**Контрольная работа №2**

**по материаловедению**

**Тема: Применение материалов в электротехнике**

**Вопросы**

1. Какие процессы отражает диаграмма состояния сплава?

2. Укажите, что называется смолами, на какие группы они подразделяются и для чего применяются в электротехнике. Опишите, какие технико-экономические преимущества имеют синтетические смолы по сравнению с природными

3. Опишите прямой и обратный пьезоэффект, дайте определение пьезоэлектрикам, приведите примеры, опишите их свойства, особенности, составы, применение.

4. Укажите классификацию контактных материалов. Приведите основные требования, предъявляемые к контактным материалам, примеры материалов, применяемых для каждого вида контактов

5. Для нагревательных элементов сопротивления выбраны сплавы МНМц 40-1,5; МНМц 3-12. Расшифруйте эти марки сплавов, укажите к какому классу электротехнических материалов они относятся. Их особенности, преимущества, недостатки и области применения.

**Вопрос 1: Какие процессы отражает диаграмма состояния сплава?**

Диаграмма состояния сплава представляет собой графическое изображение состояния сплава при изменении его состава, температуры, давления, концентрации элементов. Она показывает устойчивые состояния сплава, при которых компоненты и фазы обладают минимумом свободной энергии. Эти фазы называются равновесными фазами, вследствие чего и диаграммы называют диаграммами равновесия. Равновесные состояния- это устойчивые состояния вещества, обладающие минимумом свободной энергии.

Обычно для построения диаграммы состояния пользуются результатами термического анализа, те строят кривые охлаждения сплава.

Сплав нагревают выше температуры плавления, затем охлаждают до 0. В процессе охлаждения с определёнными промежутками времени фиксируется температура сплава (рис1.а), изменяющаяся вместе с агрегатным состоянием. По полученным данным строим кривую охлаждения в координатах время-температура**.** Если взять сплавы с различным %-ым содержанием, то диаграмма состояния может быть построена в осях концентрация(х), темп(у) ( рис1. б)

**Рис.1**

Диаграмма состояния

а) температура от времени охлаждения сплава

б)температура от концентрации веществ сплава

Диаграмма состояния сплава при его кристаллизации показывает изменение его состояния в зависимости от температуры и концентрации при постоянном давлении внешней среды.

Если сплав однокомпонентный, то диаграмма состояния рис.2 а.

Если двухкомпонентный, то рис.2 б

**Рис2. а)диаграмма состояния для однокомпонентного сплава**

**б) диаграмма состояния для двухкомпонентного сплава**

По оси х- концентрация А- одного вещества, соответственно В=100-а – другого.

По оси у- температура сплава при его кристаллизации.

Ж- только жидкая фаза

Ж+α-наличие жидкой фазы и некоторой твёрдой фазы определённой концентрации элементов

α - наличие твёрдой фазы.

Ликвидус (по латыни ликва-жидкий)- линия на графике, кот показывает температуру начала кристаллизации сплава.

Солидус (солид-твёрдый)—точки графика, определяющие температуру конца кристаллизации.

**Вопрос 2: Укажите, что называется смолами, на какие группы они подразделяются и для чего применяются в электротехнике. Опишите, какие технико-экономические преимущества имеют синтетические смолы по сравнению с природными**

Что называется смолами, их виды.

Смолы- обширная группа материалов, кот характеризуются сходством химической природы ( это сложные смеси органических веществ, главным образом высокомолекулярных) и некоторыми общими физическими свойствами.

По происхождению – природные и синтетические.

СМОЛЫ ПРИРОДНЫЕ, вырабатываемые некоторыми растениями сложные по химическому составу вещества; затвердевают на воздухе, растворимы в органических растворителях, нерастворимы в воде. Образуются в основном тропическими растениями (копайский бальзам, шеллак и др.); в умеренной зоне – в основном растениями семейства сосновых (канифоль). Ископаемые природной смолы - копал, янтарь. Применение природной смолы в производстве лаков, политур, клеев и др. сокращается в связи с их заменой синтетическими продуктами.

КАНИФОЛЬ - Хрупкая смола( стекловидное вещество от светло-желтого до темно-коричневого цвета). Входит в состав смолистых веществ хвойных деревьев. Получают из живицы, экстракцией измельченной древесины органическими растворителями или перегонкой сырого таллового масла. Состоит в основном из органических кислот(абиетиновой и др. Растворима в нефтяным маслах, особенно при нагреве и др жидких углеводородах, растительных маслах, спирте, скипидаре. Температура размягчения 50-70 град. На воздухе постепенно окисляется, причем температура размягчения повышается, а растворимость снижается. Канифоль растворённая в нефтяных маслах применяется при изготовлении пропиточных и заливочных кабельных компаундов. Применяют в производстве синтетического каучука, резин, пластмасс, искусственной кожи, лаков и др., в качестве флюса при лужении и пайке металлов, а также для натирания волоса смычков струнных инструментов.

ШЕЛЛАК (нидерл . schellak), воскоподобное вещество, выделяемое тропическими насекомыми из семейства лаковых червецов. Применение ограничено (главным образом для изготовления спиртовых лаков и политур). Хорошо растворим в спирте, не растворим в углеводородах. При 50-60град становится гибким, далее размягчается и расплавляется. При продолжительном нагреве запекается, становясь неплавким и нерастворимым. В электроизоляционной технике используется в виде клеящих лаков.

Копалы применяются в качестве добавки к масляным лакам для увеличения твёрдости плёнок, янтарь для изготовления вводов в приборы, где важно высокое сопротивление изоляции.

Синтетические смолы

СМОЛЫ СИНТЕТИЧЕСКИЕ, полимеры небольшой молекулярной массы (олигомеры); при переработке и применении в результате отверждения превращаются в неплавкие и нерастворимые продукты. Используются в производстве пластмасс, лаков, клеев, герметиков, для отделки тканей, бумаги и др. (напр., Алкидные смолы, Полиэфирные смолы, Феноло-формальдегидные смолы.)

Все смолы можно приблизительно разделить на несколько перекрывающихся групп. Для примера наиболее известные смолы (в неориентированном состоянии и без наполнителей) разделим по группам

|  |  |
| --- | --- |
| **Органические смолы** | **ЭлементноОрганические смолы** |
| Полиэтилен | Кремнийорганические |
| Полистирол |  |
| Политетрафторэтилен |  |
| Поливинилхлорид |  |
| Полиметилметакрилат |  |
| Полиамиды |  |
| Эпоксидные |  |
| Полиэфирные |  |

Синтетические смолы – полимеризационные и конденсационные. Общим недостатком конденсационных смол является то, то при их отверждении происходит выделение воды или других низкомолекулярных в-в, остатки которых могут ухудшать электроизоляционные св-ва смолы. Молекулы конденсационных смол обычно содержат полярные группы, что ухудшает диэлектрические св-ва и повышает гигроскопичность. Полимеризационные смолы могут быть и неполярнымим, например, полимеры углеводородного состава, политетрафторэтилен.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Полимеризационные** |  | **Поликонденсационные** |  |
| Полиэтилен | неполярные | Фенолоформальдегидные | полярные |
| Полистирол | неполярные | Полиэфирные | полярные |
| Политетрафторэтилен | неполярные | Кремнийорганические | полярные |
| Поливинилхлорид | полярные |  |  |
| Полиметилметакрилат | полярные |  |  |
| Полиамиды | полярные |  |  |
| Эпоксидные | полярные |  |  |

Смолы делятся на термопластические и термореактивные. Термопластические при нагреве, соответствующей их пластичному состоянию, не вызывает необратимых изменений их свойств. Термореактивные при нагреве претерпевают необратимое изменение свойств(запекаются, отверждаются).

|  |  |
| --- | --- |
| **Термопластичные** | **Термореактивные** |
| Полиэтилен | Эпоксидные |
| Полистирол | Фенолоформальдегидные |
| Политетрафторэтилен | Полиэфирные |
| Поливинилхлорид | Кремнийорганические |
| Полиметилметакрилат |  |
| Полиамиды |  |

Полиолефины:

Гетероцепные термопластичные смолы

А) полиамидные смолы (капрон, нейлон, полиуретаны, полиимиды)- имеют цепочные молекулы. Обладают высокой механической прочностью и эластичностью, растворимы в крезоле и расплавленном феноле т.е. растворимость ограничена. Применяются для изготовления синтетических волокон, гибких плёнок и пластмасс. Обладают высокой гигроскопичностью, лёгкой деформируемостью при повышенной температуре, малой радиационной стойкостью и низкой светостойкостью

Б) Фенолоформальдегидные смолы. Производятся посредством нагрева в закрытом котле водного раствора фенола и формальдегида в присутствии катализатора. Могут быть термореактивными(бакелит) и термопластичными (новолак). Бакелит или РЕЗОЛ (резольная смола), синтетический термореактивный полимер, образующийся на начальной стадии синтеза феноло-формальдегидной смолы; вязкая жидкость или твердый растворимый и легкоплавкий продукт от светло-желтого до черного цвета. В отличие от новолака может отверждаться без применения специальных реагентов - отвердителей. НОВОЛАК (новолачная смола), термопластичная феноло-формальдегидная смола; твердое вещество от светло-желтого до темно-коричневого цвета. Отверждается только в присутствии отвердителей. Применяют в производстве пресс-материалов, литейных форм, лаков, пенопластов. ФЕНОЛОАЛЬДЕГИДНЫЕ СМОЛЫ (фенольные смолы), синтетические смолы, продукты поликонденсации фенолов с альдегидами; см., напр., Фенолоформальдегидные смолы, Резорцино-формальдегидные смолы.

В) полиэфирные смолы- продукты поликонденсации различных спиртов и кислот( или их ангидридов) ПОЛИЭФИРНЫЕ СМОЛЫ ненасыщенные , 50-70%-ные растворы сложных полиэфиров - продуктов поликонденсации гликолей с малеиновой или фумаровой кислотой (растворители - мономеры, главным образом стирол). Отвержденные полиэфирные смолы - прочные, водостойкие, химически устойчивые материалы с хорошей адгезией к различным поверхностям и высокими диэлектрическими показателями. Применяются в производстве стеклопластиков, лаков, компаундов, клеев.

АЛКИДНЫЕ СМОЛЫ, синтетические смолы, продукты поликонденсации многоосновных карбоновых кислот с многоатомными спиртами; высоковязкие жидкости. Наиболее распространенные алкидные смолы, получаемые из фталевой кислоты и глицерина или пентаэритрита, называются соответственно глифталевыми смолами (глифталями) и пентафталевыми смолами (пентафталями). Применяются главным образом для приготовления алкидных лаков.

Грифталевые смолы. Преимуществом грифталя перед бакелитом является более высокая эластичность, клейкость, стойкость к тепловому старению и трекингостойкость. Незапечённый грифталь растворим в смеси спирта с бензолом, ацетоне. Полностью запеченный грифталь стоек к растворителям.

Полиэтилентерефталат(лавсан)- термопластичный полимер. Применяется для изготовления синтетических волокон, гибких плёнок, для обладающей высокой мех прочностью изоляции эмалированных проводов ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТ, [-CH2-CH2OC(O)C6H4OC(O)-]n, синтетический полимер, продукт поликонденсации этиленгликоля с терефталевой кислотой; твердое бесцветное вещество. Прочен, износостоек, хороший диэлектрик. Применяется главным образом в производстве полиэфирного волокна, а также пленок, радиодеталей, химического оборудования.

Г)Эпоксидные смолы ЭПОКСИДНЫЕ СМОЛЫ , синтетические смолы, содержащие в молекуле эпоксидные или глицидиловые группы; бесцветные жидкости или твердые вещества. Наиболее распространенные эпоксидные смолы - продукты взаимодействия дифенилолиропана с эпихлоргидрином. Эпоксидные смолы в чистом виде термопластичны, растворимы в ацетоне, могут длительно храниться. Отвержденные - если добавить отвердитель(например, амины без нагрева) перед употреблением- термореактивны, равномерно отверждаются в толстом слое, образуя водонепроницаемую изоляцию. эпоксидные смолы отличаются малой усадкой при отверждении 0,5-2%, высокой адгезией(сцепление) к различным пластмассам, стёклам, керамике, металлам, механической прочностью, влагостойкостью, хорошими электроизоляционными свойствами. Применяют в производстве клеев, лаков, пластмасс, матриц пресс-форм, для заливки небольших трансформаторов или узлов аппаратуры, кабельные соединительные и концевые муфты и др.

Д)Кремний органические смолы ( полиорганосилоксаны, силиконы) В их составе помимо углерода есть кремний. Используются в лаках, компаундах, некоторые из них, например, кремнийорганические каучуки эластичны. Высокие электроизоляционные св-ва при высок температурах. Нагревостойки, практически не смачиваются водой. Но дороги., низкая механическая прочность, плохая адгезия.

2.Применение в электротехнике.

Широко применяются в виде важнейшей составной части лаков, компаундов, плстических масс, плёнок, искусственных и синтетических волокнистых материалов и т.п.

АЛКИДНЫЕ ЛАКИ, растворы алкидных смол (часто их смесей с карбамидными смолами или с др. полимерами) в органических растворителях. Образуют антикоррозионные и атмосферостойкие покрытия. Применяются для защиты дерева и металла, эмалевые краски и грунтовки на основе алкидных лаков - для отделки средств транспорта, сельскохозяйственных машин и др. Распространенный вид лакокрасочной продукции.

ПЛЕНКООБРАЗУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА (пленкообразователи) , основные компоненты лакокрасочных материалов, придающие им способность образовывать тонкую твердую пленку, прочно связанную с защищаемой поверхностью. В качестве пленкообразующих веществ используют синтетические смолы (алкидные, полиэфирные, эпоксидные и др.), полиакрилаты, полиуретаны, эфиры целлюлозы, битумы, растительные масла.

ПЛЕНОЧНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ, методы изготовления пассивных электро- и радиоэлементов и соединительных проводников на диэлектрической подложке (плате) нанесением на нее слоев электропроводящих, резистивных и диэлектрических паст или вакуумным напылением (осаждением) пленок (с последующим травлением, вжиганием, фотолитографической или иной обработкой). Применяется при изготовлении печатных схем, пленочных и других интегральных схем.

ПОЛИЭФИРНЫЕ ЛАКИ, лакокрасочные материалы, пленкообразующим компонентом которых являются полиэфирные смолы. Образуют покрытия с хорошими декоративными свойствами. Полиэфирные лаки и получаемые на их основе эмалевые краски, шпатлевки применяют главным образом для отделки изделий из дерева, напр. мебели.

ФЕНОЛ (карболовая кислота, гидроксибензол), С6Н5ОН, бесцветные, розовеющие на воздухе кристаллы, t пл = 43 °С. Сырье в производстве синтетических смол, красителей, пестицидов, лекарственных средств, поверхностно-активных веществ; применяется также для дезинфекции. Токсичен, при попадании на кожу вызывает ожоги.

Смолы относятся к высокомолекулярным соединениям. Термоактивные смолы относятся к реактопластам, в которых при нагревании происходят необратимые структурные и химические превращения.

Ненасыщенные полиэфирные смолы- продукт взаимодействия полимеров и некоторых видов мономеров, отличающихся способностью к отвержению в нерастворимый твёрдый материал при наличии некоторых видов ингибиторов. ИНГИБИТОРЫ (от лат . inhibeo - удерживаю), вещества, снижающие скорость химических, в т. ч. ферментативных, реакций или подавляющие их. Применяют для предотвращения или замедления нежелательных процессов: коррозии металлов, старения полимеров, окисления топлив и смазочных масел, пищевых жиров и др. Ингибиторы ферментов используют для изучения механизма их действия, для лечения нарушений обмена веществ, а также в качестве пестицидов.

Такие смолы сшиваются ингибитором в прочную трёхмерную структуру и идут на изготовление корпусов кораблей, строительных панелей и т.д. Детали на основе полиэфирных смол изготавливаются обычной заливкой в форму, куда уже помещены слои ткани, стекловолокна и ингибитор. СТЕКЛЯННОЕ ВОЛОКНО (стекловолокно) , формуют из расплавленного стекла. Обладает высокими теплостойкостью, диэлектрическими свойствами, модулем упругости, прочностью при растяжении, устойчивостью к химическим реагентам, низкой теплопроводностью. Применяется (в виде нитей, жгутов, тканей, нетканых материалов, напр. стеклохолста) как армирующий наполнитель для стеклопластиков, фильтровальный, электро- и теплоизоляционный материал, в волоконной оптике и др.

Часто применяют центробежное литьё, штамповку, литьё под давлением.

Отверженные литые полиэфирные смолы, как правило имеют γ=1,2-1,5 г/куб.см, σв.р=40-90мПа, δ=5%, НRС 70-100 ед.

Стеклопластики , изгот из отверждённых полиэфирных смол имеют γ=1,6-2,6 г/куб.см , σв.р=60-140мПа, δ=0,6%, НRС 50-70 ед.

Наряду с полиэфирными смолами прим смолы на основе сложных диэфиров (термореактивные полимеры: стирол, акриловая кислота), обладающих повышенной вязкостью, прочностью (σв.р=80мПа ), химической стойкостью. Чаще всего стеклопластики на основе стиролов и акриловых смол применяют для изготовления корпусов приборов, крыльчаток, насосов и деталей автомобилей.

Полибутадиеновые смолы (высокомолекулярные углеводородные термореактивы) стойки к действию кислот и щелочей, идут на изготовление покрытий, клеев, изоляционных заливочных материалов электрических систем корабельных механизмов.

Армированные стеклопластики на основе таких смол имеют σв.р=250мПа и используются для изготовления обтекателей антенн на самолётах и кораблях.

Эпоксидные смолы используются для получения слоистых пластиков и волокнисто- намоточных материалов для изготовления печатных плат, зубчатых колёс, распределительных шестерён, ёмкостей, труб и т.д.

Отливки , изготовляемые из эпоксидных смол имеют γ=1,2-1,3 г/куб.см, σв.р=55-130мПа, НRС 100-110 ед.

Термостойкие смолы представляют собой линейные или сшитые полимеры, имеющие высокую Т стеклования и способность выдерживать на воздухе продолжительный нагрев до Т=316 град без заметных измений структуры. Это как правило полиамиды конденсационарного типа, армированные стекловолокном, применяются для изготовления обтекателей радиолокационных антенн, деталей механизмов, работ в условиях повышенной Т. Эти материалы имеют при Т=316град σв.р=300мПа

**Вопрос 3: Опишите прямой и обратный пьезоэффект, дайте определение пьезоэлектрикам, приведите примеры, опишите их свойства, особенности, составы, применение**

Прямой пьезоэлектрический эффект- возникновение электрической поляризации в веществе в отсутствие электрического поля при упругих деформациях.

Обратный пьезоэлектрический эффект- появление механических деформаций под действием электрического поля

Первое исследование пьезоэлектрического эффекта осуществлено П. Кюри (1880) на кристалле кварца. Пьезоэлектрический эффект обнаружен более чем у 1500 веществ- Пьезоэлектрических материалов.

ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, вещества с ярко выраженными пьезоэлектрическими свойствами. Пьезоэлектрическими материалами являются некоторые монокристаллы (кварц, дигидрофосфаты калия и аммония, сульфат лития), а также поликристаллические твердые растворы после поляризации в электрическом поле (пьезокерамика).

Пьезоэлектрический эффект наблюдается у всех сегнетоэлектриков и у многих пироэлектриков.

СЕГНЕТОЭЛЕКТРИКИ , вещества, обладающие в определенном интервале температур самопроизвольной (в отсутствие электрического поля) электрической поляризацией, сильно зависящей от внешних условий. К сегнетоэлектрикам относятся сегнетова соль, титанат бария (BaTiO3), дигидрофосфаты калия (KH2PO4) и аммония, ниобат лития (LiNbO3) и др. Известно несколько сотен сегнетоэлектриков, в т. ч. сегнетокерамика. Применяются главным образом как пьезоэлектрические преобразователи в детекторах электромагнитных излучений, а также в различных конденсаторах.

ПИРОЭЛЕКТРИКИ (от греч . pyr - огонь), кристаллические диэлектрики, на поверхности которых при изменении температуры появляются электрические заряды. Т.е ПИРОЭЛЕКТРИЧЕСТВО -это возникновение электрических зарядов на поверхности пироэлектриков при их нагревании или охлаждении.

Пироэлектриками могут быть лишь нецентросимметричные кристаллы. Все пироэлектрики являются пьезоэлектриками (но не обратно), некоторые пироэлектрики обладают сегнетоэлектрическими свойствами. Типичный пироэлектрик - турмалин. ТУРМАЛИН , минерал подкласса кольцевых боросиликатов. Твердость 7,5; плотность 3,0-3,4 г/см3. Образует столбчатые кристаллы, радиально-лучистые агрегаты (т. н. турмалиновые солнца). Применяются также синтетические турмалины.

ПЬЕЗОМАГНЕТИЗМ, намагниченность (слабый ферромагнетизм) антиферромагнетиков; возникает под действием внешнего давления вследствие упругой деформации их кристаллической решетки. Обнаружен в CoF2, MnF2 и т.д.

Применение пьезоэлектриков: ПЬЕЗОКВАРЦ , минерал, прозрачные монокристаллы кварца, которые благодаря присущему им эффекту пьезоэлектричества могут быть использованы в радиотехнике. Применяются также синтетические пьезокварцы.

ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ, преобразователи механических и акустических колебаний в электрические и обратно, основанные на пьезоэлектрическом эффекте. Используются в качестве мощных источников ультразвука, излучателей и приемников звука, микрофонов и гидрофонов, звуковых резонаторов, фильтров, датчиков механических напряжений. Применяются в акустоэлектронике и сейсмических исследованиях.

ПЬЕЗОМЕТР (от греч . piezo - давлю, сжимаю и ...метр), прибор для измерения сжимаемости газов, жидкостей и твердых тел. Пьезометрами называют также устройство для измерения линейной деформации твердых тел.

ПЬЕЗОМЕТРИЧЕСКАЯ СКВАЖИНА , буровая скважина, предназначенная для постоянного наблюдения в какой-либо части нефтяной залежи, водоносного горизонта за изменением пластового давления.

**Вопрос 4: Укажите классификацию контактных материалов. Приведите основные требования, предъявляемые к контактным материалам, примеры материалов, применяемых для каждого вида контактов**

Контактные материалы прим для изготовления различного вида контактов электрических цепей. Эти контакты подразделяют на разрывные, скользящие и неподвижные.

Разрывные контакты подразделяют на слабонагруженные и высоконагруженные.

Слабонагруженные контакты изготовляют из золота, серебра, платины, палладия и их сплавов с медью; они отличаются низким переходным Эл. сопротивлением с повышенной стойкостью против окисления.

Высоконагруженные контакты изготовляют из вольфрама, молибдена, их сплавов и порошковых композиций

Скользящие контакты изготовляют из палладиево- серебряно- медных (никелевых) сплавов марок ПдСрМ36-4; ПдСрН13-2-11,8, где цифры означают содержание в % 2-го и 3-го элементов. Эти материалы должны отличаться высоким сопротивлением свариванию, чтобы избежать приваривания друг к другу при прохождении тока. Часто применяют композиции из порошков меди или серебра с добавкой графита, препятствующего свариванию контактов. К этой группе сплавов относят сплавы марок МГ3, МГ5,СГ3,СГ5, и т.д. Здесь цифры обозначают наличие графита в %.

Неподвижные контакты(Зажимные) изготовляют из сплавов, отличающихся низкими значениями переходного Эл сопротивления, высокими антикоррозионными св-вами и способностью не образовывать на поверхности контакта оксидных плёнок. В ответствен корабельных системах чаще всего применяют палладиево- иридиевые сплавы марки ПДИ10; платинорутениевые сплавы марки ПлРу8; Платиноникелевые сплавы марки ПЛН4,5 и тд. Здесь цифры обозначают наличие второго элемента в %

**Вопрос5: Для нагревательных элементов сопротивления выбраны сплавы МНМц 40-1,5; МНМц 3-12. Расшифруйте эти марки сплавов, укажите к какому классу электротехнических материалов они относятся.Их особенности, преимущества, недостатки и области применения.**

Это проводниковые материалы высокого электрического сопротивления (уд Эл. Сопротивление 1\*10 в минус 5 до 1,5\*10 в минус 6. Используется для преобразования тока в тепло- применяется в Эл. нагревательных элементах, в реостатах, катушек сопротивлений, термопар, например элементы Эл. печей.

Обычно у таких материалов нарушена кристаллическая решётка за счёт внедрения в неё атомов легирующих элементов, а также за счёт способности некоторых материалов повышать амплитуду колебаний атомов при нагрузке.(это чаще всего медные сплавы, легированные никелем, железом, фольфрамом, молибденом и т.д., которые делят на группы в зависимости от рабочей температуры. Константан относится к первой группе. (500град – для изготовления точных элементов сопротивлений корабельных электротехнических устройств).

МНМц 40-1,5;- КОНСТАНТАН (от лат . constans - постоянный, неизменный), сплав Cu (основание) с Ni (40%) и Mn (1,5%), относящийся к сплавам с высоким удельным электрическим сопротивлением, слабо зависящим от температуры. Обладает высокой нагревостойкостью (Т рабочая- до 500град.) Изготовляют реостаты, элементы измерительных приборов невысокой точности, элементы нагревательных приборов, термопары.

Недостаток- высокое значение термоэлектродвижущей силы (ТЭДС) при работе в паре с медью, поэтому не применяется в электроизмерительных приборах высокой точности.

МНМц 3-12. сплав Cu (основание) с Ni (3%) и Mn (12%)

По сравнению с первым сплавом, где больше содержится никеля, чем марганца, здесь преобладает марганец. Сплав МНМц 3-12также имеет высокое сопротивление, но ТЭДС понижается. Применяют для изготовления резисторов, теплодатчиков, шунтов и др. Перед изготовлением сопротивлений металл подвергают рекристаллическому отжигу при т=400 в вакууме для получения стабильного температурного и удельного Эл. сопротивления. Затем готовые сопротивления отжигают при т=250гр для снятия внутренних напряжений.

Обычно у таких материалов нарушена кристаллическая решётка за счёт внедрения в неё атомов легирующих элементов, а также за счёт способности некоторых материалов повышать амплитуду колебаний атомов при нагрузке.(это чаще всего медные сплавы, легированные никелем, железом, вольфрамом, молибденом и т.д., которые делят на группы в завис от рабочей температуры. Константан относится к первой группе. (500˚С – для изготовления точных элементы сопротивлений корабельных электротехнических устройств.) Ко второй сплавы с Т рабочей 500-1200- чаще прим для изготовления спиралей в нагревательных элементах , 3-1200-1600˚С - для нагревательных элементов электропечей.