



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени Н.Э. БАУМАНА

Учебное пособие

Методические указания
по выполнению домашних заданий по единому
комплексному заданию по блоку дисциплины

«Физико-химические основы микро- и нанотехнологий»

МГТУ имени Н.Э. Баумана

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени Н.Э. БАУМАНА

Методические указания
по выполнению домашних заданий по единому
комплексному заданию по блоку дисциплины

«Физико-химические основы микро- и нанотехнологий»

Москва
МГТУ имени Н.Э. Баумана

2012

УДК 681.3.06(075.8)
ББК 32.973-018
И201

Методические указания по выполнению домашних заданий по единому комплексному заданию по блоку дисциплины «Физико-химические основы микро- и нанотехнологий» / Автор – Резчикова Е. В.
М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. – 20 с.: ил.

В методических указаниях рассмотрены основные этапы, их последовательность и содержание по выполнению домашних заданий по единому комплексному заданию по блоку дисциплины «Физико-химические основы микро- и нанотехнологий».

Ил. 39. Табл. 5. Библиогр. 7 назв.

УДК 681.3.06(075.8)

© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012

АННОТАЦИЯ

В работе проводится изучение основных принципов мозгового штурма и техническое реализации различными методами. В ходе домашнего задание необходимо построить ряд ментальных карт, которые помогают мыслить абстрактно и более эффективно решать поставленные задачи, методы, которыми решено домашнее задание имеют общемировое распространение. Реализация ментальных карт в виде цветка лотоса, рыбьего скелета и др. уменьшают время на решение задачи.

ANNOTATION

In this paper we study the basic principles of brainstorming and technical implementation of the various methods. During the homework necessary to build a number of mental maps that help to think abstractly and to more effectively accomplish its objectives, methods, which decided the homework are of global distribution. The implementation of mental maps in the form of a lotus flower, fishbone and others reduce the time to solve the problem.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 ИЗУЧЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ РЕШЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ЗАДАЧ.....	
НЕСТАНДАРТНЫМИ..МЕТОДАМИ.....	6
1.1 Кейс 1.....	7
1.1.1 Преобразование условий задачи	7
1.1.2 Применение обобщающей абстракции	7
1.1.3 Переход от терминов к определениям	8
1.1.4 Инверсия хода решения задачи	8
1.1.5 Инверсия поставленной задачи	8
1.1.6 Аналогия операций	8
1.1.7 Аналогия строения	9
1.1.8 Аналогия формы	9
1.1.9 Аналогия отношений.....	9
1.1.10 Моделирование	9
1.2 Кейс 2.....	10
1.2.1 Реализация схемы кольца задачи 1.....	11
1.2.2 Реализация схемы кольца задачи 2.....	12
1.2.3 Текстовое решение задачи 1 различными методами представления.....	13
1.2.4 Текстовое решение задачи 2 различными методами представления.....	16
1.3.Кейс 3.....	17
1.3.1 Решение задачи 1 методом ментальных карт	17
1.3.2 Решение задачи 2 методом ментальных карт	18
ВЫВОДЫ.....	19
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	20

ВВЕДЕНИЕ

В работе проводится изучение основных принципов мозгового штурма и техническое реализации различными методами. В ходе домашнего задание необходимо построить ряд ментальных карт, которые помогают мыслить абстрактно и более эффективно решать поставленные задачи, методы, которыми решено домашнее задание имеют общемировое распространение. Реализация ментальных карт в виде цветка лотоса, рыбьего скелета и др. уменьшают время на решение задачи.

В работе проводится преобразование текстового технического задание в визуальный вид и способы решения данных визуальных объектов. Визуализация может быть достигнута путем введения ментальных карт таких как цветок лотоса. Цветок лотоса не единственный вид ментальных карт, но по праву является одним из самых эффективных способов описания задач.

1 ИЗУЧЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ РЕШЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ЗАДАЧ НЕСТАНДАРТНЫМИ МЕТОДАМИ

1.1 Кейс 1

1.1.1 Преобразование условий задачи

Скорость электрохимической очистки повышается с увеличением плотности тока, так как при этом выделяется большее количество газов. Однако увеличение плотности тока инициирует нежелательные процессы – подтравливание, окисление и наводороживание основного металла. Как обеспечить высокую производительность очистки и избежать негативных электрохимических эффектов?

1.1. Изменение формы предметов, описанных в исходных данных.

- При прохождении тока высокой плотности через электролит происходит ускоренное разложение молекул воды с выделением молекулярного водорода: $\text{H}_2\text{O} + \text{e} \rightarrow \text{H}^+ + \text{OH}^-$, этот процесс влияет на качество поверхности металла, как этого избежать?
- При прохождении тока высокой плотности через обрабатываемую заготовку, которая является анодом происходит подтравливание, как этого избежать?
- При прохождении тока через обрабатываемую заготовку, которая является анодом происходит его очистка, как увеличить скорость процесса, не прибегая к увеличению плотности тока?

1.1.2 Применение обобщающей абстракции

- Обеспечить высокую производительность очистки
- Избежать негативных электро-химических эффектов (таких как подтравливание, окисление и наводороживание)
- Использовать электрохимическую очистку (скорость процесса в прямой зависимости от плотности тока)

1.1.3 Переход от терминов к определениям

Заготовка, которая плавает в ванночке с жидким электролитом, становится чистой быстрее, если электрический ток, пускаемый внутри емкости, будет более плотным, итог – выделится много газов, это значит что заготовка рассталась со старыми нехорошими соседями, но на нее могут налететь ионы кислорода или водорода и другие вещества, которые выходят из жидкости, под действием сильного тока, образуя плохую пленку. Как быстро чистить металл и не допускать чтобы он при этом портился?

1.1.4 Инверсия хода решения задачи

- Хорошо очищенная поверхность, которая была обработана пескоструйным методом, песчинки вычистили грязь, но было затрачено слишком много энергии.
- Очистка дробедструйным метод проводилась без особых затрат энергии, но это заняло слишком много времени, а также образовался наклеп поверхности.

1.1.5 Инверсия поставленной задачи

- Что необходимо предпринять, чтобы предотвратить выбивание мелкими песчинками из труднодоступных мест элемента грязи?
- Каким образом можно уменьшить скорость песчинок, бомбардирующих поверхность заготовки?
- Как можно увеличить размер песчинок, чтобы они не проникали в загрязненные микротрещины поверхности?
- Как свести массу песчинок до микроскопических величин, чтобы их кинетическая энергия стала настолько маленькой и песчинки потеряли бы способность к очистке загрязнения?

Описать аналогии, связанные с ионным травление.

1.1.6 Аналогия операций

- Военные действия в средневековье: обстрел камнями из требушеты вражеского укрепления с целью пробить брешь в стене (используется кинетическая энергия за счет скорости камня)
- Матч сборной России по футболу: фланговый нападающий бьет по воротам, но вратарь команды соперника отражает удар, мяч выкатывается на середину вратарской зоны и центральный нападающий забивает гол, пользуясь тем, что вратарь еще не успел подняться.
- Стирка белья в Древнем Риме: в огромные резервуары с водой засыпалось грязное белье, а рабы месили это белье ногами в течение длительного времени (белье-образец, вода-среда, рабы-ионы) .

1.1.7 Аналогия строения

В живой природе есть такая рыба, которая подплывает к поверхности раздела сред, выслеживает «мишень»(насекомое) и выплевывает струю воды в объект, при этом жертва падает в воду и рыба ее съедает. (отдаленно можно провести аналогию струи воды и пучка ионов и действия которые эти оба объекта рассмотрения производить очень схожи).

1.1.8 Аналогия формы

- Международное соревнования по стрельбе из пистолета (процесс движения ионов к заготовке).
- Состязание происходит в специальном тире или на палегоне(среда).
- Победителем оказывается претендент с самым дальнобойным и скорострельным оружием(высокая интенсивность бомбардировки и большая кинетическая энергия ионов).

1.1.9 Аналогия отношений

- Вождение автомобиля с большой скоростью за пределами города.
- Концерт в клубе.
- Остужание горячего чая, дую на него.

1.1.10 Моделирование

Скорость электрохимической очистки повышается с увеличением плотности тока, так как при этом выделяется большее количество газов. Однако увеличение плотности тока инициирует нежелательные процессы подтравливание, окисление и наводороживание основного металла. Как обеспечить высокую производительность очистки и избежать негативных электрохимических эффектов

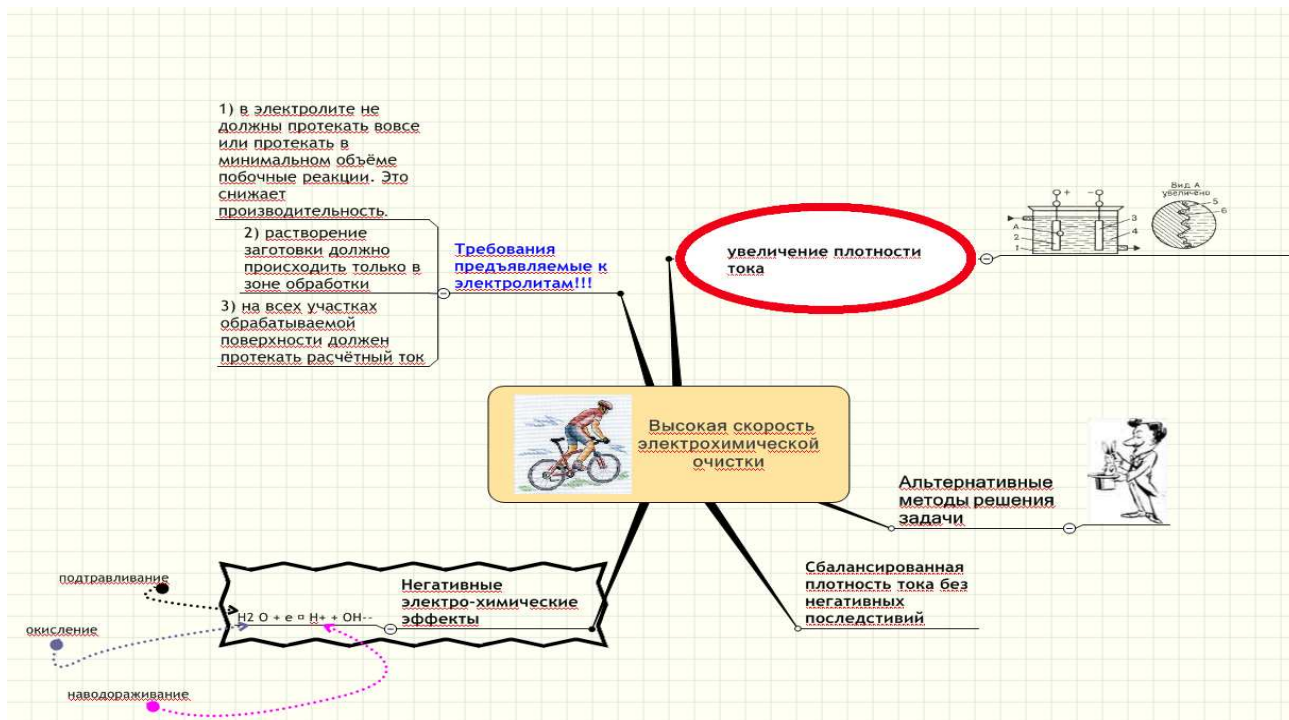


Рисунок 1 – Ментальная карта «Цветок лотоса»

Частный пример ментальных карт «Цветок лотоса» помогает более масштабно воспринимать решаемую задачу.

1.2 Кейс 2

Известно и широко применяется нанесение покрытий на металлические поверхности (без тока) химическим способом. Его сущность состоит в том, что металлическое изделие помещают в ванну, заполненную горячим раствором соли металла (никеля, кобальта, палладия, золота, меди). Начинается реакция восстановления, и на поверхности изделия оседает металл из раствора.

Процесс происходит тем быстрее, чем выше температура. Но при высокой температуре раствор разлагается, металл выпадает в осадок на дно и стенки ванны, раствор быстрее теряет рабочие свойства, через два-три часа его приходится уже менять. До 75% химикатов идут в отходы, это удорожает процесс. Применение стабилизирующих добавок не решает задачу. Как быть?

1.2.1 Реализация схемы кольца задачи 1

Некоторые элементы схемы могут меняться местами, если это не противоречит технологическому процессу

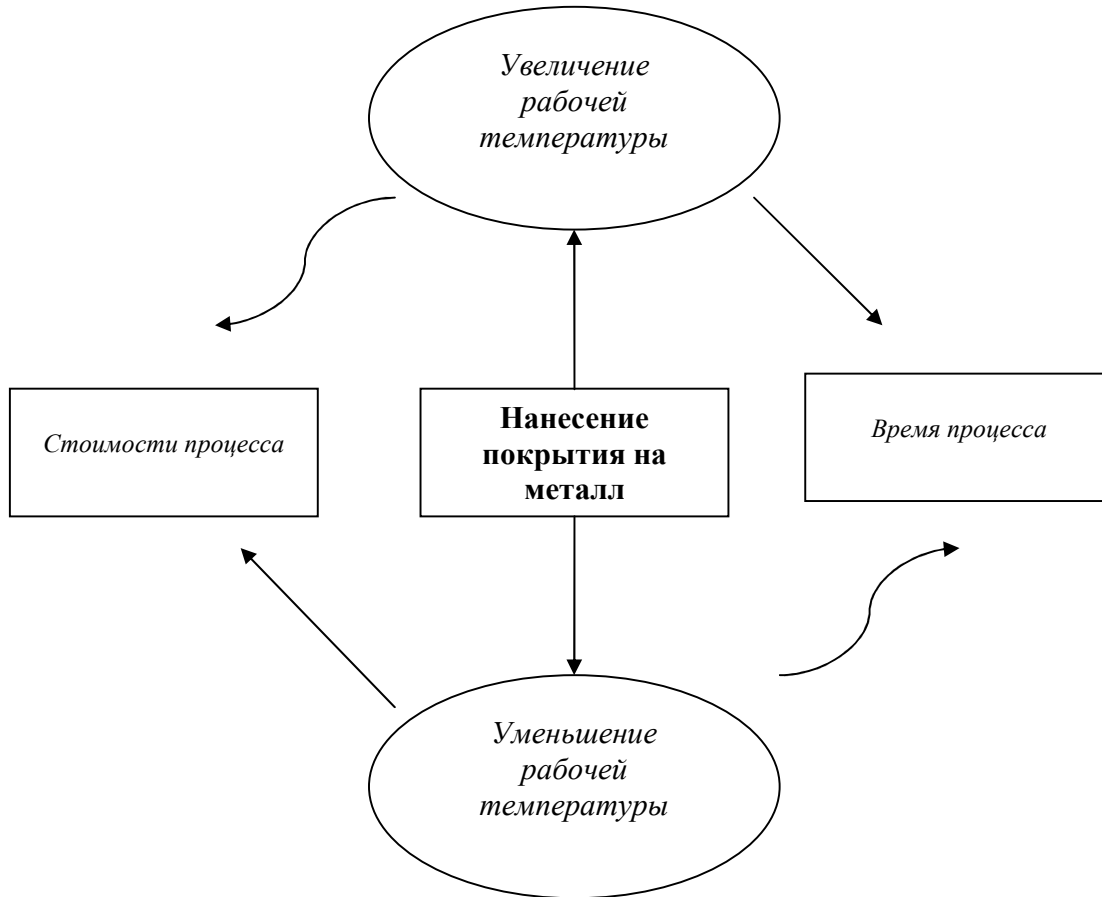


Рисунок 2 – Схема решения проблемы на примере технической задачи нанесения покрытия на металл

- 1) Проводить процесс при высокой температуре, что позволит протекать процессу быстрее.
- 2) Если процесс проводят при более низкой температуре горячего раствора соли, рабочая жидкость сможет сохранять свои полезные свойства дольше и отдать больше металла для восстановления поверхности изделия, следовательно количество расходуемых химикатов уменьшится, что позволит удешевить процесс, но не выиграть во времени.
- 3) Найти способ при котором металл в растворе соли при высоких температурах не будет оседать на поверхности изделия и на стенках ванны (способ должен быть отличен от использования добавок, так как это не решает задачу из условия).

1.2.2 Реализация схемы кольца задачи 2

При изготовлении печатных плат медь осаждается из электролита химического меднения. Проблема состоит в том, что его надо подогреть. Если использовать металлические электронагреватели, то медь осаждается на них. Керамические нагреватели разрушаются при скачках температуры, связанные с погружением в ванну очередной партии плат.

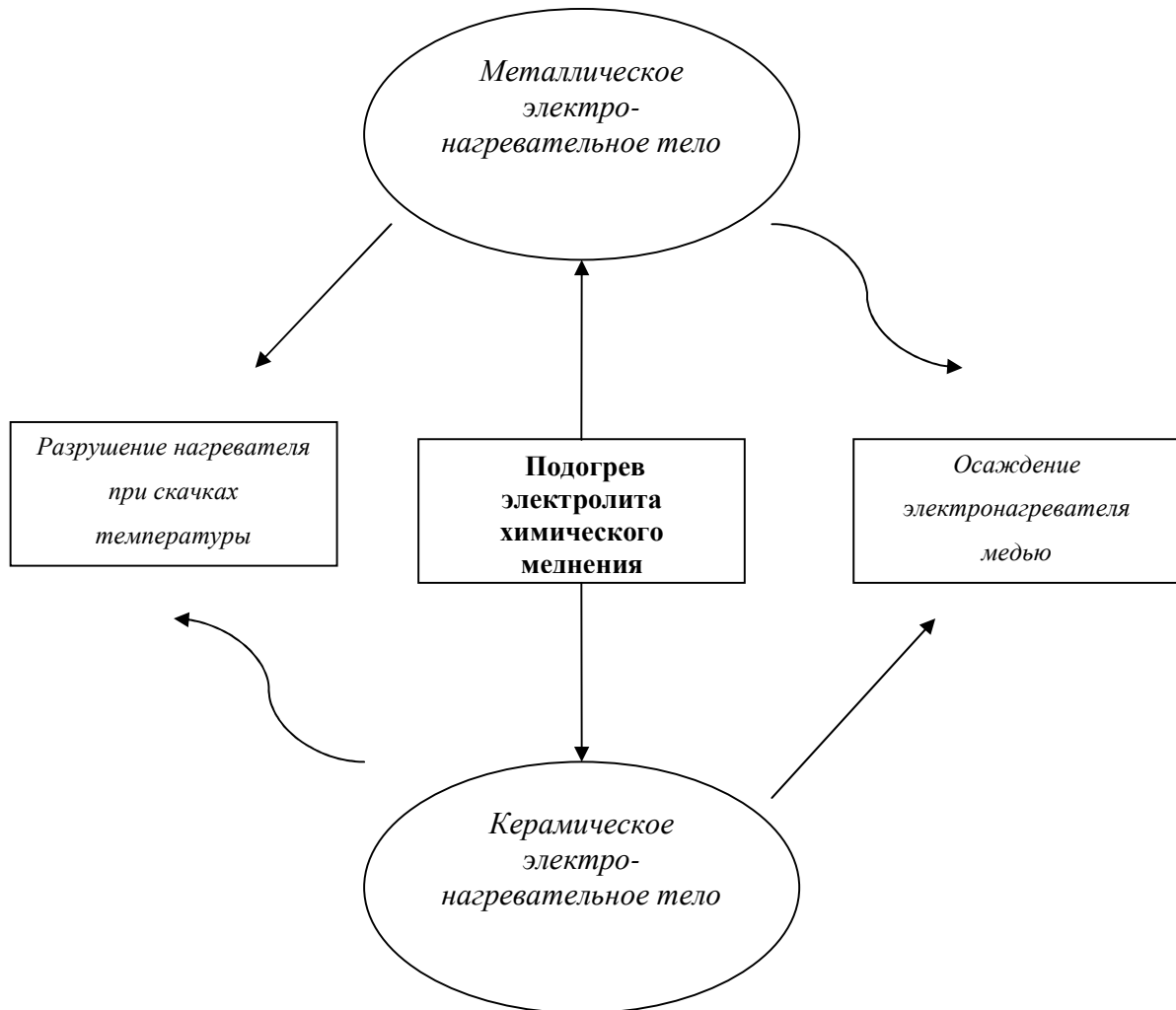


Рисунок 3 – Схема решения проблемы на примере технической задачи подогрев электролита химического меднения

- 1) Использование металлических электронагревателей и удаление меди, которая осаждается на них при изготовлении плат.
- 2) Использование керамических нагревателей и адаптация их к температурным перепадам, связанным с погружением в ванну новой партии плат (постепенно изменять температуру нагревателей искусственно).

- 3) Использовать электронагреватели из других материалов, которые медь не осаждает и которые устойчивы к температурным изменениям.

1.2.3 Текстовое решение задачи 1 различными методами представления

ПРИНЦИП ВЫНЕСЕНИЯ.

Отделить от объекта "мешающую" часть ("мешающее" свойство) или, наоборот, выделить единственно нужную часть или нужное свойство.

Решение:

Мешающая часть это выпадение металла в осадок из рабочей жидкости, через 2-3 часа жидкость приходится менять, от этого мешающего свойства нельзя избавиться добавлением примесей по условию, поэтому нужно остановить этот процесс, например вместе с процессом проводить химическую реакцию возврата металл в раствор.

ПРИНЦИП ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ.

- Заранее выполнить требуемое действие (полностью или хотя бы частично).
- Заранее расставить объекты так, чтобы они могли вступить в действие без затрат времени на доставку и с наиболее удобного места.

Решение:

Максимально подготовить заготовку к началу процесса, например очистить покрытие и обработать другим раствором, чтобы после этого максимально ускорить процесс нанесения покрытия.

ПРИНЦИП ДИНАМИЧНОСТИ.

- Характеристики объекта (или внешней среды) должны меняться так, чтобы быть оптимальными на каждом этапе работы.
- Разделить объект на части, способные перемещаться относительно друг друга.
- Если объект в целом неподвижен, сделать его подвижным, перемещающимся.

Решение:

При динамическом вращении рабочей жидкости, ванны и изделия можно добиться

минимального выпадения металла в осадок, этот способ приемлем, если габариты изделия и ванны будут достаточно малы, также разделив объект на части покрытие будет наноситься намного быстрее, чем на уже собранное изделие.

ПРИНЦИП ПРОСКОКА.

- Преодолевать вредные или опасные стадии процесса на большой скорости.
- Вести процесс или отдельные его этапы (например, вредные или опасные) на большой скорости.

Решение:

Проводить процесс с очень высокой температурой, чтобы время за которое жидкость станет непригодной и время самого процесса совпадали.

ПРИНЦИП "ОБРАТИТЬ ВРЕД В ПОЛЬЗУ".

- Использовать вредные факторы (в частности, вредное воздействие среды) для получения положительного эффекта.

Решение:

Для удешевления процесса использовать рабочий раствор для какого нибудь другого процесса, или использовать выпадение металла и осаждение его поверхности ванны тоже на пользу.

ПРИНЦИП "ПОСРЕДНИКА".

- Использовать промежуточный объект, переносящий или передающий действие.
- На время присоединить к объекту другой (легко удаляемый) объект.

Решение:

Можно использовать другой раствор- посредник для обеспечения максимальной скорости нанесения металла или добавить катализатор реакции, или присоединить на заготовку пористую пленку, способствующую реакции металла с поверхностью заготовки(например магнитную) но

сама она в реакцию вступать не должна.

ЗАМЕНА МЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ.

- Заменить механическую систему оптической, акустической или "запаховой".
- Использовать электрические, магнитные и электромагнитные поля для взаимодействия с объектом.
- Перейти от неподвижных полей к движущимся, от фиксированных к меняющимся во времени, от неструктурных к имеющим определенную структуру.
- Использовать поля в сочетании с ферромагнитными частицами.

Решение:

Цель процесса нанести покрытие: все 4 способа замены механической системы приемлимы, конечно это может удорожить процесс, но тогда можно обратиться к способу 22.

ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОБЪЕКТА.

- Изменение агрегатного состояния объекта
- Изменение концентрации или консистенцию.
- Изменить степень гибкости.
- Изменить температуру.

Решение:

По условию задачи добавки, препятствующие выпадению осадка, не приведут к улучшению свойств раствора, а изменение температуры входит в сам способ, поэтому, опираясь на пункт 1 способа 35 нужно нагреть заготовку, для ускорения процесса нанесения покрытия и использовать добавки-катализаторы.

1.2.4 Текстовое решение задачи 2 различными методами представления

ПРИНЦИП ВЫНЕСЕНИЯ.

- Отделить от объекта "мешающую" часть ("мешающее" свойство) или, наоборот, выделить единственно нужную часть или нужное свойство.

Решение:

Самый основной принцип решения этой задачи- помешать меди осаждать нагреватели.

Как мне кажется, необходимо изолировать нагреватели от раствора вообще.

ПРИНЦИП СФЕРОИДАЛЬНОСТИ.

- Перейти от прямолинейных частей объекта к криволинейным, от плоских поверхностей к сферическим, от частей, выполненных в виде куба или параллелепипеда, к шаровым конструкциям.
- Использовать ролики, шарики, спирали.
- Перейти к вращательному движению, использовать центробежную силу.

Решение:

В этом принципе лучше использовать первое решение, например сделать нагреватели сферической формы и отполировать поверхность, тогда меди будет труднее вступить в реакцию с металлом нагревателя.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИБКИХ ОБОЛОЧЕК И ТОНКИХ ПЛЕНОК.

- Вместо обычных конструкций использовать гибкие оболочки и тонкие пленки.
- Изолировать объект от внешней среды с помощью гибких оболочек и тонких пленок.

Решение:

Изолировать нагреватель путем нанесения на него изолирующего покрытия, что спасет его от меди.

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ.

- Перейти от однородных материалов к композиционным.

Решение:

К примеру нагреватель может состоять не полностью из одного металла или сплава, а в нем могут быть специальные зоны из другого сплава, которые будут уводить медь от рабочей поверхности.

1.3 Кейс 3

1.3.1 Решение задачи 1 методом ментальных карт

На примере ментальной карты цветок лотоса мы опишем задачу номер 1, условие которой находится в п.1.2.1

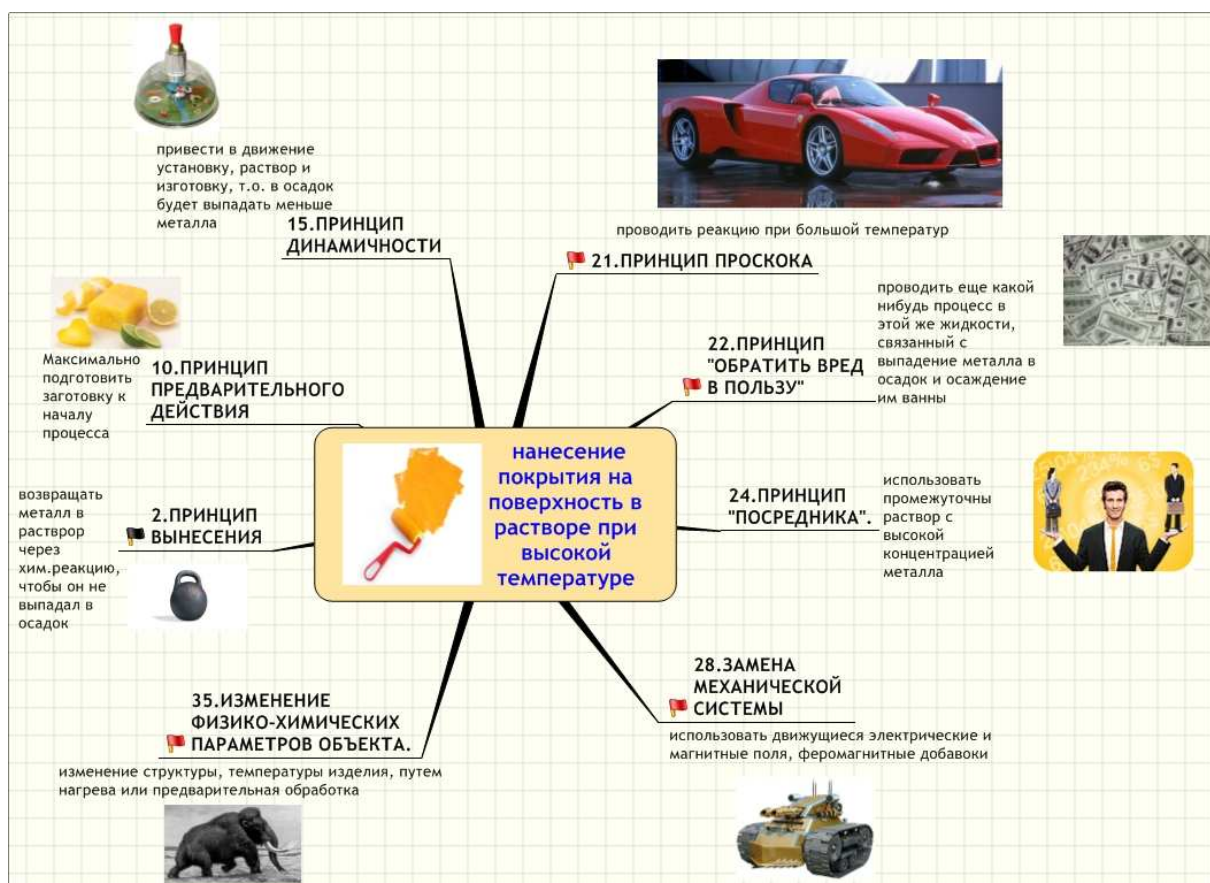


Рисунок 4 – Ментальная карта задача 1

В центре ментальной карты находится главная решаемая проблема, по периметру изображены способы решения и тип взаимодействия с решаемой проблемой.

1.3.1 Решение задачи 2 методом ментальных карт

На примере ментальной карты цветок лотоса мы опишем задачу номер 2, условие которой находится в п.1.2.2



Рисунок 5 – Ментальная карта задача 1

В центре ментальной карты находится главная решаемая проблема, по периметру изображены способы решения и тип взаимодействия с решаемой проблемой.

ВЫВОДЫ

В работе проводится преобразование текстового технического задания в визуальный вид и способы решения данных визуальных объектов. Визуализация может быть достигнута путем введения ментальных карт таких как цветок лотоса. Цветок лотоса не единственный вид ментальных карт, но по праву является одним из самых эффективных способов описания задач.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Альтов Г., Журавлева В. Путешествие к эпицентру полемики. // Звезда. - 1964. - N2. - С.130-138.
2. Альтшуллер Г.С. Алгоритм изобретения. М.: Изд. "Московский рабочий". 1-е издание - 1969 г., 2-е издание - 1973 г.
3. Биленкин Д. Путь "через невозможное". Тамбов: Тамбовское книжное изд, 1964
4. Шапиро Р.Б., Альтшуллер Г.С. О некоторых вопросах советского изобретательского права. // Советское государство и право. - 1958. - N2. - С.35-44