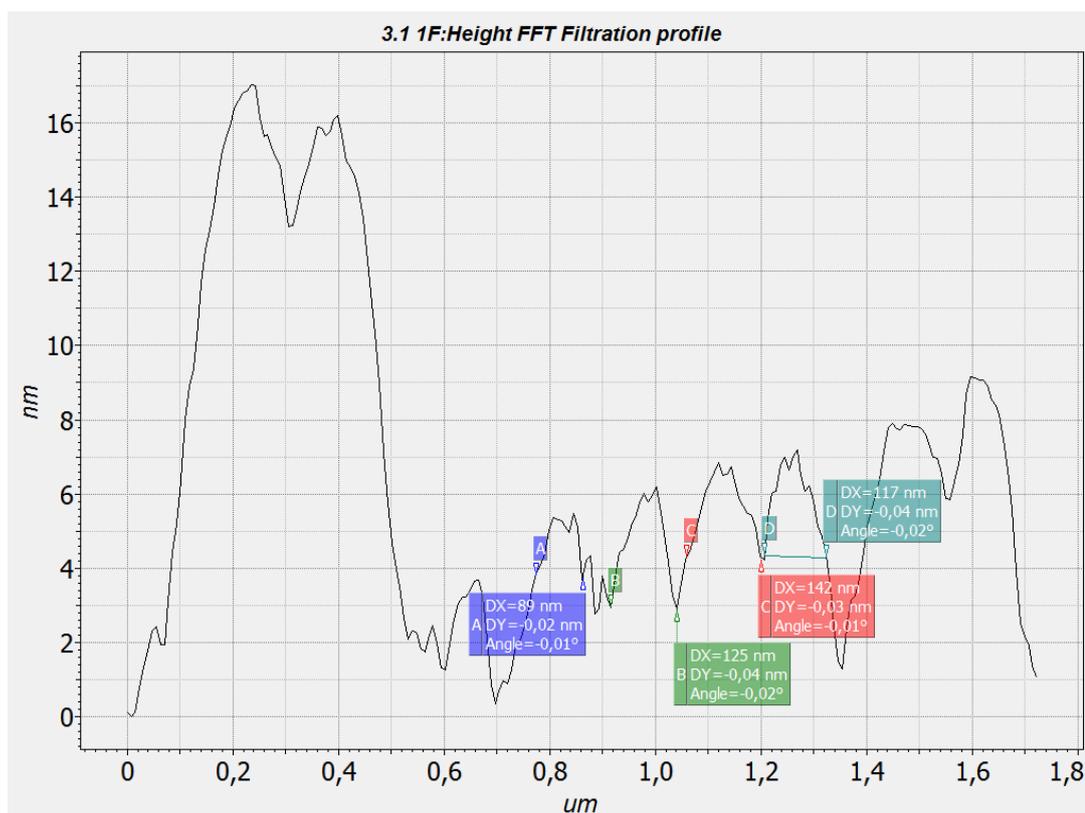


Рис. 9. Профиль сечения частиц W, сканированных в режиме топографии

3.2. Гранулометрический анализ на Рамане.

Рамановские измерения проводились с использованием Ar⁺ лазера (длина волны 532 нм), ориентированных на образец оптическим объективом. При этой длине волны числовая апертура (скважина) возбуждения равна 0,75, которая соответствует номинальному диаметру пятна - 1 мкм. В момент проникновения лазерного луча в образец была зафиксирована мощность 10 мВт на поверхности образца.

На рис.10 представлен спектр комбинационного рассеяния образца.

В спектре, который выглядит корректно, только слабое плечо около 716 см⁻¹ может быть отнесено исключительно к N-фазе, а очевидное плечо при 640 см⁻¹ относится к γ -фазе. Все остальные показатели, более или менее широкие, совместимы с назначением на разные этапы. В частности, пики при 186 см⁻¹, 716 см⁻¹ и 808 см⁻¹ могут быть связаны с моноклинным- γ фазы и с триклин- δ -фазы; пики при 272 и 134 см⁻¹ до N, γ и δ фаз; полосы около 327 см⁻¹ и 435 см⁻¹ к N и γ -фазам. Примечательно, что полоса от 910 см⁻¹ очень слабая, что указывает на снижение степени наноструктурирования в этой пленке [7].

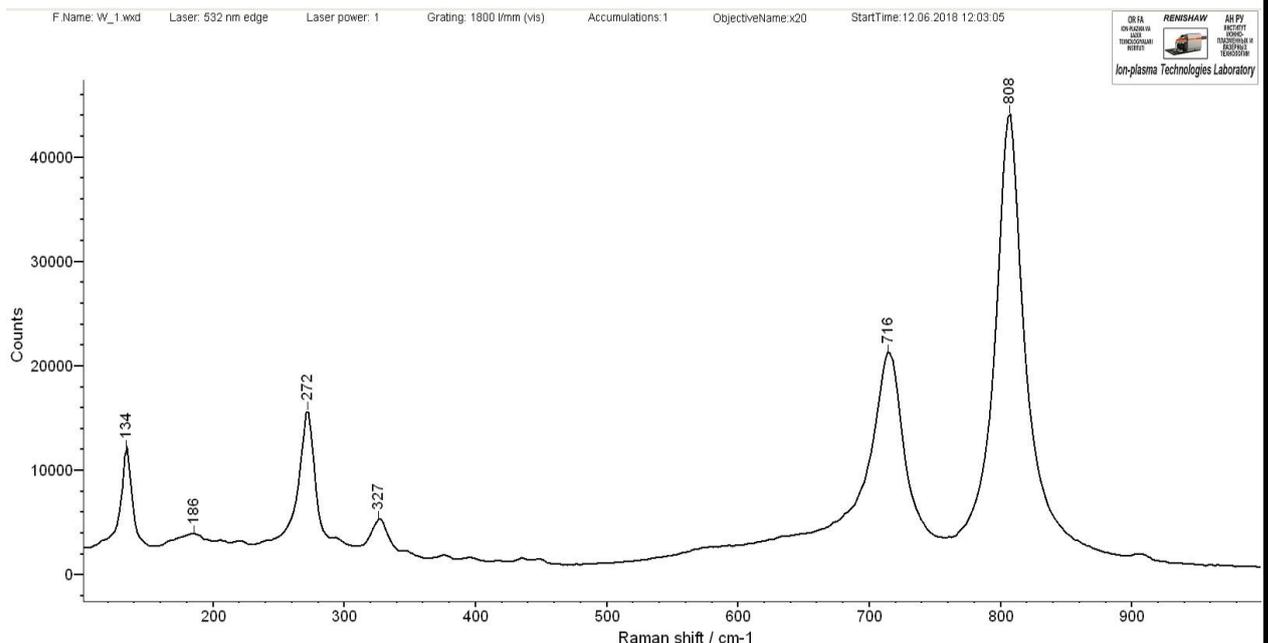


Рис.10 Спектр комбинационного рассеяния образца.

						Лист
						37
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.

						<i>Лист</i>
						38
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

IV. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.

Себестоимость продукции – это выражение в денежной форме текущие затраты конкретного предприятия на производство и реализацию продукции и выполнение работ и услуг.

Себестоимость – это один из основных показателей производственно – хозяйственной деятельности. Она в значительной мере выражает результаты работы всего коллектива предприятия, выражает основу цели любого товара, служит одним из основных факторов, определяющих величину прибыли и уровень рентабельности предприятия.

Себестоимость является обобщающим показателем, поскольку на её величину влияет размер всех затрат, связанных с производством и реализацией продукции. Она представляет собой качественный показатель, т.к. величина затрат зависит от качества управления и организации работ предприятия, различных видов энергии и рабочей силы.

При расчёте себестоимости все расходы группируются по экономическим элементам или калькуляционным статьям затрат.

При поэлементной классификации однородные затраты группируются в однородном экономическом элементе независимо от места их возникновения и целевого назначения.

Калькулирование производственной себестоимости производится по следующим экономическим элементам затрат на производство:

1. Заработная плата рабочих и ИТР
2. Отчисление на социальное страхование
3. Расходуемые материалы
4. Расход электроэнергии
5. Амортизация основных расходов
6. Прочие денежные расходы

При классификации по калькуляционным статьям себестоимость строится в соответствии с назначением расходов, их функциональной ролью в производственном процессе.

									Лист
									39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

Под управлением общественным производством понимаются система целенаправленных мер воздействия на коллектив работников, которые используют принадлежащие обществу средства производства с целью создания благоприятных условий для повышения материального и культурного уровня. Управление производством – это управление людьми, которые, в свою очередь, управляют средствами труда.

1-таблица

Расчет заработной платы рабочих и служащих, ИТР

№	Профессия	Число работающих на предприятии	Разряд по Е.Т.С.	Разрядный коэффициент	Минимальная заработная плата, сум	Минимальная заработная плата по тарифной ставке, сум	Дополнительная заработная плата (20 %), тыс. сум	Месячная заработная плата, тыс. сум	Общая заработная плата, тыс сум
1	Инженер-технолог	1	10	5,362	172,24	923,55	184,71	1108,26	1 108,26
2	Рабочие	1	4	3,297	172,24	567,88	113,58	681,45	681,45
	Всего								21476,54

2-таблица

Расчет основных фондов и амортизационных отчислений

№	Основные фонды	Единица измерения	Количество	Цена основных фондов, тыс. сум	Общая цена основных фондов, тыс. сум	Амортизационная норма, %	Годовые амортизационные отчисления, тыс. сум
1	Нестандартная установка SEB 06	шт	1	30 000	30 000	25	7 500
	Всего						7 500,00

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.

										<i>Лист</i>
										42
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>						

V. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.

В процессе жизнедеятельности человек подвергается воздействию различных опасностей, под которыми обычно понимают явления, процессы, объекты, способные в определенных условиях наносить ущерб здоровью человека непосредственно или косвенно, т.е. вызывать различные нежелательные последствия.

Человек подвергается воздействию опасностей и в своей трудовой деятельности. Эта деятельность осуществляется в пространстве, называемом производственной средой. В условиях производства на человека в основном действуют техногенные, т.е. связанные с техникой, опасности, которые принято называть опасными и вредными производственными факторами.

Опасным производственным фактором называется такой производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к травме или к другому внезапному резкому ухудшению здоровья. Травма – это повреждение тканей организма и нарушение его функций внешним воздействием. Травма является результатом несчастного случая на производстве, под которым понимают случай воздействия опасного производственного фактора на работающего при выполнении им трудовых обязанностей или заданий руководителя работ.

Вредным производственным фактором называется такой производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к заболеванию или снижению трудоспособности. Заболевания, возникающие под действием вредных производственных факторов, называются *профессиональными*.

К опасным производственным факторам следует отнести, например:

- электрический ток определенной силы;
- раскаленные тела;
- возможность падения с высоты самого работающего либо различных деталей и предметов;
- оборудование, работающее под давлением выше атмосферного, и т.д.

						Лист
						43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

втором случае воздействие лучистой теплоты от расплавленного металла на организм работающего является вредным производственным фактором.

Состояние условий труда, при котором исключено воздействие на работающих опасных и вредных производственных факторов, называется *безопасностью труда*. Безопасность жизнедеятельности в условиях производства имеет и другое название – *охрана труда*.

Производственная санитария – это система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих или уменьшающих воздействие на работающих вредных производственных факторов.

Техника безопасности – система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих воздействие на работающих опасных производственных факторов.

Пожарная и взрывная безопасность – это система организационных и технических средств, направленных на Профилактику и ликвидацию пожаров и взрывов, ограничение их последствий.

Законодательство по охране труда составляет часть трудового законодательства.

Одна из самых распространенных мер по предупреждению неблагоприятного воздействия на работающих опасных и вредных производственных факторов – использование средств коллективной и индивидуальной защиты. Первые из них предназначены для одновременной защиты двух и более работающих, вторые – для защиты одного работающего. Так, при загрязнении пылью воздушной среды в процессе производства в качестве коллективного средства защиты может быть рекомендована обще обменная приточно-вытяжная вентиляция, а в качестве индивидуального – респиратор.

Существующие нормативы безопасности делятся на две большие группы: *предельно допустимые концентрации*, характеризующие безопасное содержание вредных веществ химической и биологической природы в воздухе рабочей зоны, а также *предельно допустимые уровни* воздействия

										Лист
										45
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

или шевронных шестерен), нанесением смазки на трущиеся детали и рядом других мероприятий.

Для уменьшения аэродинамических и гидродинамических шумов рекомендуются снижение скорости обтекания газовыми или воздушными потоками препятствий, улучшение аэродинамики тел, работающих в контакте с потоками; снижение скорости истечения газовой струи и уменьшение диаметра отверстия, из которого эта струя истекает; выбор оптимальных режимов работы насосов для перекачивания жидкостей; правильное проектирование и эксплуатация гидросистем и ряд других мероприятий. Часто не удается уменьшить аэродинамические шумы в источнике их возникновения, поэтому приходится использовать другие методы борьбы с этими шумами (использование звукоизоляции источника, установка глушителей).

Электрические установки, приборы и агрегаты широко распространены в различных отраслях техники и в быту. При работе с ними необходимо соблюдать требования электробезопасности, которые представляют собой систему организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

Проходя через организм человека, электрический ток оказывает термическое, электролитическое и биологическое действие. Первое заключается в нагреве и ожогах различных частей и участков тела человека, второе – в изменении состава (разложение) и свойств крови и других органических жидкостей. Биологическое действие электрического тока выражается в раздражении и возбуждении живых тканей организма и в нарушении протекания в нем различных внутренних биоэлектрических процессов. Примером таких нарушений может служить прекращение процесса дыхания и остановка сердца.

						Лист
						47
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- изоляция токопроводящих частей и ее непрерывный контроль;
- установка оградительных устройств;
- предупредительная сигнализация и блокировки;
- использование знаков безопасности и предупреждающих плакатов;
- использование малых напряжений;
- электрическое разделение сетей;
- защитное заземление;
- выравнивание потенциалов;
- зануление;
- защитное отключение;
- средства индивидуальной электрозащиты.

Изоляция токопроводящих частей – одна из основных мер электробезопасности. Согласно правил устройства электроустановок сопротивление изоляции токопроводящих частей электрических установок относительно земли должно быть не менее $0,5-10 \text{ МОм}^1$.

Рабочей называется изоляция, обеспечивающая нормальную работу электрической установки и защиту персонала от поражения электрическим током. Двойная изоляция, состоящая из рабочей и дополнительной, используется в тех случаях, когда требуется обеспечить повышенную электробезопасность оборудования (например, ручного электроинструмента, бытовых электрических приборов и т.д.). Сопротивление двойной изоляции должно быть не менее 5 МОм , что в 10 раз превышает сопротивление обычной рабочей. В ряде случаев рабочую изоляцию выполняют настолько надежно, что ее электросопротивление составляет не менее 5 МОм и потому она обеспечивает такую же защиту от поражения током, как и двойная. Такую изоляцию называют усиленной рабочей изоляцией [12].

Основные способы тушения пожаров

Рассмотрим основные способы тушения пожаров и применяемые при этом огнегасительные вещества.

						Лист
						49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Для тушения пожара используют следующие средства: разбавление воздуха негорючими газами до таких концентраций кислорода, при которых горение прекращается; охлаждение очага горения ниже определенной температуры (температуры горения); механический срыв пламени струей жидкости или газа; снижение скорости химической реакции, протекающей в пламени; создание условий огнепреграждения, при которых пламя распространяется через узкие каналы.

Огнегасительными называют вещества, которые при введении в зону сгорания прекращают горение. Основные огнегасящие вещества и материалы – это вода и водяной пар, химическая и воздушно-механическая пены, водные растворы солей, негорючие газы, галоидоуглеводородные огнегасительные составы и сухие огнетушащие порошки.

Наиболее распространенным веществом, применяемым для тушения пожара, является вода. Она снижает температуру очага горения. При нагреве до 100°C 1 литра воды поглощается приблизительно $4 \cdot 10^5$ Дж теплоты, а при испарении – $22 \cdot 10^5$ Дж. Водяной пар (из 1 литра воды образуется около 1700 л пара) препятствует доступу кислорода к горящему веществу. Вода, подаваемая к очагу горения под большим давлением, механически сбивает пламя, что облегчает тушение пожара. Воду не применяют для тушения щелочных металлов (натрия, калия), карбида кальция, а также легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, плотность которых меньше плотности воды (бензин, керосин, ацетон, спирты, масла и др.), так как они всплывают на поверхность воды и продолжают гореть на поверхности. Вода хорошо проводит электрический ток, поэтому ее не используют для тушения электроустановок, находящихся под напряжением (это приводит к короткому замыканию).

Химическая пена образуется при взаимодействии растворов кислот и щелочей в присутствии пенообразователя. Она состоит из водного раствора минеральных солей, пенообразователя и пузырьков углекислого газа. Ее стоимость выше, чем воздушно-механической пены, поэтому использование

									Лист
									50
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

химической пены при пожаротушении имеет тенденцию к сокращению. При тушении пожаров пеной покрывают горящие вещества, препятствуя тем самым поступлению горючих газов и паров к очагу горения.

Применение инертных и негорючих газов (аргон, азот, галоидированные углеводороды и др.) основано на разбавлении воздуха и снижении в нем концентрации кислорода до значений, при которых горение прекращается. Так, углекислый газ (диоксид углерода) используется для тушения аккумуляторных станций, электрооборудования, печей и др. Его нельзя применять для тушения щелочных и щелочноземельных металлов, тлеющих материалов и некоторых других. Для тушения этих материалов лучше применять аргон, а в некоторых случаях и азот. Высокими огнегасительными свойствами обладают и галоидированные углеводороды (хладоны, бромистый этил и др.).

К числу жидких огнегасительных веществ относятся водные растворы некоторых солей, например, бикарбоната натрия, хлористого кальция, хлористого аммония, аммиачно-фосфорных солей и др. Их действие при тушении пожара основано на образовании на поверхности горящего материала изолирующих пленок, возникающих при испарении из растворов солей воды. Эти пленки препятствуют проникновению кислорода к поверхности горящего материала. Кроме того, на испарение воды затрачивается значительное количество теплоты, что приводит к понижению температуры очага горения. При разложении некоторых солей в результате горения в воздухе выделяются негорючие газы, снижающие концентрацию кислорода.

Порошковые огнегасительные составы препятствуют поступлению кислорода к поверхности горящего материала. Их используют для тушения небольших количеств различных горючих веществ и материалов, при тушении которых нельзя применять другие огнегасительные средства. Примером этих материалов могут служить хлориды калия и натрия, порошки на основе карбонатов и бикарбонатов натрия и калия.

									Лист
									51
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

ЭКОЛОГИЯ

						<i>Лист</i>
						53
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

V. ЭКОЛОГИЯ.

Помимо многих промышленных и медицинских применений существуют определенные токсичности, которые связаны с нанопорошками и другими наноматериалами [14-15], и для этих токсических эффектов требуются базовые знания, необходимые для их надлежащего обнаружения. Нанопорошки незаметно проникают в окружающую среду через воду, почву и воздух во время различных видов деятельности человека.

Это вызвало все большую озабоченность со стороны всех заинтересованных сторон. Преимущества магнитных наонпорошков, таких как их малый размер, высокая реакционная способность и большая емкость, могут стать потенциальными летальными факторами, вызвав неблагоприятные клеточные токсические и вредные эффекты, необычные в микронных счетных частях.

Исследования также показали, что нанопорошки могут проникать в организм во время приема внутрь или вдыхания и могут перемещаться внутри организма в различные органы и ткани, где нанопорошки могут проявлять реактивность, являясь токсикологическими эффектами. Хотя некоторые исследования также касались токсикологического воздействия нанопорошков на клетки животных и растительные клетки, токсикологические исследования магнитных нанопорошков на растениях на сегодняшний день все еще ограничены.

Дыхательная система представляет собой уникальную мишень для потенциальной токсичности нанопорошков из-за того, что помимо порта входа для вдыхаемых частиц он также получает весь сердечный выброс [16].

Одной из токсичностей нанопорошков является способность организовать вокруг концентрации белка, которые зависят от размера частиц, кривизны, формы и свойств поверхностных характеристик, функционализированных групп и свободной энергии. Из-за этого связывания некоторые частицы генерируют неблагоприятные биологические результаты

						Лист
						54
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

В качестве заключения стоит сказать, что в данной выпускной квалификационной работе были выполнены все поставленные задачи, в том числе:

- подробно изучены наноматериалы и нанотехнологии в машиностроении;
- описаны свойства нанопорошков вольфрама;
- изучены методы получения нанопорошков вольфрама;
- проведен эксперимент получения нанопорошков вольфрама электронно-лучевым испарением;
- исследованы гранулометрические анализы порошков;
- показано возможность синтеза наночастиц вольфрама электронно-лучевым нагревом с размерами в диапазоне от 100 – 500 нм;
- выявлено что при выгрузке происходит контакт образца с воздухом впоследствии, чего происходит окисление поверхности образца;
- исследование полученных образцов на Рамане показывает, что синтезированный материал является нанопорошком оксида вольфрама;
- в дальнейшем предусмотрена работа над разработкой технологии синтеза наночастиц вольфрама магнетронным распылением для изучения размерного эффекта в структуре твердых сплавов и его влияние на рабочие характеристики режущих инструментов, а также изучение влияния добавок наночастиц вольфрама в состав твердых сплавов на их механические свойства.

									Лист
									57
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

									<i>Лист</i>
									58
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>					

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Выступление президента РУз Ш.М. Мирзиёева по итогам 2017 года в 22 декабря 2017 года перед депутатами и сенаторами Законодательной палаты.
2. М.А. Тихоновский, А.Г.Шепелев, Л.В. Пантеенко. Наноматериалы: анализ тенденций развития на основе данных об информационных потоках // Вопросы атомной науки и техники. Серия «Вакуум, чистые материалы, сверхпроводники». 2003, №5 (13), с. 103-110.
3. Р.Ф. Фейнман. Внизу полным-полно места: приглашение в новый мир физики // Российский химический журнал. 2002, т. XLVI, №5, с. 4-6.
4. Ковтунг.П., Веревкин А.А. Наноматериалы: технологии и материаловедение: Обзор. - Харьков: ННЦ ХФТИ, 2010. - 73 с.
5. А.А.Ремпель, А.А.Валеева «Мериалы и методы нанотехнологий» - Учебное пособие. Издательство Уральского университета 2015г.
6. А.Иванов, Б.Смирнов Электронно-лучевое напыление: технология и оборудование. Наноиндустрия №6 / 36 / 2012.
7. M. Filipescu, V. Ion, D. Colceag, P. M. Ossi, M. Dinescu. Growth and characterizations of nanostructured tungsten oxides. Romanian Reports in Physics, Vol. 64, Supplement, P. 1213–1225, 2012.
8. Ibrahim Khan, Khalid Saeed, Idrees Khan, Nanoparticles: Properties, applications and toxicities, Arabian Journal of Chemistry, 2017, ISSN 1878-5352.
9. Adhikari, Sangeeta & Sarkar, Debasish & Sekhar, Himadri. (2013). Synthesis and characterization of WO₃ spherical nanoparticles and nanorods. Materials Research Bulletin. 49.10.1016/j.materresbull.2013.08.028.
10. G.L. Frey, A. Rothschild, J. Sloan, R. Rosentsveig, R. Popovitz-Biro, R. Tenne, Investigations of Nonstoichiometric Tungsten Oxide Nanoparticles, Journal of Solid State Chemistry, Volume 162, Issue 2, 2001, Pages 300-314, ISSN 0022-4596.
11. Р.Х.Ашуров¹, Т.К.Турдалиев¹, Ж.Р.Равшанов², И.О.Камолова³. Синтез наночастиц вольфрама электронно-лучевым испарением в вакууме.

						Лист
						59
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Седьмая Международная конференция по Физической Электронике *IPEC-7*
18-19 мая, 2018 г. Ташкент, Узбекистан.

12. Белов С. В. и др. "Безопасность жизнедеятельности", "Высшая школа", Москва 2003 год.

13. Справочник Безопасность производственных процессов. Под ред. Белова С. В. , М. 2001 г.

14. Bahadar, H., Maqbool, F., Niaz, K., Abdollahi, M., 2016. Toxicity of nanoparticles and an overview of current experimental models. Iran. Biomed. J. 20, 1–11. <http://dx.doi.org/10.7508/ibj.2016.01.001>.

15. Navarro, E., Piccapietra, F., Wagner, B., Marconi, F., Kaegi, R., Odzak, N., Sigg, L., Behra, R., 2008. Toxicity of silver nanoparticles to *Chlamydomonas reinhardtii*. Environ. Sci. Technol. 42, 8959–8964. <http://dx.doi.org/10.1021/es801785m>.

16. Ferreira, A.J., Cemlyn-Jones, J., Robalo Cordeiro, C., 2013. Nanoparticles, nanotechnology and pulmonary nanotoxicology. Rev. Port. Pneumol. 19, 28–37. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rppneu.2012.09.003>.

17. Xia, T., Kovochich, M., Liong, M., Mañ dler, L., Gilbert, B., Shi, H., Yeh, J.I., Zink, J.I., Nel, A.E., 2008. Comparison of the mechanism of toxicity of zinc oxide and cerium oxide nanoparticles based on dissolution and oxidative stress properties. ACS Nano 2, 2121–2134. <http://dx.doi.org/10.1021/nm800511k>.

18. Handy, R.D., von der Kammer, F., Lead, J.R., Hassello v, M., Owen, R., Crane, M., 2008. The ecotoxicology and chemistry of manufactured nanoparticles. Ecotoxicology 17, 287–314. <http://dx.doi>.

Электронные ресурсы:

www.mintrud.uz

www.bilim.uz.

										Лист
										60
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

