МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ государственное БЮДЖЕТНОЕ

образовательное учреждение

высшего образования

«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Кафедра Автоматизированных электротехнологических установок



**Контрольная работа**

По дисциплине: «[Электротехническое и конструкционное материаловедение](https://dispace.edu.nstu.ru/didesk/course/show/13175)»

|  |  |
| --- | --- |
|  | Выполнил:Студент гр. «ЗФ-210», «ИДО»Шифр:140606483Мосеевский Никита Евгеньевич |

Новосибирск

2024

Вариант 43

I. Основы фазовых равновесий

 Провести анализ *T–x* диаграммы состояния системы Cu – Pb.

1. Распечатать весь вариант.



1. **Определить температуры плавления (или распада) компонентов и соединений.**

**1084,81 °С** - температура плавления меди

**327,502 °С** - температура плавления свинца

В системе не образуются химические соединения

 **α**- твердый раствор на основе меди (твердый раствор свинца в меди), обозначен на диаграмме как (Cu)

  **β**- твердый раствор на основе свинца (твердый раствор меди в свинце) , обозначен на диаграмме как (Pb)

1. **Найти трехфазные равновесия, назвать их и сосчитать, сколько равновесий каждого типа.**

3.1 Монотектическое превращение при 955 °С. Монотектическое превращение [превращение](http://metallurgicheskiy.academic.ru/8886/%D0%9F%D1%80%D0%B5%D0%B2%D1%80%D0%B0%D1%89%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5)  жидкой  фазы  в две  новые:  твердую  и  жидкую,отличающуюся отисходного состава; в равновесных условиях происходит при постоянной температуре.

Жидкость с содержанием 15,5% ат. Pb превращается в твердую фазу – кристаллы Cu и новую жидкую фазу (Ж2) с содержанием 65 % (ат.) Pb.

**Ж15%Pb → Ж65%Pb + Cu**

3.2 Эвтектическое превращение при 326 °С. Жидкость с содержанием 99,82% (ат.) Рb  кристаллизуется с образованием эвтектики – смеси твердых растворов свинца в меди (α) и меди в свинце (β)

**Ж99.8%Pb → Эвт(α+β)**

1. **Пронумеровать линии фазовых равновесий и написать для каждой из фаз, какие линии к ней относятся.**

Линия 1-2-3-4- 6:

Линия ликвидус, выше этой линии сплав находится в жидкосм состоянии

Линия 7-2-3-4-5:

Линия coлидус, ниже этой линии сплав находится втвердом состоянии

Линия 1-2:

Из жидкости кристаллизируются кристаллы Cu

**Ж→Cu**

Линия 2-3:

Расслаивание жидкости (расплава)

**Ж1→Ж2**

Линия 3-4:

Из жидкости кристаллизуется твердый раствор α

**Ж→α**

Линия 4-6:

Из жидкости кристаллизуется твердый раствор α

**Ж→β**

Линия 7-2-3:

Монотектическое превращение при 955 °С.

**Ж15%Pb → Ж65%Pb + Cu**

Линия 8-4-5:

Эвтектическое превращение при 326 °С

**Ж99.8%Pb → Эвт(α+β)**

1. **Для состава 10 % (ат.) Pb и температуры 600 °C определить: *а*) какие фазы находятся в равновесии; *б*) химический состав каждой из фаз; *в*) относительное количество фаз по правилу рычага.**

Пользуясь правилом отрезков, определим количественное соотношение фазовых составляющих при температуре 600 ºС в сплаве с 10% ат Pb. Обозначим точкой **b** сплав, при температуре 600 ºС. Для определения количественного соотношения структурных составляющих с точки **b** проводим горизонтальные участки (коноды) до пересечения с соответствующими линиями диаграммы (точки **а** и **с**). В равновесии две фазы – Жидкость с содержанием 97% ат Pb и (Cu) с содержанием ≈0% ат Pb.

В соответствии с правилом отрезков (рычага), соотношение фазовых составляющих обратно пропорционально длинам соответствующих конод. Так как длины конод пропорциональны концентрации свинца, то длина отрезка **bc** равна разнице содержания свинца в точке **с** (97%) и **b** (10 %). Аналогично, длина отрезка **ac** равна разнице содержания свинца в точкe **с** (97%) и **a** (0%).





1. **Определить температуры плавления (или распада) компонентов и соединений.**

1084,81 °С - температура плавления меди

327,502 °С - температура плавления свинца

В системе не образуются химические соединения

 α- твердый раствор на основе меди (твердый раствор свинца в меди), обозначен на диаграмме как (Cu)

 β- твердый раствор на основе свинца (твердый раствор меди в свинце) , обозначен на диаграмме как (Pb)

1. **Найти трехфазные равновесия, назвать их и сосчитать, сколько равновесий каждого типа.**
	1. Монотектическое превращение при 955 °С. Монотектическое превращение [превращение](http://metallurgicheskiy.academic.ru/8886/%D0%9F%D1%80%D0%B5%D0%B2%D1%80%D0%B0%D1%89%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5)  жидкой  фазы  в две  новые:  твердую  и  жидкую,отличающуюся отисходного состава; в равновесных условиях происходит при постоянной температуре.

Жидкость с содержанием 15,5% ат. Pb превращается в твердую фазу – кристаллы Cu и новую жидкую фазу (Ж2) с содержанием 65 % (ат.) Pb.

**Ж15%Pb → Ж65%Pb + Cu**

3.2 Эвтектическое превращение при 326 °С. Жидкость с содержанием 99,82% (ат.) Рb  кристаллизуется с образованием эвтектики – смеси твердых растворов свинца в меди (α) и меди в свинце (β)

**Ж99.8%Pb → Эвт(α+β)**

1. **Пронумеровать линии фазовых равновесий и написать для каждой из фаз, какие линии к ней относятся.**

Система Cu-Pb характеризуется наличием монотектического и эвтектического [равновесий](https://markmet.ru/slovar/ravnovesie) и двух твердых [растворов](https://markmet.ru/slovar/rastvory) (Cu) и (Рb). Область несмешиваемости при монотектической [температуре](https://markmet.ru/slovar/temperatura)  954-955 °С, прости-рается от 15,3 до 65,3 % (ат.) Pb. Критическая [точка](https://markmet.ru/slovar/tochka) на кривой расслаивания лежит при [температуре](https://markmet.ru/slovar/temperatura) 990 °С и содержании 34,3 % (ат.) Pb. Эвтекти-ческая [точка](https://markmet.ru/slovar/tochka) расположена при содержании 99,82 % (ат.) Рb  и  [темпера-туре](https://markmet.ru/slovar/temperatura) 326 °С.

Растворимость Pb в (Cu) при [температуре](https://markmet.ru/slovar/temperatura) 600 °С, определенная на основа-нии микроскопического и рентгеновского [анализов](https://markmet.ru/slovar/analiz), не превышает 0,09 % (ат.). Растворимость Cu в (Рb) не превышает 0,023 % (ат.).

Линия 1-2-3-4- 6 :

Линия ликвидус, выше этой линии сплав находится в жидкосм состоянии

Линия 1-2:

Из жидкости кристаллизируются кристаллы Cu

**Ж→Cu**

Линия 2-3:

Расслаивание жидкости (расплава)

**Ж1→Ж2**

Линия 3-4:

Из жидкости кристаллизуется твердый раствор α

**Ж→α**

Линия 4-6:

Из жидкости кристаллизуется твердый раствор α

**Ж→β**

Линия 7-2-3:

Монотектическое превращение при 955 °С.

**Ж15,3%Pb → Ж65,3%Pb + Cu**

Линия 8-4-5:

Эвтектическое превращение при 326 °С

**Ж99.82%Pb → Эвт(α+β)**

II. Выбор материала

 **Выбрать и обосновать сплавы для изготовления измерительных резисторов высокой точности, работающих при комнатной температуре и температурах до 100 оС . Описать влияние химических элементов, входящих в состав сплавов на их электрические и механические свойства. Описать общее назначение сплавов, способ маркировки, выбранные режимы термической обработки и их влияние на механические, электрические свойства и структуру сплавов, дать определение рассматриваемым механическим и электрическим свойствам.**

В технике широко применяется два вида сплавов – манганины и константан

***Манганины*** — сплавы на медной основе, содержащие около 85% Cu , 12%  Mn, 3% Ni.

Применяются для изготовления образцовых резисторов, шунтов, приборов и т.д., имеют малую термо-э.д.с. в паре с медью (1 – 2 мкВ/К ), удельное сопротивление 0.42 – 0.48 мкОм.м, σВ= 450 – 600 МПа, относительное удлинение перед разрывом 15 – 30%, максимальную длительную рабочую температуру не более 200 оС. Можно изготовлять в виде проволоки толщиной до 0.02 мм с эмалевой и др. изоляцией.

***Константан*** — медно-никелевый сплав (средний состав 60% Cu, 40%Ni), имеет r =0.648 – 0.52 мкОм.м, ar =(5 – 25).10-6К-1, σВ= 400 - 500 МПа, относительное удлинение перед разрывом 20 – 40%. Термо-э.д.с. в паре с медью 45 – 55 мкВ/К, поэтому константан можно использовать для термопар. Реостаты и нагревательные элементы из константана могут длительно работать при температуре 450оС.

 Ксловию задания в большей степени подходит константам. Константан - это медно-никелевый сплав, который содержит 44% никеля и от 0.5 до 2% марганца. Константан доступен в следующих формах поставки: проволока, брусок, лента и лист. Удельное электросопротивлениеконстантана на уровне 0,49 мкОм∙м практически не зависит от колебаний температур в диапазоне эксплуатации. Другими словами, он обладает очень низким температурным коэффициентом элетросопротивления.

**Химический состав в % материала   МНМц40-1.5** [**ГОСТ   492**](http://www.ukrtop.info/gost/gost_start.php?gost_number=492)**- 2006**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Ni+Co** | **Fe** | **C** | **Si** | **Mn** | **S** | **P** | **Cu** | **As** | **Pb** | **Mg** | **Sb** | **Bi** | **Примесей** |
| 39 - 41 | до   0.5 | до   0.1 | до   0.1 | 1 - 2 | до   0.02 | до   0.005 | 56.1 - 60 | до   0.01 | до   0.005 | до   0.05 | до   0.002 | до   0.002 | всего 0.9 |

Примечание: Cu - основа; процентное содержание Cu дано приблизительно

 Константан имеет:

* высокое удельное электрическое сопротивление (около 0,5 мкОм·м);
* низкое значение термического коэффициента электрического сопротивления;
* температурный коэффициент линейного расширения 14,4·10-6 °C-1; плотность константана 8800-8900 кг/м3;
* температура плавления около 1260 °C.

     Константан легко поддается сварке и пайке. За счет высокой пластичности он легко поддается деформации. После подходящей термообработки константан образует прочные окисные пленки с хорошими электроизоляционными свойствами, что в огромной степени делает излишними дорогостоящие операции по нанесению оплетки на проволоку или ее покрытие лаком. Константан обладает высоким электросопротивленим до 600 °С, а также значительной коррозионной стойкостью в относительно агрессивной атмосфере, во многом благодаря содержанию никеля. Подобное нельзя сказать о других сплавах с высоким удельным сопротивлением на основе меди

    Константан обладает великолепной коррозионной стойкостью. В холодном состоянии константан практически не подвержен воздействию низкоконцентрированных кислот. Кислотные пары, особенно соляной кислоты, немного воздействуют на данный сплав. Константандемонстрирует великолепную стойкость к средам, содержащим пары аммиака. Данный сплав уязвим к перегретому пару при температуре 200-500 °С, особенно, если проволока или лента подвержены механическим нагрузкам, так как возникает межкристаллитное разрушение. В восстановительных серосодержащих средах при температуре более 500 °С константан подвержен межкристаллитной коррозии.

   Константан в виде проволоки и ленты обладает хорошими свойствами для намотки, изгиба, штамповки и вытяжки. Вследствие того, что структура сплава представляет собой однородный твердый раствор, то не происходит никаких переходных процессов и охрупчивания даже после длительной эксплуатации. Во время горячей деформации при температурах выше 500 °С поверхность должна быть тщательно очищена, а окружающая среда не должна содержать серу.

   Великолепные технические свойства константана обеспечили его применение как классического материала для производства любого вида резисторов, особенно для сверхточных резисторов, применяемых в измерительных приборах; данный класс резисторов включает в себя резисторы для различных измерителей, шунтирующие резисторы для амперметров, потенциометров, а также производства скользящих, контрольных и других резисторов любого типа и размера. При использовании константана в устройствах, измеряющих низкое напряжение, необходимо принимать во внимание большую термоэлектрическую силу в контакте с медью.

    Хорошая теплостойкость до температуры 600 °С в сочетании со значительной коррозионной стойкостью дают возможность применения сплава константан в тех областях, где он работает в качестве нагреваемого проводника и переводит потенциальную энергию в джоулево тепло. Сплав константан также является исключением среди других резистивных материалов и в другом направлении. Его механические свойства и ненамагничиваемость в сочетании с великолепной возможностью глубокой вытяжки обеспечивают его применение в качестве ленты в производстве деталей электронно-лучевых трубок. Более того, сплав константан не имеет в своем составе цинка и других легкоиспаряемых элементов. В отличие от других резистивных материалов, содержащих алюминий, сплав константан также пригоден для соединительной пайки, и особенно обладает большими преимуществами при механической сварке и пайке. Для сварки окисленной проволоки, слои окиси, в области соединения, предварительно должны быть удалены полировкой или погружением концов проволоки в азотную кислоту. В конце процесса остатки припоя должны быть удалены.

  При разработке электросопротивлений и нагревательного оборудования следует учитывать температуру поверхности проволоки, исходя из допустимой нагрузке для определенного диаметра или, другими словами, отношения между приложенным напряжением и током. Если в некоторых случаях нагрев до определенного значения недопустим (измерительное оборудование, потенциометры и т.д.), то в других случаях он желателен (нагреватели).